

T.C.
İSTANBUL GEDİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



**YANGIN SÖNDÜRME VE KURTARMA
VAGONU TASARIMI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İsmail Cihan SATILMIŞ

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Makine Mühendisliği Tezli Yüksek Lisans Programı

**EYLÜL 2025
İSTANBUL**

T.C.
İSTANBUL GEDİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



**YANGIN SÖNDÜRME VE KURTARMA
VAGONU TASARIMI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**İsmail Cihan SATILMIŞ
(231222001)**

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Makine Mühendisliği Tezli Yüksek Lisans Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Egemen SULUKAN

Eş Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Doruk GÜRKAN

İstanbul 2025



T.C.
İSTANBUL GEDİK ÜNİVERSİTESİ
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürlüğü

Jüri Tez Onay Formu

10.09.2025

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

Bu çalışma 10.09.2025 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Makine Mühendisliği (Tezli Yüksek Lisans) Programı Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

TEZ JÜRİSİ

Prof. Dr. Egemen SULUKAN

Danışman

İstanbul Gedik Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Doruk GÜRKAN

2. Danışman

İstanbul Gedik Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Kıvanç Ali ANIL

Üye (İmza)

İstanbul Gedik Üniversitesi

Doç. Dr. Doğuş ÖZKAN

Üye (İmza)

Milli Savunma Üniversitesi

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum “Yangın Söndürme ve Kurtarma Vagonu Tasarımı” adlı çalışmanın, tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadarki bütün süreçlerde bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurulmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin Kaynakça’da gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve onurumla beyan ederim (10/09/2025).

İsmail Cihan SATILMIŞ

ÖNSÖZ

Yüksek lisans ve tez çalışmam süresince özverili bir şekilde bana yol gösteren ve tezimin her aşamasında desteğini esirgemeyen değerli danışman hocalarım Prof. Dr. Egemen SULUKAN ve Dr. Öğr. Üyesi Doruk GÜRKAN'a teşekkür eder, şükranlarımı sunarım.

Bu çalışmayı yapmama vesile olan tasarımı yapmamı sağlayan, tasarımın canlanması ve üretilmesi esnasında işin içinde olmamı sağlayan, destekleyen, cesaretlendiren saygıdeğer abim Nevzat ŞENOCAK'a teşekkür eder, şükranlarımı sunarım.

Bu tasarımın ilk mimar ve araştırmacıları olan Sn. Halis SAĞIR ve Sn. Ahmet SÖNMEZ'e verdikleri destekler için teşekkür eder, şükranlarımı sunarım.

Son olarak tüm hayatım boyunca yanımda olan, aldığım kararları her zaman destekleyen, cesaretlendiren annem Yasemen SATILMIŞ'a, babam Mehmet SATILMIŞ'a ve kardeşim İbrahim Fatih SATILMIŞ'a sonsuz şükranlarımı sunar ve teşekkür ederim.

Eylül 2025

İsmail Cihan SATILMIŞ
(Makine Müh. ve Kaynak Müh.)

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No.
ÖNSÖZ	iv
İÇİNDEKİLER	v
KISALTMALAR	vii
ŞEKİL LİSTESİ	viii
ÖZET	x
ABSTRACT	xii
1. GİRİŞ	1
1.1 Tezin Amacı	1
1.2 Literatür Taraması	2
1.3 Çalışma Yöntemi.....	3
2 TASARIM ANA YAPILARI	8
3. AMAÇ VE KAPSAM	13
3.1 Çevre Emniyeti Alma	13
3.2 Yangın Söndürme.....	13
3.3 Kaza Kırım Kurtarma	16
3.4 Çevre Kirliliğini Önleme ve Kirlilik Giderme	17
3.5 Tehlikeli Madde Geçici Depolama	18
4. İMALAT SÜRECİ	20
4.1 Pompa ve Jeneratör Seti Konteyneri (GÜÇSET).....	23
4.2 Jeneratör Ünitesi.....	26
4.3 Pompa Ünitesi	27
4.4 Su ve Köpük Tankları	31
4.5 Kurtarma ve Ekipman Konteyneri (KEK)	36
4.6 Kontrol Odası	37
4.7 Depolama Alanı.....	39
4.8 Platform (Sahanlık)	47
5. TEST VE SERTİFİKASYON	49

6. SONUÇ	51
KAYNAKLAR	53
ÖZGEÇMİŞ	55



KISALTMALAR

ATEX	: Atmospheres Explosives (Patlayıcı Ortam)
CE	: Conformité Européenné (Avrupa'ya Uyum)
CSC	: International Convention for Safe Containers (Uluslararası Güvenli Konteynerler Sözleşmesi)
FT	: Foot
GÜÇSET	: Pompa ve Jeneratör Seti Konteyneri
IP67	: Ingress Protection (Giriş Koruması)
ISO	: International Organization for Standardization
ITP	: Inspection and Test Plan (Muayene ve Test Planı)
KEK	: Kurtarma ve Ekipman Konteyneri
kVA	: Kilo Volt Amper
MAG	: Metal Active Gas (Metal Aktif Gaz)
NDT	: Non-Destructive Testing (Tahribatsız Muayene)
PT	: Penetrant Test
TCDD	: Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları
TIG	: Tungsten Inert Gas (Tungsten Asal Gaz)
VT	: Visual Test (Gözle Muayene)
YSKV	: Yangın Söndürme ve Kurtarma Vagonu

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No.
Şekil 2.1: YSKV ve İtfaiye Aracı Kapasite Karşılaştırılması (Üretici firma karşılaştırması)	8
Şekil 2.2: Yangın Söndürme ve Kurtarma Vagonu Tasarımı	9
Şekil 2.3: Yangın Söndürme ve Kurtarma Vagonu Tasarımı Üç Ana Yapısı	9
Şekil 2.4: Kurtarma ve Ekipman Konteyneri (KEK) Kamera Konumu	10
Şekil 2.5: 80 FT Platform Vagon	11
Şekil 2.6: Gabari Testinden Önce ISO Tank Üzerindeki Korkuluk Yerleşimi	11
Şekil 2.7: Gabari Testinden Sonra ISO Tank Üzerindeki Korkuluk Yerleşimi	12
Şekil 4.1: Pompa ve Jeneratör Seti Konteyneri (GÜÇSET)	24
Şekil 4.2: Pompa Jeneratör Yakıt Tankları Besleme Sistemi	25
Şekil 4.3: Pompa ve Jeneratör Seti Konteyneri (GÜÇSET) Yerleşimi.....	25
Şekil 4.4: Pompa ve Jeneratör Seti ve 20FT ISO Tank Konteynerler	26
Şekil 4.5: Köpük Su Sistemi PFD Tablosu	28
Şekil 4.6: PFD Tablosu Ürün Açıklama Tablosu.....	29
Şekil 4.7: ISO Tank Su Tankı	31
Şekil 4.8: ISO Tank Köpük ve Su Tankı.....	32
Şekil 4.9: ISO Tank Köpük ve Su Tankı Konteyneri.....	33
Şekil 4.10: ISO Tank Menhol ve Emniyetli Yürüyüş Hattı Görünümü.....	35
Şekil 4.11: Kurtarma ve Ekipman Konteyneri (KEK).....	36
Şekil 4.12: Kurtarma ve Ekipman Konteyneri (KEK) Yerleşim	37
Şekil 4.13: Kurtarma ve Ekipman Konteyneri Kontrol Odası Personel Koltukları ...	39
Şekil 4.14: Kurtarma ve Ekipman Konteyneri Depolama Alanı Raf Örneği.....	40
Şekil 4.15: Aleve Dayanıklı Alüminize Elbise	41
Şekil 4.16: Gaz Geçirmez Kimyasal Koruyucu Elbise	41
Şekil 4.17: İtfaiyeci Hortumu.....	42
Şekil 4.18: Kırıcı Delici El Aletleri ve Kurtarma Testeresi	44
Şekil 4.19: Kaldırma Yastığı	46

Şekil 4.20: KEK Raf Görseli ve Kontrol Odası Konteyner İç Kapısı Görünümü	47
Şekil 4.21: KEK Platform (Sahanlık) Yan Cephe Görünümü	48
Şekil 4.22: KEK Platform (Sahanlık) Ön Cephe Görünümü ve Kontrol Odası Sahanlık Kapısı	48



YANGIN SÖNDÜRME VE KURTARMA VAGONU TASARIMI

ÖZET

Yangın Söndürme ve Kurtarma Vagonu, demiryolu taşımacılığında meydana gelebilecek kazalarda (örneğin yangın, patlama, kimyasal sızıntı) çok yönlü bir müdahale aracı olarak tasarlanmıştır. Bu özel vagon, yolcuların güvenli bir şekilde kurtarılmasını ve tahliyesini sağlamayı, tehlikeli yüklerin güvenli bir şekilde geçici olarak depolanmasını ve çevreye olası zararların minimize edilmesini amaçlamaktadır. Ayrıca, çevre güvenliği tedbirlerini hızla uygulama ve afet bölgelerinde etkin kurtarma faaliyetleri yürütme kabiliyeti sunar.

Vagon, özellikle karayolu ulaşımının mümkün olmadığı alanlarda, demiryolu hattının geçtiği bölgelerde, köprülerde ve tünellerde eşsiz bir avantaj sağlar. Geleneksel kurtarma ve itfaiye araçlarının erişim sağlayamadığı yerlerde kullanılmak üzere geliştirilmiştir. Bu sayede hem yangın gibi ani durumlarda hızlı müdahaleye olanak tanır hem de kurtarma ekiplerinin afet alanında güvenle çalışabilmesine destek olur.

Su ve köpük kapasiteleri sayesinde vagon, farklı türde yangınlara etkin bir şekilde müdahale edebilir. Örneğin, orman yangınları, liman yangınları, fabrika yangınları gibi geniş alanlara yayılabilen yangınlarda hem yangınla mücadele hem de güvenli tahliye için kullanılabilir. Yangına müdahale sırasında sahip olduğu kurtarma ekipmanlarıyla, kazaya karışmış olan vagonlarda bulunan yük, yolcu ve personelin güvenliğini sağlar. Ayrıca, kimyasal maddelerin taşındığı kazalarda, bu maddelerin çevreye zarar vermesini önlemek için gerekli tüm önlemleri alabilir.

Yangın Söndürme ve Kurtarma Vagonu, afet bölgelerinde yalnızca müdahale aracı değil, aynı zamanda bir komuta merkezi olarak da görev yapabilir. Olay yerindeki durumu değerlendirme, koordinasyon sağlama ve müdahale ekiplerini yönlendirme konusunda kritik bir rol üstlenir. Kurtarma operasyonları sırasında hem teknik ekipmanların hem de personelin ihtiyaç duyduğu tüm malzemeleri doğrudan olay yerine taşır ve bunları kullanıma hazır halde sunar.

Vagonun dikkat çeken bir diğer özelliği ise kapasitesidir. Sahip olduğu depolama ve müdahale kapasitesi, 6 itfaiye aracının toplam kapasitesinden daha fazladır. Bu sayede büyük çaplı afetlerde veya çoklu kazalarda tek bir vagonla geniş bir alana hizmet verebilir. Üstelik, su ve köpük stokları uzun süreli müdahaleler için yeterli miktardadır, bu da özellikle erişimin zor olduğu bölgelerde büyük bir avantaj sağlar.

Sonuç olarak, Yangın Söndürme ve Kurtarma Vagonu, demiryolu altyapısında yangın ve kurtarma operasyonları için devrim niteliğinde bir çözüm sunmaktadır. Modern teknolojiyle donatılmış bu vagon hem çevresel hem de insani

risklerin en aza indirilmesine katkıda bulunurken, afet yönetiminde güvenilir bir araç olarak öne çıkmaktadır. Gelecekte bu tür araçların yaygınlaşması, demiryolu sistemlerinde güvenliğin artırılmasına ve olası kayıpların önlenmesine büyük katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: *Yangın Söndürme, Kurtarma, Vagon, Tasarım, Demiryolu.*



FIRE FIGHTING AND RESCUE WAGON DESIGN

ABSTRACT

The Firefighting and Rescue Wagon is designed as a versatile intervention vehicle for accidents that may occur in railway transportation, such as fires, explosions, or chemical spills. This specialized wagon aims to ensure the safe rescue and evacuation of passengers, provide temporary secure storage for hazardous cargo, and minimize potential environmental damage. Additionally, it offers rapid implementation of environmental safety measures and facilitates efficient rescue operations in disaster areas.

The wagon is particularly advantageous in regions where road access is not possible, such as areas traversed by railways, bridges, and tunnels. It has been developed to function effectively in locations where traditional firefighting and rescue vehicles are unable to reach. This ensures both immediate response to emergencies and a safe working environment for rescue teams in disaster zones.

Equipped with substantial water and foam capacities, the wagon can effectively respond to various types of fires. For instance, it can intervene in large-scale incidents like forest fires, port fires, and factory fires, providing both fire suppression and safe evacuation. During fire intervention, it uses its rescue equipment to secure passengers, personnel, and cargo involved in accidents. In cases of chemical transportation accidents, the wagon is equipped to prevent these substances from causing environmental harm by taking necessary precautions.

The Firefighting and Rescue Wagon can also function as a command center in disaster zones. It plays a critical role in assessing the situation at the incident site, ensuring coordination, and directing intervention teams. During rescue operations, it transports all necessary equipment and supplies directly to the scene and makes them readily available for use.

Another notable feature of the wagon is its capacity. Its storage and intervention capabilities exceed the combined capacity of six firefighting vehicles. This makes it a highly effective solution for large-scale disasters or multiple simultaneous incidents. Furthermore, its water and foam reserves are sufficient for extended operations, providing a significant advantage, especially in remote areas.

In conclusion, the Firefighting and Rescue Wagon offers a groundbreaking solution for fire and rescue operations within railway infrastructure. Equipped with modern technology, this wagon contributes to minimizing both environmental and human risks, while serving as a reliable tool in disaster management. The widespread adoption of such vehicles in the future will significantly enhance railway safety and help prevent potential losses.

Keywords: *Firefighting, Rescue, Wagon, Design, Railway.*

1. GİRİŞ

1.1 Tezin Amacı

Türkiye'deki en önemli ulaşım yollarından biri olan demiryolu ağı, ülkenin ekonomik, sosyal ve ticari faaliyetlerinde kritik bir rol oynamaktadır. Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları (TCDD) internet sitesindeki bilgiler ve Haziran 2023 verilerine göre, ülkemizin toplam demiryolu ağı uzunluğu 13.919 km'ye ulaşmıştır. Bu ağın 2.251 km'si hızlı tren hatlarından (>160 km/s), 11.668 km'si ise konvansiyonel hatlardan (<160 km/s) oluşmaktadır. Ayrıca, demiryolu ağı üzerinde yüksek hızlı hatlar, hızlı hatlar, konvansiyonel hatlar, sinyalli hatlar ve elektrikli hatlar gibi çeşitli altyapılar bulunmaktadır. Bu çeşitlilik hem yolcu hem de yük taşımacılığında geniş bir yelpazede hizmet verilmesine olanak sağlamaktadır [1].

Demiryollarında taşımacılık faaliyetleri sırasında yaşanabilecek acil durumlar ve afetlere hızlı ve etkili bir şekilde müdahale edebilmek için Yangın Söndürme ve Kurtarma Vagonu tasarımı büyük önem taşımaktadır. Bu özel tasarım, demiryolu taşımacılığının ana unsurları olan yolcuların, personelin, çevrenin ve taşınan yüklerin, yolculuk süreci boyunca sağlıklı ve güvenli bir şekilde taşınmasını öncelik olarak kabul etmektedir. Bunun yanı sıra, demiryolu taşımacılığı için kullanılan çeşitli vagon türleri ve üstyapılar da bu tür bir tasarımın geliştirilmesi için güçlü bir altyapı sunmaktadır.

Demiryollarında kullanılan vagon çeşitleri oldukça geniş bir yelpazeye sahiptir. Örneğin, cevher taşımacılığı için cevher vagonları, sıvı taşımacılığı için sarnıç tipi vagonlar, araç taşımacılığı için araba taşıma vagonları, kuru yük taşımacılığı için tenteli vagonlar ve demiryolu altyapısında kullanılan balast taşıma vagonları gibi birçok farklı tipte vagon bulunmaktadır. Bu vagonlar genellikle taşınacak yükün özelliklerine göre tasarlanmıştır. Yangın Söndürme ve Kurtarma Vagonu Tasarımı, bu çeşitlilik içinde "yük taşımacılığı" sınıfında yer almakta ve mevcut standart vagonlar üzerine monte edilerek modüler bir kurtarma ekipmanı

olarak çalışması hedeflenmektedir. Bu sayede hem ekonomik hem de operasyonel anlamda esnek ve pratik bir çözüm sunulması amaçlanmıştır [2].

1.2 Literatür Taraması

Demiryollarında kullanılan örnek vagon çalışmalarında bir tanesi olan inşaat ve bakım çalışmaları için kullanılan demiryolu vinçleridir. Bu vinçler inşaat malzemelerinin ve ağır ekipmanların demiryollarında istasyonlar arası veya vagonlar arası aktarımları için kullanılabilir. Veya vagonların üstüne yüklerin istiflenmesi gibi işlemleri içinde kullanılabilir [3].

Bir diğer örnek ise demiryolu ambulans vagonlardır. 1918 ve 1990 yılları arasında Avustralya demiryollarında kullanılmıştır. Karayolu ambulans hizmetlerinin başlanmasıyla günümüzde artık demiryolu hatlarından kaldırılmıştır. Benzer mantıkla çalışan bir diğer vagon örneği ise hastane trenleridir. Hastane trenler ilk olarak Kırım savaşı sırasında imal edilmiştir. İmal edildikten neredeyse günümüze kadar olan bütün savaşlarda kullanılmıştır. Hasta nakli, ilk yardım, bazen ameliyathaneler içeren tam donanım mobil tıbbi merkezler olarak hizmet vermişlerdir. Günümüzde de halen faaliyeti devam eden Rusya'nın Sibirya bölgesinde ulaşımın kısıtlı olduğu bölgelere hizmet veren gezici hastane trenler mevcuttur. Günümüzde hala faaliyet gösteren Hindistan'da bir tren ambulans bulunmakta ve aktif olarak çalışmaktadır [4-9].

Benzer bir amaçla yapılan bir çalışmada Endonezya'nın Java Denizi'nde bulunan Karimun Jawa Adaları'nın alt bölgesi olan Jepara'ya bağlı 22 adet adadan oluşan bölgelerde oluşabilecek acil durumları kolaylaştırmak ve Karimun Jawa Adaları'nda bulunan daha yüksek kapasiteye sahip bölgelere hastaların sevki için bir ambulans gemisi tasarımına ihtiyaç duyulmuştur [10].

Dünya çapında benzer bir ürün olan Draeger firmasının tasarladığı Yangın ve Kurtarma Treni, bu alanda önemli bir örnek teşkil etmektedir. Draeger firmasının piyasaya sunduğu ürün, yangınla mücadele ve kurtarma operasyonlarında kullanılmak üzere bir tren konsepti olarak tasarlanmıştır. Ancak, Draeger'in ürünü ile Yangın Söndürme ve Kurtarma Vagonu arasındaki en temel fark, Draeger'in ürününün lokomotif dahil tüm bileşenleriyle bir tren olarak satılmasıdır. Bu durum, ürünün kullanım esnekliğini sınırlarken, maliyetleri de artırmaktadır [11].

Yangın Söndürme ve Kurtarma Vagonu ise bu sorunu aşarak mevcut yük ve yolcu taşımacılığı yapan tren zincirlerine kolayca dahil edilebilecek şekilde tasarlanmıştır. Bu tasarım, olay yerine en kısa sürede ulaşımı mümkün kılarken, farklı tren zincirlerinde kullanılabilmesi sayesinde operasyonel anlamda büyük bir avantaj sağlamaktadır. Örneğin, herhangi bir yangın ya da kurtarma operasyonunda, lokomotifin vagonu taşımak için ayrı bir hazırlık sürecine ihtiyaç duymaması, müdahale süresini önemli ölçüde kısaltmaktadır.

Bunun yanı sıra, Yangın Söndürme ve Kurtarma Vagonu, standart yangın müdahale araçlarının sunamadığı pek çok özelliği bir arada bulundurur. Yüksek kapasiteli su ve köpük depoları, geniş ekipman taşıma alanı ve çok yönlü kurtarma araçları ile bu vagon, demiryolu ağının geçtiği uzak veya erişimi zor bölgelerde etkili bir müdahale olanağı sağlar. Özellikle ormanlık alanlar, köprüler, tüneller ve yol erişiminin mümkün olmadığı diğer bölgelerde yangınla mücadele ve kurtarma operasyonlarında benzersiz bir çözüm sunar.

Sonuç olarak, Yangın Söndürme ve Kurtarma Vagonu, Türkiye'nin gelişen demiryolu altyapısına ve taşımacılık sektörüne büyük katkı sağlayacak yenilikçi bir projedir. Modern teknolojiyle donatılmış bu vagon, demiryolu ağında güvenliği artırırken, çevresel ve insani risklerin azaltılmasında kritik bir rol oynayacaktır. Gelecekte bu tür özel tasarımların yaygınlaşması, demiryolu taşımacılığında güvenlik standartlarının yükselmesine ve afetlere müdahalede hızlı, etkili çözümler geliştirilmesine olanak tanıyacaktır.

1.3 Çalışma Yöntemi

Bu tez çalışmasında, öncelikle mevcut durumda daha önce üretilmiş olan Yangın Söndürme ve Kurtarma Vagonu detaylı bir şekilde incelenmiştir. Bu inceleme sırasında, mevcut tasarımın güçlü yönleri, eksik veya geliştirilmesi gereken unsurlar belirlenmiş ve varsa kusurlar tespit edilmiştir. Değerlendirme sürecinde, ürünün kullanım alanları, operasyonel verimliliği ve kullanıcı ihtiyaçları göz önünde bulundurularak kapsamlı bir analiz gerçekleştirilmiştir.

Elde edilen bulgular doğrultusunda, Yangın Söndürme ve Kurtarma Vagonunun yeniden tasarlanması sürecine başlanmıştır. Bu aşamada en önemli kriterlerden biri, son kullanıcı ihtiyaçlarının ön planda tutulması olmuştur. Kullanıcı

geri bildirimleri ve operasyonel gereksinimler dikkate alınarak, tasarımın daha işlevsel, ergonomik ve verimli hale getirilmesi hedeflenmiştir. Ürünün teknik özelliklerinin belirlenmesiyle birlikte, mühendislik tasarım sürecine geçilmiş ve tasarım çalışmalarının tamamı SolidWorks programı kullanılarak yürütülmüştür. Program yardımıyla ürünün tüm bileşenleri detaylı bir şekilde modellenmiş ve katı model olarak tam görselleştirilmiştir. Böylece, nihai ürünün üç boyutlu görselleri oluşturulmuş ve tasarımın gerçeğe en yakın haliyle değerlendirilmesi sağlanmıştır.

Tasarım sürecinde, yalnızca estetik ve işlevsellik değil, aynı zamanda üretilebilirlik de önemli bir kriter olarak ele alınmıştır. Bu nedenle, tasarım tamamlandıktan sonra, üretici firma ile detaylı bir değerlendirme süreci gerçekleştirilmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda, üretim aşamasında uygulanabilirliği düşük olan veya üretim sınırlarını zorlayan bazı tasarım unsurlarının revize edilmesi gerektiği tespit edilmiştir.

Örnek olarak, tasarımda jeneratörün kabinli bir şekilde kullanılması planlanmış, ancak bu durum konteyner içinde ciddi bir alan kaybına ve ağırlık artışına neden olmuştur. Yapılan değerlendirmeler sonucunda, jeneratörün kabinsiz kullanılması ve jeneratörün bulunduğu alanın bağımsız bir oda şeklinde tasarlanmasının daha verimli olacağı konusunda hem üretici firma hem de proje ekibi fikir birliğine varmıştır. Bu tür tasarım revizyonları, üretim sürecinin daha verimli hale getirilmesi açısından kritik bir rol oynamıştır.

Tasarım sürecinin son aşamasında, üretime geçilmeden önce, üretici firma tarafından bir Muayene ve Test Planı (Inspection and Test Plan-ITP) talep edilmiştir. Bu plan doğrultusunda, üretim sürecinin her aşamasında kalite kontrol ve uygunluk denetimleri gerçekleştirilmiştir. Üretimin, belirlenen tasarım kriterlerine uygun olup olmadığı sürekli olarak gözlemlenmiş ve her aşamada imalat sürecinin tasarıma uygun ilerlediğinden emin olunmuştur.

Üretim süreci boyunca, tasarım ve üretim arasındaki uyumsuzlukların önüne geçmek için üretici firma ve son kullanıcı arasında bir köprü görevi üstlenilmiştir. Tasarımın uygulanabilirliği konusunda yaşanabilecek olası sorunları önceden tespit edebilmek için üretim sürecine doğrudan müdahalelerde bulunulmuş, gerekli durumlarda tasarım revizyonları gerçekleştirilmiştir. İmalat sürecinde karşılaşılan

eksiklikler ve düzeltilmesi gereken noktalar belirlenerek hızlıca çözüm üretilmiş ve bu sayede üretim sürecinin aksamadan ilerlemesi sağlanmıştır.

Yangın Söndürme ve Kurtarma Vagonunun tasarım süreci, önceki versiyonların kapsamlı bir analizi ile başlamış, kullanıcı ihtiyaçları doğrultusunda geliştirilmiş ve üretim aşamasına geçmeden önce detaylı değerlendirmelerden geçirilmiştir. Üretim sürecinde kalite kontrol mekanizmaları aktif bir şekilde devrede tutulmuş, tasarım ve üretim aşamaları arasında güçlü bir koordinasyon sağlanmıştır. Böylece hem teknik hem de operasyonel gereklilikleri karşılayan, verimli, dayanıklı ve kullanıcı dostu bir ürün ortaya çıkarılmıştır.

Tasarım sürecinde, konteyner üretiminde ağırlıklı olarak karbon çelik malzeme tercih edilmiştir. Karbon çeliğin seçilmesinin en önemli nedenleri arasında yüksek mekanik dayanımı, kolay işlenebilirliği, üretim süreçlerine uygunluğu ve piyasada yaygın olarak bulunabilir olması yer almaktadır. Bu özellikleri sayesinde karbon çelik, konstrüksiyon yapısında sağlam ve güvenilir bir yapı oluşturmak için ideal bir malzeme olarak öne çıkmaktadır.

ISO tankların üretiminde ise iki farklı malzeme kullanılmıştır: Konstrüksiyon yapısında karbon çelik, tank bölümünde ise paslanmaz çelik tercih edilmiştir. Konstrüksiyon kısmında karbon çelik kullanılmasının temel sebepleri, yüksek mukavemet sağlaması ve maliyet açısından uygun bir çözüm sunmasıdır. Dayanıklı yapısı sayesinde tankın dış darbelere ve çevresel etkilere karşı daha dirençli olmasını sağlamaktadır. Ayrıca, karbon çeliğin üretimde yaygın olarak kullanılması, tedarik sürecini kolaylaştırarak üretim maliyetlerini düşürmektedir.

Ancak tank bölümünde karbon çelik yerine paslanmaz çelik kullanılması, ürünün uzun ömürlü ve ekonomik olması açısından büyük bir avantaj sağlamaktadır. Karbon çelik, su ile uzun süre temas ettiğinde korozyona uğrayarak zamanla yapısal bozulmalara neden olabilir. Özellikle su, çeşitli kimyasal bileşenler ve oksijenle etkileşime girdiğinde karbon çeliğin yüzeyinde paslanma meydana gelir. Bu durum, tankın iç yüzeyinin zamanla aşınmasına ve delinmelere yol açmasına sebep olabilir.

Özellikle pompa ile birlikte çalışan tank sistemlerinde korozyonun yaratacağı olumsuz etkiler daha da büyük olabilir. Korozyon nedeniyle tankın iç yüzeyinde oluşabilecek metal parçacıkları veya pas kalıntıları, pompa sistemine karışarak pompanın işleyişini bozabilir ve mekanik bileşenlerinde aşınmalara sebep olabilir.

Bu da pompanın veriminin düşmesine, sık arızalara ve dolayısıyla bakım-onarım maliyetlerinin artmasına yol açar. Başlangıçta daha düşük maliyetli gibi görünen karbon çelik tank kullanımı, uzun vadede bu tür sorunlar nedeniyle ekonomik olmaktan çıkabilir ve işletme maliyetlerini önemli ölçüde artırabilir.

Paslanmaz çelik kullanımı ise bu sorunları ortadan kaldırarak daha uzun ömürlü, güvenilir ve ekonomik bir çözüm sunmaktadır. Paslanmaz çelik, korozyona karşı yüksek direnç gösterdiği için su ile temas ettiğinde herhangi bir bozulma veya aşınma meydana getirmez. Böylece hem tankın iç yüzeyini koruyarak uzun vadeli dayanıklılık sağlar hem de pompa sisteminin zarar görmesini önleyerek işletme maliyetlerini minimize eder. Ayrıca, paslanmaz çelik hijyenik bir malzeme olduğu için su depolama ve taşıma süreçlerinde kalite standartlarını korumaya yardımcı olur.

Konstrüksiyon kısmında karbon çelik, tank bölümünde ise paslanmaz çelik kullanımı sayesinde dayanıklı, güvenilir ve ekonomik bir ürün tasarlanmıştır. Bu malzeme seçimi hem üretim maliyetlerini optimize etmekte hem de uzun vadeli kullanım açısından avantaj sağlayarak sürdürülebilir bir çözüm sunmaktadır.

Konteyner içerisinde kullanılacak malzeme raflarının tasarımında hem dayanıklılığı hem de kullanım kolaylığını artıracak bir malzeme seçimi yapılmıştır. Bu doğrultuda, rafların üretiminde alüminyum malzeme tercih edilmiştir. Alüminyumun seçilmesindeki en önemli faktörlerden biri, hafifliği ve yüksek dayanım gücüdür. Çelik gibi ağır metallerle kıyaslandığında, alüminyum çok daha düşük bir ağırlığa sahip olmasına rağmen oldukça sağlam ve dayanıklı bir yapıya sahiptir. Bu sayede, konteynerin genel ağırlığını artırmadan güçlü ve güvenilir bir raf sistemi oluşturulmuştur.

Bunun yanı sıra, alüminyumun doğal yapısı gereği paslanmaya ve korozyona karşı oldukça dirençli olması, uzun ömürlü kullanım sağlaması açısından büyük bir avantajdır. Raf sisteminin en az 30 yıl boyunca güvenli ve sağlam bir şekilde kullanılabilmesi hedeflenmiştir. Zaman içinde dış etkenler nedeniyle yıpranma ve aşınma oluşmaması için alüminyumun dayanıklılığı önemli bir kriter olmuştur. Böylece, rafların bakım gereksinimi minimuma indirilmiş, işletme maliyetleri azaltılmış ve uzun vadeli sürdürülebilir bir çözüm sunulmuştur.

Malzeme raflarının tasarımında dikkat edilen bir diğer önemli konu ise modüler yapıda olmasıdır. Modüler tasarım tercih edilmesinin temel sebebi, raf

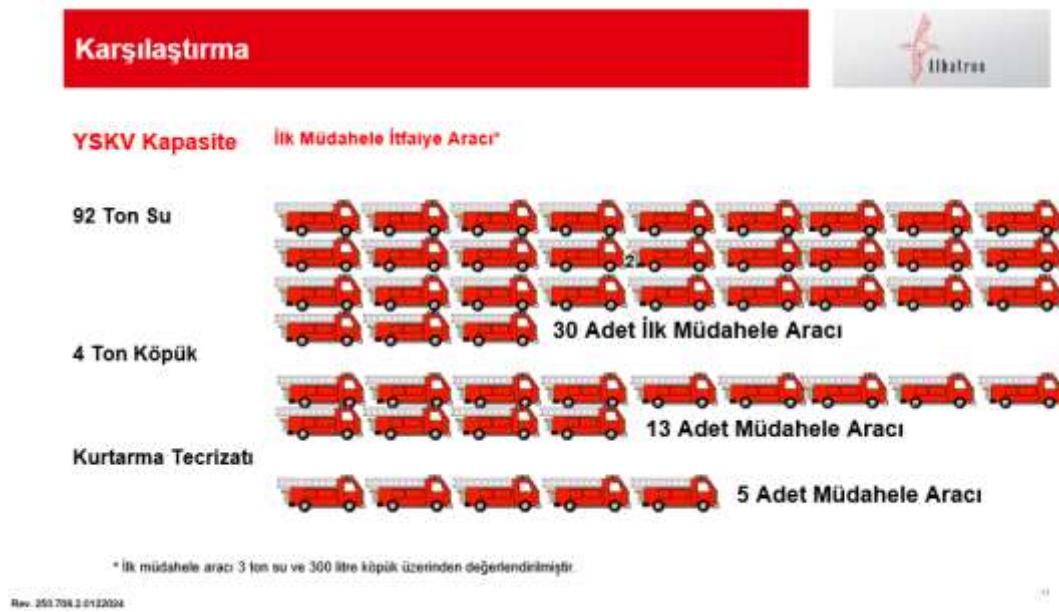
sisteminin ilerleyen zamanlarda yeni malzemeler ve ekipmanlar eklenerek kolayca uyarlanabilir olmasını sağlamaktır. Sabit raf sistemleri, zaman içerisinde değişen ihtiyaçlara cevap veremediğinden, esnek bir yapı sunan modüler sistem, konteyner içerisindeki düzenin kolayca değiştirilmesine olanak tanımaktadır. Bu sayede, yeni ekipmanlar veya farklı boyutlardaki malzemeler konteyner içerisine yerleştirilmek istendiğinde, mevcut raf sisteminin tamamen sökölmesine gerek kalmadan hızlı ve pratik şekilde yeni düzenlemeler yapılabilir.

Raf sisteminin modüler olabilmesi için üretim sürecinde kaynak veya yapıştırma yöntemleri yerine, vidalı ve geçmeli montaj teknikleri tercih edilmiştir. Kaynak veya yapıştırma yöntemleri kullanıldığında, rafların konumu sabit hale geleceğinden, ilerleyen süreçte olası değişikliklerin yapılması zorlaşacaktır. Bu durum, sistemin esnekliğini kaybetmesine ve kullanım süresi boyunca değiştirilemez bir yapı oluşturmasına neden olabilir. Ancak, vidalı ve geçmeli bağlantı sistemleri kullanılarak rafların gerektiğinde sökölüp yeniden monte edilebilmesi sağlanmıştır. Böylece, kullanıcılar ihtiyaç duyduklarında rafları farklı yüksekliklerde ve farklı konumlarda düzenleyebilir, sistemlerini değiştirebilir ve konteyner içindeki alanı en verimli şekilde kullanabilirler. Konteyner içerisinde malzemelerin konumlandırılacağı raf sistemleri hem hafif hem de dayanıklı bir malzeme olan alüminyumdan üretilmiş, minimum 30 yıl ömürlü olacak şekilde tasarlanmıştır. Modüler yapıya sahip olması sayesinde, ilerleyen yıllarda oluşabilecek değişikliklere kolayca uyum sağlayabilmesi hedeflenmiştir. Üretim sürecinde kaynak veya yapıştırma gibi sabitleyici yöntemler kullanılmamış, bunun yerine vidalı ve geçmeli montaj teknikleri tercih edilerek sistemin esnekliğı korunmuştur. Böylece hem uzun ömürlü hem de kullanıcı dostu bir raf sistemi tasarlanarak, konteyner içerisindeki düzen ve verimlilik maksimum seviyeye çıkarılmıştır.

2 TASARIM ANA YAPILARI

Yangın Söndürme ve Kurtarma Vagonu Tasarımı iki adet 80 FT platform vagonu üzerine monte edilecek şekilde tasarlanmıştır. Bütün çalışma Solidworks programı kullanılarak sanal olarak oluşturulmuş ve imalat için detaylar bu program üzerinden çıkarılmıştır.

Yangın Söndürme ve Kurtarma Vagonu kendi elektriğini üretebilen 24 saat süre ile kesintisiz müdahale imkanı sağlayabilir. 92 ton su ile 30 adet İlk Müdahale Aracı kapasitesine sahiptir. 4 ton köpük ile 13 adet Müdahale Aracı kapasitesine sahiptir.



Şekil 2.1: YSKV ve İtfaiye Aracı Kapasite Karşılaştırılması (Üretici firma karşılaştırması) [12]

Tasarım yapılırken ön araştırma ve amaçlar göz önüne alınmıştır. Daha önce üretilmiş olan ürün incelenmiştir. Proje kapsam ve amaçlarına uygun senaryolar dikkate alınmıştır.

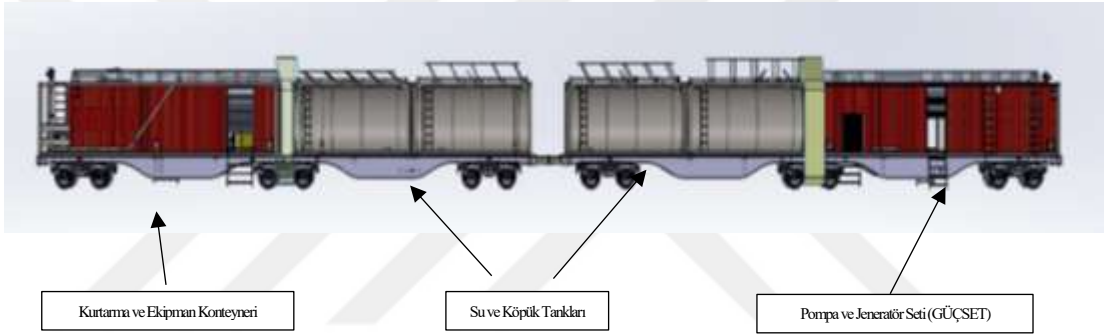
Yangın Söndürme ve Kurtarma Vagonu Tasarımı üç ana yapıdan oluşmaktadır.

1. Pompa ve Jeneratör Seti (GÜÇSET) Konteyneri

2. Su ve Köpük Tankları
3. Kurtarma ve Ekipman Konteyneri (KEK)



Şekil 2.2: Yangın Söndürme ve Kurtarma Vagonu Tasarımı



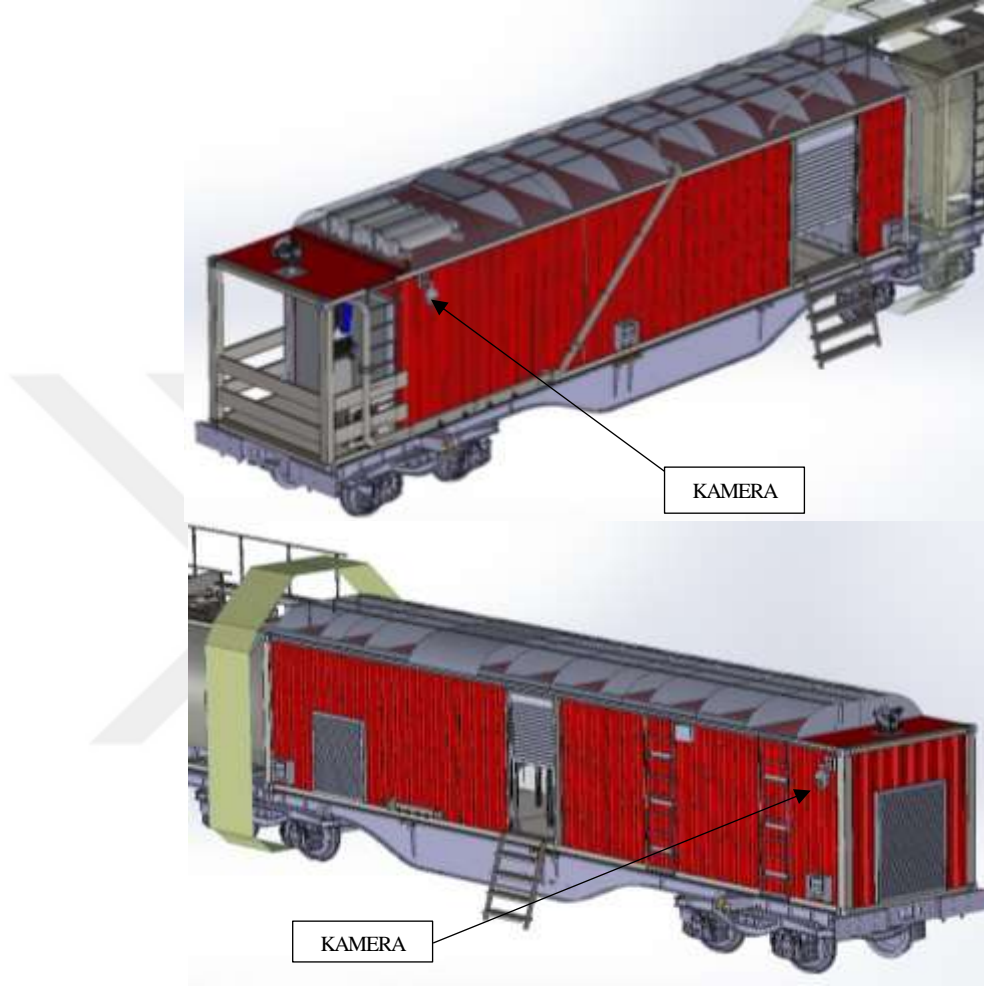
Şekil 2.3: Yangın Söndürme ve Kurtarma Vagonu Tasarımı Üç Ana Yapısı

Yangın Söndürme ve Kurtarma Vagonu Tasarımı iki adet 40 FT konteyner ve dört adet 20 FT ISO Tank konteyner olarak tasarlanmıştır. 40 FT Konteynerlerden biri Pompa ve Jeneratör Seti Konteyneri (GÜÇSET) ve ikincisi Kurtarma ve Ekipman Konteyneri (KEK) olarak adlandırılmıştır.

Yangın Söndürme ve Kurtarma Vagonu Tasarımı yapılırken sistemin iki adet vagon üstüne konumlandırılacağı ve bu sistemin bir kamera sistemi ile sürekli olarak kontrolünün sağlanması da düşünülmüştür. Bunun sağlanabilmesi için GÜÇSET ve KEK Konteynerleri üzerinde en uçlarda sağda ve solda olmak üzere toplamda dört adet kamera konumlandırılacaktır.

Konteynerlerin ve tankların üzerinde herhangi bir müdahale için yürüyüş yolları yapılacaktır. Yürüyüş yolları kaydırmaz kabartılı bir yüzeye sahip olacaktır. Her bir vagon için başından sonuna gidebilecek uzunluğa sahip olacaktır. Konteyner ve tankların üzerindeki yürüyüş yollarına erişebilmek için merdivenlere sahip

olacaktır. Merdivenler konumlandırılırken operasyon esnasında vagonun hangi tarafından müdahale edileceği belirsiz olduğu için vagonun sağ ve sol her iki tarafında olacak şekilde vagonun en uçlarından her taraftan erişebilir olmasına dikkat edilecektir.

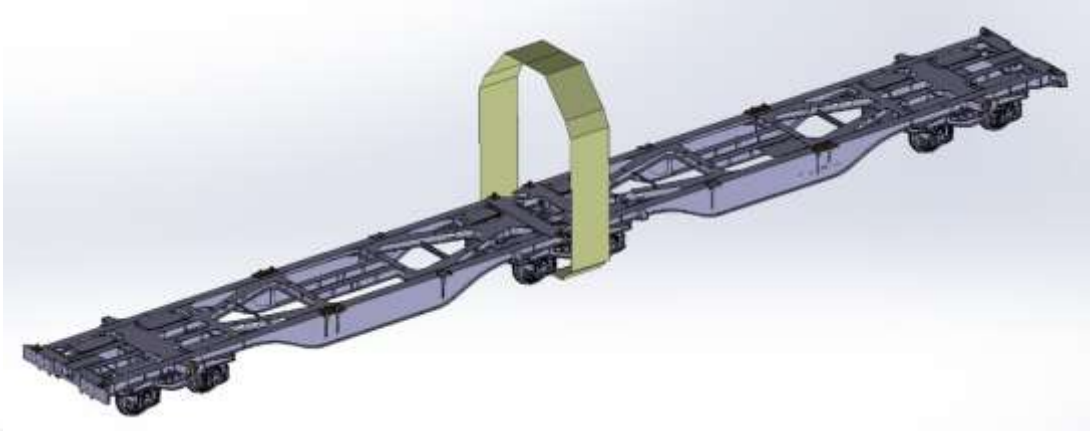


Şekil 2.4: Kurtarma ve Ekipman Konteyneri (KEK) Kamera Konumu

SolidWorks üzerinde, tasarımın tamamı gerçeği birebir yansıtacak şekilde modellenmiş olup, bunun amacı üretim öncesinde, sırasında veya sonrasında ortaya çıkabilecek olası sorunların ortadan kaldırılmasıdır. Yazılımın bir diğer avantajı ise, imalat için gerekli teknik resimlerin hazırlanmasına katkı sağlamasıdır. [13]

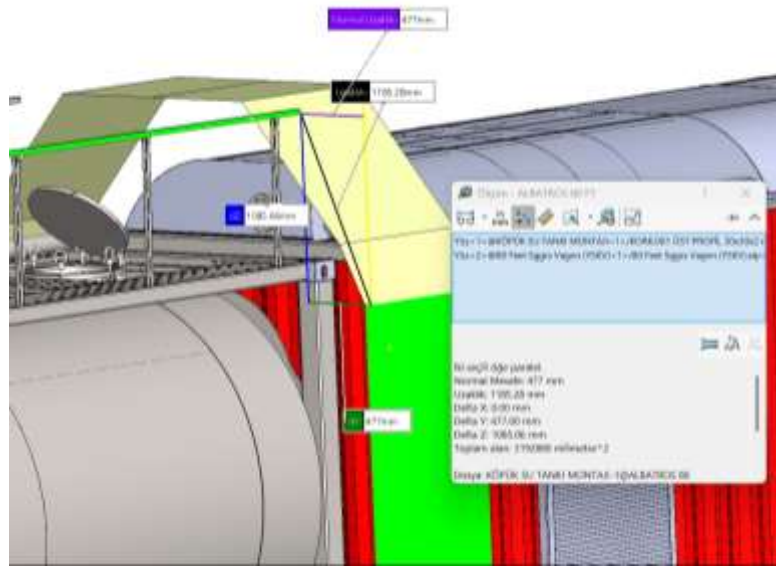
SolidWorks'te oluşturulan tasarım ayrıca, Şekil 2.5, Şekil 2.6 Şekil 2.7'de sarı renkle gösterilen parça ile gabari testi için sanal bir deneme imkânı sunmuştur. Gabari testi, demiryolu ürünleri için yapılan son değerlendirmelerden biridir ve ürünün bir tünele girişini simüle etmek amacıyla gerçekleştirilir. Bu testin temel amacı, ürünün herhangi bir parçasının tünele giriş, geçiş veya çıkış sırasında tünel duvarlarına temas edip etmediğini belirlemektir. Herhangi bir parça temas ederse test

başarısız sayılır ve yeniden uygulanmadan önce gerekli revizyonların yapılması gerekir. Test için hazırlanan tünel simülasyonu 3150 mm genişliğe ve 4520 mm yüksekliğe sahiptir. [13]



Şekil 2.5: 80 FT Platform Vagon [13]

YSKV tasarımı için gabari testi SolidWorks kullanılarak simüle edilmiş ve olası sorunlar yazılım üzerinde giderilmiştir. Örneğin, ISO tanklarının korkulukları başlangıçta testi geçememiştir. Testten geçebilmesi için korkuluklar hareketli olacak şekilde yeniden tasarlanmıştır. Bu revizyona ait ayrıntılı ölçümler Şekil 2.6 ve Şekil 2.7'de sunulmuştur. Görsel kanıtlarla desteklenen testte, sabit korkulukların gabari sınırlarını aştığı açıkça gözlemlenmiştir. Ancak, hareketli korkulukların izin verilen gabari sınırları içerisinde kaldığı net bir şekilde görülmüştür. [13]



Şekil 2.6: Gabari Testinden Önce ISO Tank Üzerindeki Korkuluk Yerleşimi [13]

3. AMAÇ VE KAPSAM

3.1 Çevre Emniyeti Alma

Afetlerde olay sırasında ve sonrasında çevre emniyetinin alınması insanların, doğanın, hayvan ve diğer varlıkların güvenliğini sağlamak için alınan önlemlerdir. Alınacak olan önlemler afetin türüne ve boyutuna göre değişiklik gösterir. Temel amaç zararı en aza indirerek can ve mal kaybını önlemektir.

Bu amaçla Yangın Söndürme ve Kurtarma Vagonu Tasarımında çevre emniyetini almak için en önemli olan temel ihtiyaç gece ve gündüz çalışmalarının yapılabilmesidir. Bunun için konteyner çevresinde her köşede bulunan projektörler ile çevre aydınlatılmasının sağlanmasıdır.

Tren yolu hattı üzerinde müdahalenin gerçekleşeceği bölgede elektrik olmamasına karşın tasarım yapılırken konteynerlerden olan GÜÇSET Konteyneri içerisinde jeneratör monte edilerek sistemde sürekli olarak elektriğin olması sağlanacaktır. Bunun yetersiz kalması durumunda konteyner içerisinde bulunan şarjlı ve seyyar aydınlatmalar ve gerekli ekipmanlar bulunacaktır. Diğer bir tedbirde sistemde bulunan kameraların gece görüş özelliğine sahip olmasıdır.

3.2 Yangın Söndürme

Yangın söndürme ve kurtarma operasyonları, hızlı müdahale ve etkin söndürme sistemleri gerektiren kritik süreçlerdir. Demiryolu taşımacılığında olası yangın risklerine karşı önlem almak ve etkili bir yangın söndürme sistemi sağlamak amacıyla özel olarak tasarlanan Yangın Söndürme ve Kurtarma Vagonu, modern yangın güvenliği teknolojileri ile donatılmıştır. Bu sistem, büyük ölçekli yangınlara müdahale edebilmek için yeterli kapasiteye sahip olup, su ve köpük bazlı yangın söndürme teknolojilerini bir arada kullanarak maksimum verimlilik sağlamaktadır.

Vagonda yangın söndürme kapasitesini artırmak ve operasyonel esneklik sağlamak amacıyla toplam 4 adet ISO tank konteyneri yer almaktadır. Bu

konteynerler hem su hem de köpük depolamak için özel olarak tasarlanmış olup, farklı yangın türlerine karşı etkili bir müdahale imkânı sunmaktadır.

Büyük ölçekli yangınlarda ilk müdahale için yeterli su kapasitesine sahiptir. Kimyasal yangınlar ve sıvı yakıt kaynaklı yangınlar için özel köpük solüsyonu içerir.

Yangın söndürme sürecinin etkinliğini artırmak amacıyla, GÜÇSET konteynerine 1 adet pompa dahil edilmiştir. Bu pompa, suyun ve köpüğün istenilen oranlarda karıştırılmasını ve hızlı bir şekilde yangın bölgesine iletilmesini sağlayarak müdahale sürecini optimize eder. Büyük hacimli su ve köpüğün taşınmasını sağlayacak güçlü bir motorla çalışır. Yangının türüne göre ideal su ve köpük oranını belirleyerek en etkili söndürme işlemi gerçekleştirir. Su ve köpüğün gecikmesiz olarak monitörlere ve yangın sahasına iletilmesini sağlar. Zorlu hava ve operasyon koşullarına dayanıklı malzemelerden üretilmiştir.

Vagonun her iki başında yüksek performanslı su ve köpük monitörleri yer almaktadır. Bu monitörler, geniş bir kapsama alanına sahip olup, yangının farklı bölgelerine eş zamanlı olarak müdahale edilmesine olanak tanır. Vagonun her iki ucuna yerleştirilmiş monitörler sayesinde yangına her açıdan müdahale edilebilir. Su ve köpüğü yüksek basınçlı jetler halinde hedef noktaya ulaştırarak yangının yayılmasını önler. Monitörlerin döner başlıkları sayesinde geniş alanlara müdahale edilebilir. Operasyonel gereksinimlere bağlı olarak uzaktan kumanda ile veya manuel olarak kontrol edilebilir.

Bu sistem, demiryolu taşımacılığında oluşabilecek yangınlara karşı en hızlı ve en etkili şekilde müdahale edebilmek için geliştirilmiştir. Yangın Söndürme ve Kurtarma Vagonunun sağladığı başlıca avantajlar şunlardır:

- Su ve köpük kombinasyonu sayesinde geniş çaplı yangınlara müdahale edebilir.
- Endüstriyel yangınlar, orman yangınları, petrol rafinerisi yangınları ve tren kazalarından kaynaklanan yangınlar gibi farklı senaryolar için uygundur.
- Özel tasarım pompalar ve monitörler sayesinde yangın sahasına hızlı bir şekilde su ve köpük aktarımı sağlanır.
- Yüksek sıcaklık, basınç ve zorlu çevresel koşullara dayanıklı bileşenler içerir.

Yangın Söndürme ve Kurtarma Vagonu, yangınla mücadelede yüksek etkinlik sağlayan, su ve köpük bazlı birleşik bir sistem olarak tasarlanmıştır. ISO

tank konteynerlerinde depolanan söndürme maddeleri, yüksek kapasiteli pompa ve monitörler sayesinde kontrollü ve güçlü bir şekilde yangın bölgesine iletilir. Bu yenilikçi sistem, demiryolu taşımacılığında ve endüstriyel alanlarda yangınlara hızlı ve etkili bir şekilde müdahale edilmesini sağlayarak, can ve mal güvenliğini en üst düzeye çıkarmaktadır.

Yangın Söndürme ve Kurtarma Vagonu Tasarımında yangın söndürme için 4 adet ISO tank konteyneri içinde su ve köpük bulundurulacaktır. Sistemdeki su ve köpüğün karıştırılması ve aktarılması için GÜÇSET Konteynerine 1 adet pompa ve Vagonun her iki başında da su ve köpük monitörleri bulundurulacaktır. Örnek senaryo aşağıdaki gibi oluşturulmuştur;

Senaryo;

- Tren yolu ve çevresinde oluşabilecek her türlü yangın.
- Sonuç;
- Yangının çevredeki yerleşim alanları ve ormanlık alanlara sıçrama riski

Çevre Kirliliği

Çözüm;

- 92 ton su ve 4 ton köpük ile her türlü müdahaleye imlan sağlamaktadır.
- Sistemdeki su pompası ile 10 bar basınçta tazyikli suya sahip olmasıdır.
- Yaklaşık 53 metre 2 vagon alanı boyunca her bir noktadan suya erişim imkanı sunmaktadır.
- Konteyner içindeki raflarda bulunan hortumlar ile 500 m uzağa ulaşabilme imkanı sağlamaktadır.
- Sistemin başında ve sonunda bulunan 2 adet su monitörü sayesinde 60 m uzaklığa su sıkabilecek imkana sahiptir. Ayrıca bu kumandalar uzaktan kontrol imkanına sahiptir.
- Tren hareket halindeyken bile önleme ve müdahale imkanı sunmaktadır.
- Çevrede su kaynağı varsa sınırsız su kaynağı ile söndürme ve soğutma kapasitesi aralıksız devam edebilir.

3.3 Kaza Kırım Kurtarma

Yangın Söndürme ve Kurtarma Vagonu, sadece yangınla mücadele etmekle kalmaz, aynı zamanda demiryolu kazaları, devrilmeler, çarpışmalar ve diğer acil durum senaryolarında da etkin bir şekilde kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Olası kaza senaryoları detaylı bir şekilde analiz edilerek, her bir senaryoya uygun el aletleri ve ekipmanlar belirlenmektedir. Bu sayede, olay yerinde en hızlı ve verimli müdahale sağlanarak can kayıplarının önlenmesi ve maddi zararların en aza indirilmesi hedeflenmektedir.

Yangın Söndürme ve Kurtarma Vagonunun tasarım sürecinde, demiryolu taşımacılığında meydana gelebilecek farklı türdeki kazalar göz önüne alınmıştır. Her bir kaza türüne özel müdahale planı geliştirilmiş ve buna uygun el aletleri ve ekipmanlar seçilmiştir.

Yangın Söndürme ve Kurtarma Vagonunun tasarımında kapsamlı kaza senaryoları öngörülerek, her bir senaryo için gerekli el aletleri belirlenmiş ve özel saklama çözümleri geliştirilmiştir. Hafif, dayanıklı ve sarsıntıya karşı korunaklı alüminyum raf sistemleri sayesinde, ekipmanların güvenliği sağlanırken, acil durumlarda en hızlı şekilde erişim imkânı sunulmaktadır.

Bu yenilikçi sistem, demiryolu güvenliğinde önemli bir standart oluşturmakta ve olası kazalara karşı hazırlıklı bir kurtarma mekanizması sunarak can ve mal güvenliğini en üst düzeye çıkarmaktadır.

Yangın Söndürme ve Kurtarma Vagonu Tasarımında kaza senaryoları öngörülerek her bir senaryo için uygun el aletleri belirlenecektir. El aletleri sarsıntı ve yol şartlarına uygun tedbirler alınarak alüminyum malzemedan yapılmış raflara yerleştirilecektir. Örnek bir senaryo aşağıdaki gibi oluşturulmuştur;

Senaryo;

- Hız sınırının üstünde ilerleyen bir yük treni viraj dönerken raydan çıkması.

Sonuç;

- Trenin raydan çıkması
- Çevre Kirliliği

Çözüm;

- Vagon içerisinde raflarda bulunan ekipmanlar ile mümkünse raya geri koyma işlemi gerçekleştirilebilir.
- Kurtarma ve tahliye işlemleri için hidrolik kesme, ayırma, bu işleri kolaylaştırmak için kaldırma ve destekleme yastıklarına sahiptir.

3.4 Çevre Kirliliğini Önleme ve Kirlilik Giderme

Demiryolu taşımacılığı sırasında meydana gelebilecek kazalardan biri de vagonların raydan çıkması (deray olması) durumudur. Bu tür olaylar, özellikle yanıcı ve tehlikeli maddeler taşıyan sarnıç vagonları söz konusu olduğunda büyük riskler barındırmaktadır. Deray halindeki vagonlardan sızabilecek akaryakıt, kimyasal maddeler veya diğer tehlikeli sıvılar, çevreye ve insan sağlığına ciddi zararlar verebilir. Bu nedenle, Yangın Söndürme ve Kurtarma Vagonu tasarımında bu tür sızıntıları önleyecek ve güvenli yakıt transferini sağlayacak özel sistemler geliştirilmiştir.

Yangın Söndürme ve Kurtarma Vagonunun tasarımında deray halindeki sarnıç vagonlarının oluşturabileceği yakıt sızıntılarına karşı etkili bir müdahale stratejisi geliştirilmiştir. Yakıt kaçaklarını hızlı tespit eden sensörler, acil müdahale ekipmanları, güvenli transfer sistemleri ve çevresel koruma önlemleri sayesinde, bu tür kazaların olası zararları en düşük seviyeye indirilmektedir.

Bu sistem hem çevreyi koruma hem de ekonomik kayıpları en aza indirme açısından büyük bir yenilik sunmaktadır. Ayrıca, afet anlarında hızlı ve etkin bir müdahale mekanizması sağlayarak, demiryolu taşımacılığı güvenliğini önemli ölçüde artırmaktadır.

Yangın Söndürme ve Kurtarma Vagonu Tasarımında kaza senaryolarından biri olan deray halindeki vagonlarda oluşabilecek yakıt sızıntılarının önlenmesi. Sarnıç vagonlarının raydan çıkması durumunda yakıt veya kimyasal madde sızıntısının asgari seviyede tutulması ve kaçakların kontrol altına alınarak doğaya vereceği zararın minimuma indirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu amaçla önleyici tedbirler ve müdahale ekipmanları planlanmıştır. Sarnıç vagonlarındaki yakıtların seyyar tanklara taşınması için zaiyatın asgari seviyede ve kaçaklar önlenerek doğaya

verilecek zararın minimum seviyede tutulması amaçlanmıştır. Örnek bir senaryo aşağıdaki gibi oluşturulmuştur;

Senaryo;

- Sarnıç vagonlar taşınan yakıt sızıntısı.

Sonuç;

- Çevre Kirliliği
- Potansiyel sağlık sorunları

Çözüm;

- Yakıtın seyyar depolara aktarılması ile potansiyel sorunların önüne geçilebilir.
- Seyyar esnek tanklar ekipman envanterinde bulunacaktır.
- Aktarımın sağlanabilmesi için ikmal pompası bulundurulacaktır.

3.5 Tehlikeli Madde Geçici Depolama

Yangın Söndürme ve Kurtarma Vagonu tasarımında, olası kaza senaryoları detaylı bir şekilde analiz edilerek, özellikle sıvı yük taşıyan vagonlarda meydana gelebilecek sızıntı ve dökülmelere karşı etkili çözümler geliştirilmiştir. Demiryolu taşımacılığında, özellikle tehlikeli ve yanıcı sıvılar içeren sarnıç vagonlarının kaza anında devrilmesi, delinmesi veya gövdesinin zarar görmesi gibi durumlar ciddi çevresel riskler oluşturmaktadır. Bu tür kazaların meydana gelmesi halinde, taşınan sıvının kontrolsüz bir şekilde çevreye yayılması, yangın tehlikesini artırarak hem çevresel hem de can ve mal güvenliğini tehdit edebilmektedir.

Bu riskleri en aza indirmek amacıyla, sistemin tasarımında sıvı yükün güvenli bir şekilde tahliye edilerek özel olarak geliştirilmiş esnek tanklara aktarılması hedeflenmiştir. Esnek tanklar, yüksek dayanımlı malzemeden üretilmiş olup, hem hızlı kurulum imkânı sunmakta hem de taşınan sıvının güvenli bir şekilde muhafaza edilmesini sağlamaktadır. Bu yöntem sayesinde, kazadan kaynaklanan zaiyat en aza indirgenirken, aynı zamanda çevreye verilecek zarar da minimum seviyeye çekilmektedir.

Sistem, olası acil durumlarda hızlı müdahale edebilmek için donatılmış olup, tahliye sürecinin güvenli ve kontrollü bir şekilde gerçekleşmesi için yüksek

kapasiteli pompalar ve özel tahliye ekipmanları ile desteklenmektedir. Esnek tanklar, yangına dayanıklı özel malzemelerden üretilmiş olup, sızdırmazlık özellikleri sayesinde taşınan sıvının çevreye zarar vermesini engellemektedir. Ayrıca, bu tankların hafif ve taşınabilir olması sayesinde, farklı bölgelerde meydana gelen kazalara hızlı bir şekilde müdahale edilebilmektedir.

Yangın Söndürme ve Kurtarma Vagonunda geliştirilen bu sistem sayesinde, sıvı yük taşıyan sarnıç vagonlarında meydana gelebilecek kaza durumlarında, dökülme ve sızıntı kaynaklı yangın ve çevresel zararlar minimize edilerek, etkili bir kriz yönetimi sağlanmaktadır. Bu sayede hem çevre korunmakta hem de tehlikeli sıvıların güvenli bir şekilde taşınması mümkün hale getirilmektedir.

Yangın Söndürme ve Kurtarma Vagonu Tasarımında kaza senaryolarından sıvı yükün emniyetli bir şekilde esnek tanklara taşınmasını sağlayarak zaiyatı en aza indirmek ve doğaya verilecek zarar minimum seviyede tutulması amaçlanmıştır. Örnek bir senaryo aşağıdaki gibi oluşturulmuştur;

Senaryo;

- Tehlikeli madde taşıyan trende tehlikeli sıvı madde sızıntısı.

Sonuç;

- Çevre Kirliliği
- Potansiyel sağlık sorunları

Çözüm;

- Tehlikeli sıvı yükün emniyetli bir şekilde fleksibül tanklara taşınmasını sağlamaktır.
- Konteyner içerisinde fleksibül tanklar bulundurulacaktır.
- Gerekli ekipman bulundurulacaktır.

4. İMALAT SÜRECİ

Yangın Söndürme ve Kurtarma Vagonu Tasarımında imalat aşamalarının her adımının titizlikle planlanarak, minimum sürede maksimum verimin elde edilmesi hedeflenen süreç ve dikkate alınması gereken hususlar detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

Yangın Söndürme ve Kurtarma Vagonu, afet bölgelerinde acil müdahale gerektiren, hareketli ve yüksek performanslı bir ekipman olarak tasarlanmıştır. Bu özel tasarım sürecinde, imalat aşamaları baştan sona detaylı bir şekilde değerlendirilmiş ve her adım, ürünün kullanım amacı ile kapsamına uygun olarak planlanmıştır. İmalat sürecinin temel hedefi; ürünün en kısa sürede üretilmesi ve işletme koşulları altında maksimum verimlilikle çalışmasının sağlanmasıdır. Bu doğrultuda, imalat aşamasında dikkat edilmesi gereken başlıca hususlar aşağıda detaylandırılmıştır.

- Ekipman Sabitlemesi ve Güvenli Montajı

Vagon içerisinde yer alan yangın söndürme sistemleri, kontrol panelleri, pompa üniteleri, LED aydınlatmalar, elektrikli fanlar, menfezler, kapı ve kapak sistemleri gibi her bir ekipman, çalışması esnasında ortaya çıkabilecek titreşim, sarsıntı ve darbe gibi dış etkenlerden etkilenmemesi için güvenli bir biçimde sabitlemelidir. Bu sabitleme işlemleri, afet anlarında ekipmanların yer değiştirmesini engelleyerek, müdahale sırasında kesintisiz ve hatasız çalışmasına olanak tanır. Her bir parçanın doğru ve sağlam bir şekilde monte edilmesi, sistemin genel verimliliğini artırırken, uzun ömürlülüğünü de garanti altına alır.

- Esnek Bağlantılar ile Uyumlu Sistem Yapısı

Yangın Söndürme ve Kurtarma Vagonu, iki ayrı vagonun birbirine dahil edilmesiyle oluşturulan bir sistemdir. Bu yapıda, vagonlar arasında yer alan ekipmanların birbirleriyle olan bağlantıları son derece kritik bir öneme sahiptir. Titreşim, yol koşulları ve dinamik hareketlerin etkisi altında, bu bağlantıların esnek (esnek) olarak tasarlanması gerekmektedir. Esnek bağlantılar, vagonlar arası veri ve

enerji akışını kesintisiz hale getirirken, aynı zamanda oluşabilecek sarsıntı ve titreşimleri absorbe ederek ekipmanların hasar görmesini önler. Bu entegrasyon süreci, imalat aşamasında özel malzeme ve bağlantı elemanları kullanılarak titizlikle uygulanmaktadır.

- Isı ve Ses İzolasyonu için Yüksek Performanslı Panellerin Kullanımı

Vagonun iç mekanının, dış etkenlerden gelen ısı değişimleri ve ses kirliliğine karşı korunması büyük önem taşımaktadır. Bu amaçla, konteyner iç yüzeyleri 50 mm kalınlığında yüksek performanslı ısı ve ses izolasyon panelleri ile kaplanacaktır. Bu paneller, vagon içerisindeki ekipmanların çalışma sıcaklıklarını sabit tutmak ve istenmeyen gürültü seviyelerinin azaltılması için ideal bir çözüm sunar. Böylece, acil müdahale sırasında operatörlerin konforu sağlanırken, ekipmanların performansında herhangi bir olumsuzluk yaşanmaması temin edilmektedir.

- Kaymaz Desenli Alüminyum Zemin Kaplaması

Konteynerlerin iç tabanları, vagon içinde güvenli bir çalışma ortamı oluşturmak amacıyla kaymaz desenli alüminyum malzeme ile kaplanacaktır. Bu özel zemin kaplaması, ekipmanların sabit kalmasını sağlarken, operatörlerin olası kayma ve düşme risklerine karşı korunmasına yardımcı olur. Alüminyum malzemenin hafifliği, dayanıklılığı ve korozyon direnci, imalat sürecinde tercih edilmesinin temel sebeplerindedir. Ayrıca, bu kaplama kolay temizlenebilir ve uzun ömürlü olması sayesinde bakım maliyetlerini de minimize etmektedir.

Kaymaz desenli alüminyum, yüzeyinde kabartmalı desenler bulunan, hafif ve dayanıklı bir malzemedir. Genellikle 1050, 3003, 5052 veya 5754 serisi alüminyum alaşımlarından üretilen bu levhalar, kayma riskini azaltarak güvenliği artırır. Korozyona karşı yüksek dirence sahip olup, nemli ve zorlu ortam koşullarında uzun ömürlü kullanım sunar. Hafif yapısı sayesinde kolay taşınabilir ve işlenebilir, kesme, bükme ve kaynak işlemlerine uygundur. Sanayi tesislerinden araç zeminlerine, merdiven basamaklarından dekoratif uygulamalara kadar geniş bir kullanım alanına sahiptir. Estetik ve işlevselliği bir arada sunan kaymaz desenli alüminyum levhalar, kaymaz yüzeyi ve aşınmaya karşı dayanıklılığıyla güvenli ve sağlam bir çözüm sağlar.

- LED Aydınlatma Sistemleri ile Optimum Aydınlatma

Acil müdahale ve gece operasyonları için vagonun iç mekanının yeterli aydınlatılması kritik bir gerekliliktir. Bu amaçla, konteynerin iç kısmı yüksek verimli LED aydınlatmalar ile donatılacaktır. LED aydınlatmalar, enerji tüketimini minimum düzeyde tutarken, uzun ömürlü ve parlak bir ışık sağlar. Böylece, operatörler ve kurtarma ekipleri, düşük ışık koşullarında dahi net bir görüşe sahip olacak ve müdahale süreçlerini sorunsuz bir şekilde sürdürebilecektir.

- Elektrikli Fanlar ile Isıtma Sistemi

Konteynerin iç ortamını optimum sıcaklıkta tutabilmek için, elektrikli fanlar aracılığıyla dahili bir ısıtma sistemi kurulacaktır. Bu sistem, soğuk hava koşullarında bile hızlı ve etkili bir ısınma sağlayarak, ekipmanların ve operatörlerin konforunu artırır. Fanlar, enerji verimliliği göz önünde bulundurularak seçilmiş olup, çalışma alanındaki hava akışını optimize etmek amacıyla dikkatlice yerleştirilecektir. Böylece, vagon içindeki sıcaklık dengesi sağlanarak, ekipman performansının düşmesi engellenir.

- IP67 Koruma Sınıfına Sahip Dış Elektrik Prizleri

Vagonun dış yüzeyinde bulunan elektrik prizlerinin, zorlu dış etkenlere ve hava koşullarına karşı dayanıklı olması sağlanacaktır. Bu kapsamda, her bir dış elektrik prizi IP67 koruma sınıfına sahip olacak şekilde tasarlanmıştır. IP67 standardı, prizlerin toz ve suya karşı tamamen korunaklı olduğunu garanti eder. Bu özellik, özellikle yağışlı, tozlu ve nemli ortamlarda güvenli ve kesintisiz enerji erişimi sağlamaktadır.

- Menfez Tasarımında Su ve Toz Girişi Engelleme Özelliği

GÜÇSET konteynerinde bulunan menfezler, dış etkenlerden su ve toz girişini engelleyecek şekilde özel olarak tasarlanacaktır. Bu tasarım, menfezlerin filtreleme özellikleri ile desteklenerek, konteyner içine istenmeyen partiküllerin girmesini önler. Böylece, vagon içindeki ekipmanların temizliği ve performansı korunurken, uzun süreli kullanımda bakım maliyetleri düşürülmüş olur. Menfezlerde kullanılan özel tasarım detayları, ürünün dayanıklılığını ve verimliliğini artırmaya yönelik olarak geliştirilmiştir.

- Tam Sızdırmaz Kapı, Kapak, Menfez ve Panjur Sistemleri

GÜÇSET ve KEK konteynerlerinde, tüm kapı, kapak, menfez ve panjur sistemlerinin tam sızdırmaz olarak imal edilmesi, imalat sürecinin bir diğer kritik noktasını oluşturmaktadır. Bu bileşenler, dış etkenlerin konteyner içine sızmasını engellemek amacıyla özel sızdırmazlık malzemeleri kullanılarak monte edilecektir. Sızdırmazlık testlerinden başarıyla geçen bu sistemler, vagonun içindeki ekipmanların korunmasını sağlarken, aynı zamanda dış ortamın neden olabileceği hasarları minimize eder. Bu uygulama, ürünün genel dayanıklılığını ve güvenilirliğini önemli ölçüde artırmaktadır.

Yangın Söndürme ve Kurtarma Vagonunun imalat sürecinde, her bir adım detaylı olarak planlanmış ve ürünün kullanım amacına uygun olarak optimize edilmiştir. Hareketli ve afet bölgelerinde kullanılacak olan bu sistemde, ekipmanların sabitlenmesi, esnek bağlantılarla entegrasyonu, ısı ve ses izolasyonu, kaymaz zemin kaplaması, LED aydınlatma, ısıtma sistemleri, IP67 korumalı dış elektrik prizleri, su ve toz girişini engelleyen menfez tasarımı ile tam sızdırmaz kapı ve kapak sistemleri gibi unsurlar, üretim sürecinde titizlikle uygulanmaktadır. Bu kapsamlı yaklaşım, imalatın minimum sürede maksimum verimle gerçekleştirilmesini sağlarken, son kullanıcıya güvenli, dayanıklı ve yüksek performanslı bir ürün sunmayı amaçlamaktadır.

Bu detaylı imalat stratejisi, Yangın Söndürme ve Kurtarma Vagonunun acil durumlarda etkin, güvenilir ve sürdürülebilir bir şekilde çalışmasını sağlayarak, afet anlarında müdahale ekiplerinin yanında sağlam bir destek mekanizması oluşturacaktır.

4.1 Pompa ve Jeneratör Seti Konteyneri (GÜÇSET)

Pompa ve jeneratör Seti (GÜÇSET) Konteynerinin yarısı pompa ünitesi ve jeneratör ünitesi için tasarlanacak ve geri kalanı ise ekipman odası olarak tasarlanmıştır. Operasyon esnasında jeneratör ve pompa KEK içerisinde bulunan Kontrol Odasından uzaktan kontrolü sağlanabilmektedir. Dolayısıyla burada depolanacak olan ekipmanlar sürekli ve acil kullanıma ihtiyaç duyulacak olan ekipmanlar arasında olmamasına dikkat edilecektir.

Pompa ve jeneratörün doğru bir şekilde çalışabilmesi için egzoz çıkışı ve hava girişlerinin konteyner dışına açılıyor olması gerekmektedir. Aynı zamanda bu açıklıklardan herhangi bir sıvının, tozun konteyner içine girmesi engellenecektir.

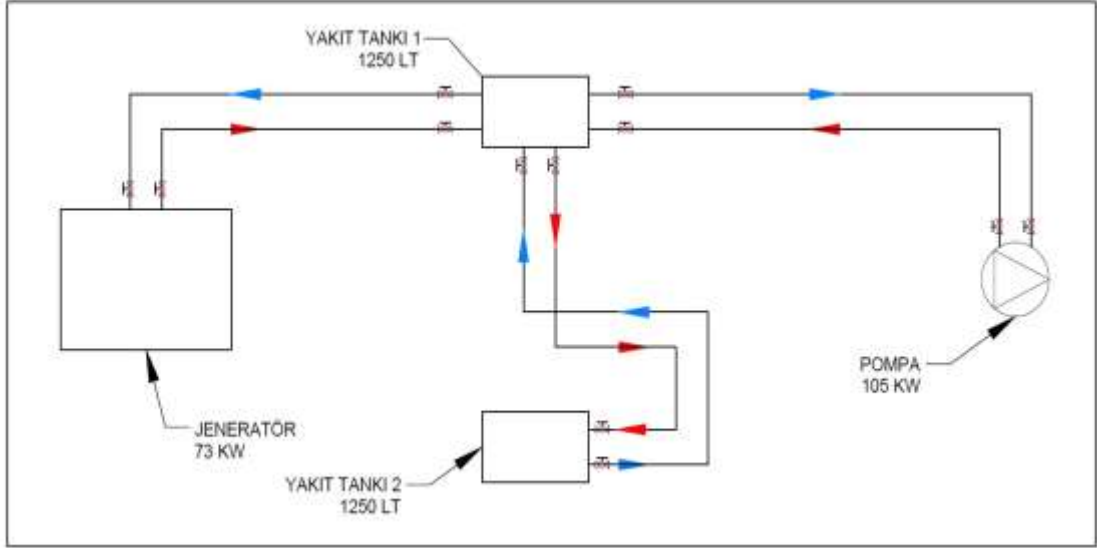
Hava girişi için pompa ve jeneratörün arka kısımlarında bulunan radyatörlerin konteyner dışında bulunan menfezlere yakın bir şekilde konumlandırılması sağlanacaktır. Menfezler imal edilirken üstten sağ ve sol tarafta doğrudan su girişi engellenecektir. Aynı zamanda toz girişini engellemek için bir filtre ile kapalı tutulacaktır.

Egzoz çıkışları için konteynerin içinden tavana doğru ilerleyen egzoz hatları bırakılacak ve bu hatların üstlerine su girmeyecek şekilde kapak yapılacaktır.

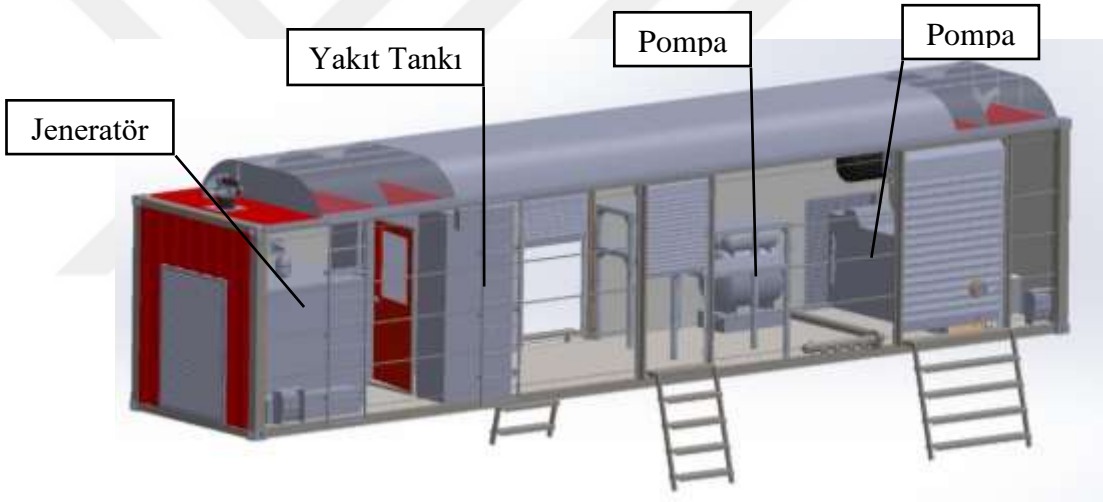


Şekil 4.1: Pompa ve Jeneratör Seti Konteyneri (GÜÇSET)

GÜÇSET konteyneri içerisinde hem jeneratör ünitesinin hem de pompa ünitesinin konumlandırılmasının asıl sebebi, yakıt tanklarına olan mesafeden kaynaklanmaktadır. Mazot hatlarını uzatarak, oluşabilecek olumsuzlukların önüne geçmek amaçlanmıştır. Yakıt tanklarında hem jeneratör hem de pompa ünitesi beslenebilmektedir.



Şekil 4.2: Pompa Jeneratör Yakıt Tankları Besleme Sistemi



Şekil 4.3: Pompa ve Jeneratör Seti Konteyneri (GÜÇSET) Yerleşimi

GÜÇSET Konteyneri, Yangın Söndürme ve Kurtarma Vagonu Tasarımının tüm enerjisini sağlayan ana ve ilk konteyner setidir. GÜÇSET içerisinde görevli personel haricinde kimsenin müdahale etmemesi gerekmektedir. Özellikle jeneratör ünitesinin, sistemin kalbi olduğu düşünüldüğünde, diğer her şeyden izole bir alan olarak kalması önemlidir. Bu nedenle, GÜÇSET Konteyneri içinde jeneratör ünitesi, ayrı bir oda olarak tasarlanmıştır. Bu oda, aynı zamanda jeneratörün çalışırken çıkardığı sesi izole edebilecek şekilde dizayn edilmiştir.



Şekil 4.4: Pompa ve Jeneratör Seti ve 20FT ISO Tank Konteynerler

4.2 Jeneratör Ünitesi

Jeneratör ünitesi Yangın Söndürme ve Kurtarma Vagonu Tasarımında sistemin kalbi olarak adlandırılabilir. Jeneratör ünitesi bütün sistemin efektif bir şekilde çalışmasını sağlayan ve sistemin olmazsa olmazıdır. Bu sistem üzerinde ekipmanların çalışabilmesi için jeneratörün çalışması gerekmektedir.

Jeneratörün seçimi yapılırken 24 saat sürekli çalışabilecek ve sistem üzerinde elektrik ihtiyacı bulunan bütün cihazlar için gerekli olan tüm elektrik yükü hesaplanmıştır.

Jeneratörün çalışabilmesi için gerekli hava girişi konteyner dışına açılan bir menfez ile sağlanmaktadır. Jeneratörden çıkan egzoz dumanı da konteyner çatısından dışarıya atılacak bir egzoz ile sağlanmaktadır. Jeneratöre sürekli mazot takviyesini sağlayabilmek için konteyner içerisinde mazot depoları konumlandırılmıştır.

Jeneratör konteynere sabitlenecektir. Konteyner içerisine sabitlenen jeneratör çalışırken oluşabilecek titreşim göz önüne alınarak sönümlenme takozları ile beraber konteynere sabitlenmelidir.

- Jeneratör minimum 70 kVA güce sahip olacaktır.
- GÜÇSET konteynerinde jeneratörün çalışabilmesi için dizel yakıt tankı bulunacaktır.

- Yakıt tankı jeneratörün 24 saat çalıştırabilecek kapasitede olmasını sağlayacaktır.
- Jeneratör konteyner içinde sistemin en sonunda pompa ve kullanılacak ekipmanların depolandığı yerden bağımsız bir oda içerisine konumlandırılacaktır.
- GÜÇSET Konteynerinden bütün sisteme dağıtılacak şekilde 220 ve 380 volt girişler ile beslenmesi gerekmektedir. Konteynerin dört köşesinde 220 ve 380 prizler bulunacaktır.
- Konteyner üstündeki ve sistemdeki tüm prizler dış hava koşullarında kullanılabilir durumda olacaktır. Bütün prizlerin koruma sınıfı minimum IP67 seviyede olacaktır.
- Konteyner 4 köşesinde kör bir nokta kalmamasına dikkat edilecek şekilde aydınlatılacaktır.
- Konteyner içinde de led aydınlatmalar ve prizler bulunacaktır.
- Sistemin başı veya sonu olacağı için 2 adet kamera bu konteyner üzerine yerleştirilmiştir.

4.3 Pompa Ünitesi

Pompa ünitesi Yangın Söndürme ve Kurtarma Vagonu Tasarımında yangın söndürme işleminde kullanılacak en ekipmandır. Sistem üzerinde bulunan bütün hatlara suyu basınçlandırıp dağıtacak en önemli ekipmandır.

Jeneratör ve pompanın aynı konteyner içerisinde olmasının asıl sebebi ortak mazot tanklarına bağlı olmalarından kaynaklıdır. Mazot hatlarını daha fazla uzatmamak adına iki önemli ekipman tek konteyner içerisinde bulundurulmaktadır.

Jeneratörde de olduğu gibi pompanın da doğru çalışabilmesi için gerekli olan hava girişi konteyner dışına açılan bir menfez ile sağlanmaktadır. Pompadan çıkan egzoz dumanı da konteyner çatısından dışarıya atılacak bir egzoz ile sağlanmaktadır.

Pompanın en önemli özelliklerinden biri de su kuyusu, şehir şebekesi, deniz suyu ya da başka bir su kaynağından su çekebilecek şekilde tasarlanmış olmasıdır. Pompanın deniz suyuna dayanıklı olması en önemli hususlardan biri olmalıdır. İskenderun Limanı gibi denizden su çekilerek aktif bir şekilde haftalarca

Pompanın dengeli ve uzun süre çalışabilmesi için olan bir diğer özelliği ise herhangi bir su kaynağından su çekerken yani vakum/emiş yaparken suyun kaynamasına ya da diğer adıyla kavitasyon oluşumunu engellemesidir. Bunun için pompa üzerinde bulunan termal sensörler otomatik olarak devreye girmektedir.

- Pompa minimum 10 bar basınç çıkışına sahip olacak şekilde seçilecektir.
- Minimum 5.500 lt/dk su çıkış kapasitesine sahip olmalıdır.

Pompanın yakıt beslemesi Jeneratör yakıt tankları ile ortak kullanılacaktır

ÜRÜN SEMBOLÜ	SEMBOL AÇIKLAMASI
	POMPA
	TANK
	FLANŞLI KÜRESEL VANA
	DİŞLİ KÜRESEL VANA
	STROZ BAĞLANTISI
	SEVİYE SAATI
	KÖPÜK SU MONİTÖRÜ

Şekil 4.6: PFD Tablosu Ürün Açıklama Tablosu

Su giriş ve su çıkışında boru kesit alanlarının su debisine etkisinin karşılaştırılması aşağıdaki gibidir;

- ❖ DN150 Su giriş borusu için;
 - Veriler;
 - Boru İç Çapı: $d = 162,3 \text{ mm} = 0,1623 \text{ m}$
 - Basınç: $\Delta p = 10 \text{ bar} = 1,0 \times 10^6 \text{ Pa}$
 - Su Yoğunluğu: $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$
 - Çıkış Hızı;

$$v = \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,0 \times 10^6}{1000}} = \sqrt{2000} = 44,72 \text{ m/s}$$

- Boru Kesit Alanı;

$$A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi(0,1623)^2}{4} = 0,02069 \text{ m}^2$$

- Debi;

$$Q = A \cdot v = 0,02069 \times 44,72 = 0,925 \text{ m}^3/\text{s}$$

❖ DN100 Su çıkış borusu için;

- Veriler;

- Boru İç Çapı: $d = 108,3 \text{ mm} = 0,1083 \text{ m}$
- Basınç: $\Delta p = 10 \text{ bar} = 1,0 \times 10^6 \text{ Pa}$
- Su Yoğunluğu: $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$

- Çıkış Hızı;

$$v = \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,0 \times 10^6}{1000}} = \sqrt{2000} = 44,72 \text{ m/s}$$

- Boru Kesit Alanı;

$$A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi(0,1083)^2}{4} = 0,00921 \text{ m}^2$$

- Debi;

$$Q = A \cdot v = 0,00921 \times 44,72 = 0,412 \text{ m}^3/\text{s}$$

Elimizdeki iki teorik (kayıpsız) debi değerini karşılaştırabiliriz:

- Ø162,3 mm boru: $Q_1=0,925 \text{ m}^3/\text{s}$
- Ø108,3 mm boru: $Q_2=0,412 \text{ m}^3/\text{s}$

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{0,925}{0,412} \approx 2,24$$

Yani Ø162,3 mm boru, Ø108,3 mm borudan yaklaşık 2,24 kat daha fazla debi geçiriyor (ideal koşullarda).

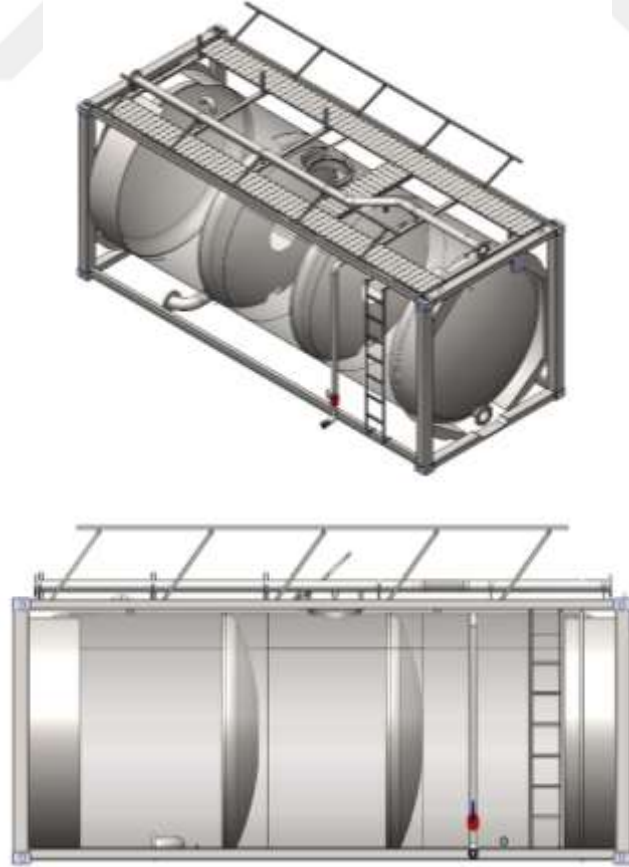
4.4 Su ve Köpük Tankları

Yangın Söndürme ve Kurtarma Vagonu Tasarımında dört adet 20 FT ISO Tank bulunacak ve su ve köpük bu ISO Tanklarda depolanacaktır.

ISO Tanklar tasarlanırken CSC ve Basınçlı Kaplar Yönetmeliği gerekleri yerine getirilmesi en önemli faktörlerdir. Bunların yanı sıra maksimum kapasite hacme sahip tanklar tasarlamak en önemli kriterler olarak belirlenmiştir.

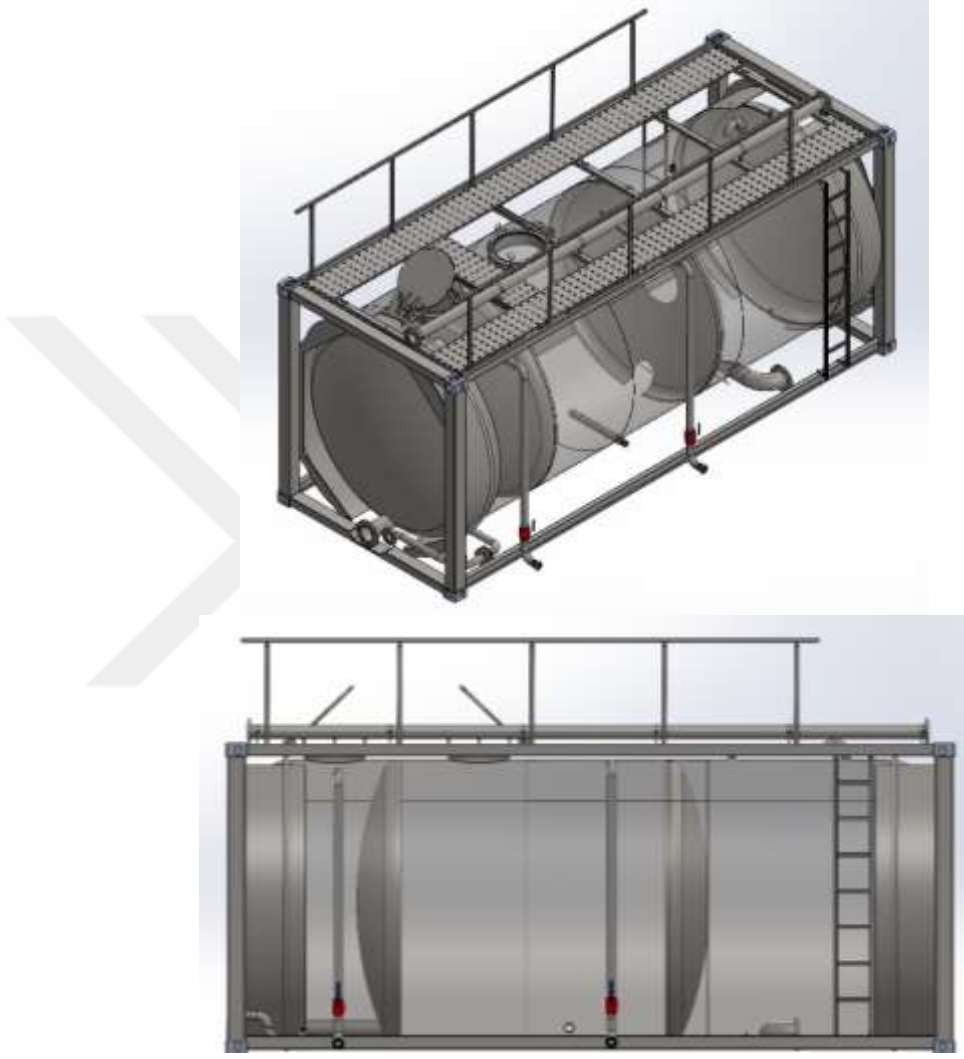
ISO Tanklarda 3 adeti tek göz ve su tankı olarak tasarlanmış ve 1 adeti ise su ve köpük tankı 2 göz olarak tasarlanmıştır.

ISO Tankları tek göz olarak tasarlandıkları için tankın içinde suyun çalkalanmasını minimum seviyede olmasını sağlayabilmek için dalgakıran konumlandırılmıştır. Bu dalgakıranlar tanklar hareket halinde iken suyun çalkalanmasını kontrol altına almak ve dengeyi sağlamak içindir. Dalgakıranlar ile istenmeyen ileri geri dengesiz çalkalanmayı engelleyerek daha güvenli bir şekilde hareket etmesini sağlanmaktadır.



Şekil 4.7: ISO Tank Su Tankı

Su ve köpük tankı su tanklarından farklı olarak 2 göz olarak tasarlanmıştır. Köpük için belirlenen miktar sudan daha azdır. Su ve köpük tankının su kısmının içerisinde de su tanklarında olduğu gibi dalgakıran mevcuttur. Köpük tarafının kapasitesinin düşük olmasından dolayı köpük tarafında dalgakırana ihtiyaç duyulmamıştır.



Şekil 4.8: ISO Tank Köpük ve Su Tankı



Şekil 4.9: ISO Tank Köpük ve Su Tankı Konteyneri

ISO Tank konteynerlerin üst tarafına her iki yandan da çıkabilmek için her bir tankta 2 adet olacak şekilde müdahale merdiveni konumlandırılacaktır.

ISO Tanklar her türlü hava koşuluna maruz kalacaktır. Özellikle kışın belirli bölgelerdeki soğuk hava şartlarına maruz kalıp suyun donma ihtimaline karşın tüm tanklarda rezistanslı ısıtıcı girişi bulunmaktadır. Rezistanslı ısıtıcılar tüm tanklardaki elektrik çıkışları tek bir hat üzerinden kontrol odasına iletilmektedir. Rezistanslı ısıtıcılar kontrol odasındaki bilgisayarlardan hava şartlarına göre çalıştırılabilecek şekilde tasarlanmıştır.

- Tankların çalışma sıcaklığı -40°C ve $+50^{\circ}\text{C}$ arasında olacağı öngörülerek tank gövdesine elektrikli rezistanslar yerleştirilerek hava şartlarının eksi sıcaklıklara gitmesi durumunda donma riskini ortadan kaldırmak amaçlanmıştır.
- ISO Tanklar konstrüksiyonu CSC gereklerini karşılayacaktır.
- ISO Tankların tank kısmı “Basınçlı Kaplar Yönetmeliğine” göre tasarlanacak ve üretilecektir [14].
- ISO Tankların tank kısımları paslanmaz çelik ve konstrüksiyon kısmı karbon çelik malzemeden imal edilecektir.
- Basınçlı kaplar yönetmeliğine göre üretilen tankların basınç ve sızdırmazlık testleri gerçekleştirilecektir.

- Tankın dizaynına göre belirlenen test basıncında hidrostatik test yapılacaktır. Hidrostatik test yapılırken tankın tamamının su ile basınçlandırılması gerekmektedir. Tankın içine konulacak su temiz ve herhangi bir metal ve atık barındırmaması tank malzemesinin zarar görmemesi adına önem arz etmektedir. Tank belirlenen test basıncında en az yarım saat kadar basınçta bekletilmeli ve herhangi bir kaçak olup olmadığı tespit edilmelidir. Tankta kaçak veya sızıntı yoksa basınç kontrollü bir şekilde düşürülerek içindeki su boşaltılmalıdır. Tankın içi hidrostatik test sonrası yıkanmalıdır.
- Tankın üzerinde sabit olan ürünler vana, sensör, sayaç, gösterge ve benzeri ekipmanlar bağlandıktan sonra tank çalışma basıncına kadar su ile basınçlandırılmalı ekipman bağlantısında herhangi bir kaçak olup olmadığı kontrol edilecektir.
- Kaynaklı imal edilecek olan tankların kaynak kalınlıkları, kaynak sonrası tahribatsız muayeneleri gerçekleştirilecektir.
 - Kaynaklı imalat gövde ve bombe sacları için belirlenen yöntem TIG (Tungsten Asal Gaz) kaynak yöntemidir.
 - Paslanmaz gövde ve bombe kaynaklı imalatı bittikten sonra kaynaklarda herhangi bir deformasyon olup olmadığı VT (Gözle Muayene) ve PT (Penetrasyon Testi) NDT (Tahribatsız Muayene) yöntemleri kullanılarak muayene edilecektir.
 - Diğer konstrüksiyon kaynakları MAG (Metal Aktif Gaz) Kaynak yöntemidir.
- Her bir ISO Tank üzerinde tankların seri bağlanması için pompanın çıkış ölçülerine uygun şekilde bir pompa hattı mevcuttur.

ISO Tanklar su akışının kesintisiz devam edebilmesi için 4 tankta birbirlerine herhangi bir kesinti olmaksızın seri bağlıdır. Bunun amacı pompanın çekiş esnasında boş hava çekerek kavitasyona sebebiyet vermesinin önüne geçmek içindir. Her ne kadar pompa bu riski en aza düşürecek teknolojiye sahip olsa da ek bir güvenlik önemi olarak bütün tankların seri bağlanması önemlidir.

Seri bağlanan tanklarda, pompanın emişi esnasında ani bir vakuma girilmesini engellemek amacıyla her bir tanka nefeslik eklenmiştir. Nefeslikler, emiş sırasında tankın içine fazla hava girmesini sağlayarak vakum riskini ortadan kaldırmak için ek bir tedbir olarak, tankları korumak amacıyla kullanılmıştır.

- ISO tankların üstünde menhol kapakları dolum ve müdahale için bırakılmıştır.
- ISO Tankların üst kısımlarında birer yürüyüş yolu yapılarak herhangi bir müdahale için uygun ortam olması amaçlanmıştır.

ISO Tanklarda menhol kapaklarına veya tankların üzerinden herhangi bir durumda üst kısmında müdahale gerektirebilecek durumlar için yürüyüş yolu ve korkuluk eklenmiştir. Görevli personel tankın üst kısmına çıktığı zaman korkulukları kaldırıp güvenli bir çalışma ortamı oluşturması sağlanmıştır.



Şekil 4.10: ISO Tank Menhol ve Emniyetli Yürüyüş Hattı Görünümü

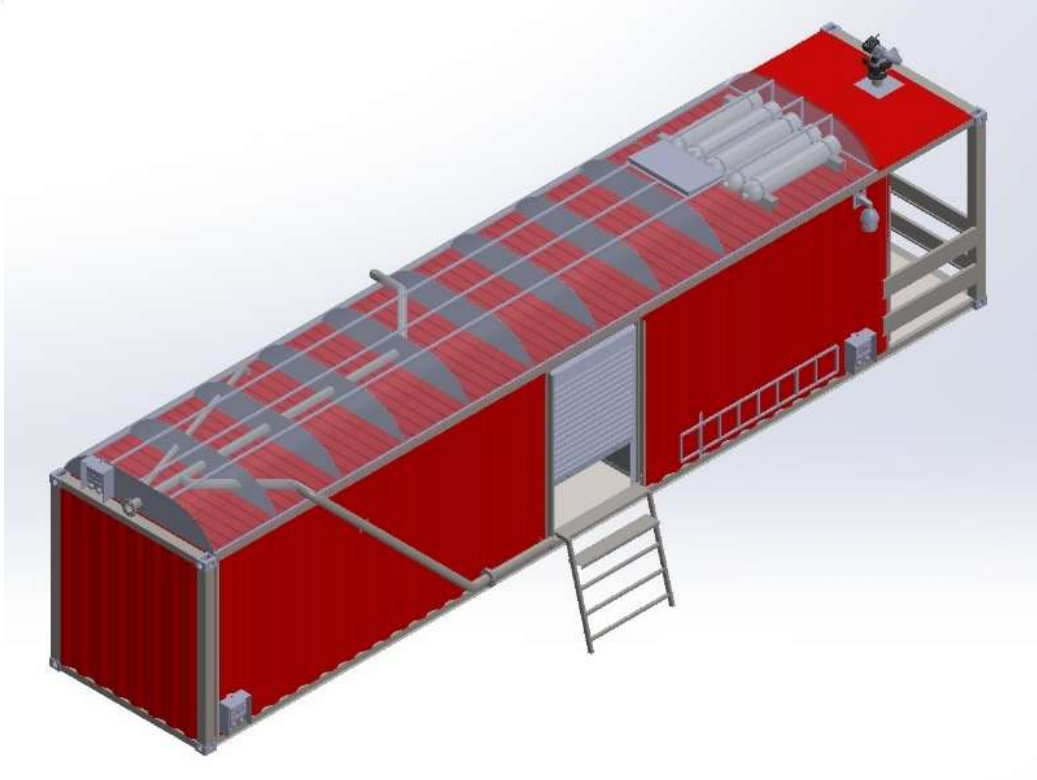
- ISO tanklara üstten dolumun mümkün olmadığı yerlerde yanda dolum yapılmasını sağlayacak dolum hatları bırakılmıştır.
- Her bir tankın üzerinde şeffaf seviye göstergeleri mevcuttur.
- Su ve köpük tankının elektronik seviye göstergesi de mevcuttur.

- ISO Tanklar üzerinde dış aydınlatmaya yardımcı led ışıklar yerleştirilecektir.

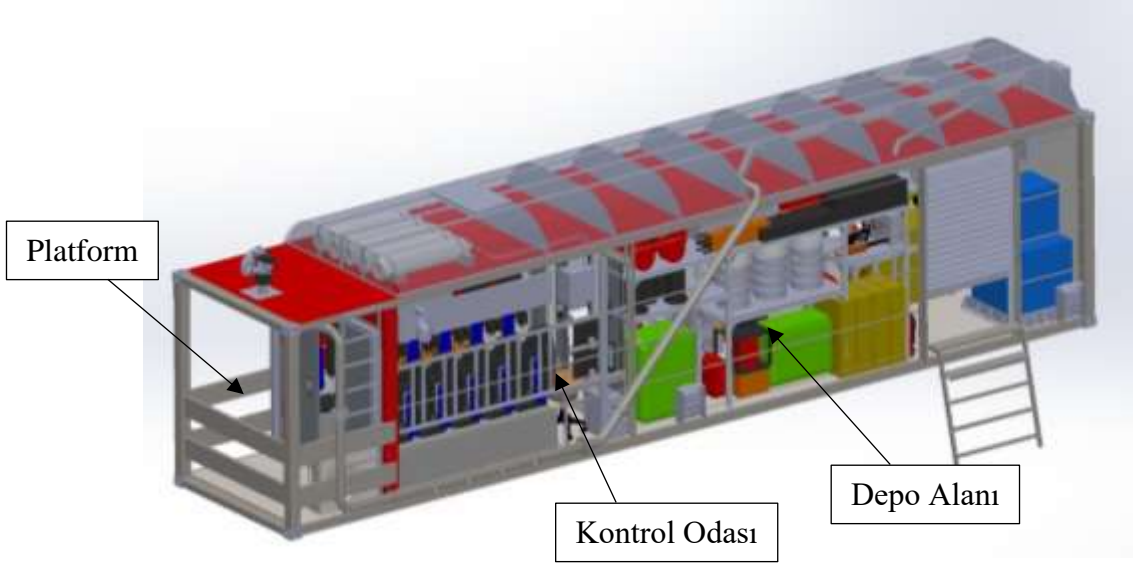
4.5 Kurtarma ve Ekipman Konteyneri (KEK)

Kurtarma ve Ekipman Konteyneri içerisinde kontrol odası 12 kişilik personel bölmesi ve gerekli ekipmanların konumlandırılacağı modüler malzeme deposu olarak tasarlanmıştır. Kontrol odasında 12 kişilik ekibin olay öncesi, sırasında ve sonrasında muhtemel teknik çalışma ve değerlendirmelere müsait dış ortamdan izole bir şekilde tasarlanmıştır.

Kurtarma ve Ekipman Konteyneri 3 ayrı bölümden oluşmaktadır. Bunlar Ekipman depolama alanı, kontrol odası ve açık çalışma alanı platform (sahanlık).



Şekil 4.11: Kurtarma ve Ekipman Konteyneri (KEK)



Şekil 4.12: Kurtarma ve Ekipman Konteyneri (KEK) Yerleşim

4.6 Kontrol Odası

Kontrol odası ve personel bölmesi içerisinde Yangın Söndürme ve Kurtarma Vagonu'nun tüm kontrolünün yapılabileceği bilgisayar, kontrol üniteleri, kamera sistemi mevcuttur. Ayrıca 12 personelin ihtiyaç duyacağı tüm kişisel koruyucu ekipmanlar bu odanın içerisinde bulunacaktır.

Yangın Söndürme ve Kurtarma Vagonu Tasarımında kontrol odasında bulunan personel dağılımı için kurgulanan sistem bir tam donanımlı yönetici ve 12 tam donanımlı İtfaiye / Kurtarma personelidir.

Kontrol odasında personel için ayrılan kısım operasyon sırasında operasyonun yönetilmesi amacı ile kullanılacaktır. Personelin Konteyner içerisinde bir yerde bir yere sevki amaçlanmamıştır.

Kontrol odası aynı zamanda tamamen gaz sızdırmaz olarak üretilmiş ve buna uygun şekilde yalıtımı sağlanmıştır. Kontrol odasına pozitif basınç sağlayan ayrı bir solunabilir hava beslemesi de bulunmaktadır. Bunun amacı ise koruma maskeleri olmadan da vagon içerisinde solunabilir hava olmasını sağlamaktır. Diğer bir amacı ise operasyon sırasında içeride sürekli bulunacak olan yönetici personelin tüm operasyonu sağlıklı bir şekilde yönetebilmesi için çalışmaya uygun bir ortam oluşturmaktır.

- Kontrol odasındaki bilgisayarlardan;

- Su ve köpük seviyelerinin kontrolü,
 - Tanklarda bulunan ısıtıcıların kontrolü,
 - İç ve dış aydınlatmaların kontrolü,
 - Su monitörlerinin kontrolü,
 - Yakıt depolarındaki yakıt seviyeleri
 - Kamera sisteminin kontrolü gibi bütün operasyon anlık olarak buradan yönetilecektir.
- Kontrol odasından tüm personelin konumları harita üzerinden anlık olarak kontrol edilebilecek bir alt yapıya sahip olacaktır.
 - Kontrol odası ve bütün vagon sistemi çevrim içi olarak kontrol odasında yönetici ekranından tüm personelin konumları harita üzerinden anlık takip edilebilecektir.
 - Sensör, Jeneratörün ve Pompadan gelen veriler yönetici ekranından takip edilebilecektir.
 - Kontrol odasının bir tarafı açık çalışma alanına çıkmaktadır.
 - Kontrol odası sıcaklığının ayarlanabilmesi için bu alanda bir klima konumlandırılacaktır.
 - Sistemin başı veya sonu olacağı için 2 adet kamera bu konteyner üzerine yerleştirilmiştir.
 - 12 adet personelin kullanımı için itfaiyeci kaskı, elbisesi, fenerleri, el telsizleri ve şarj cihazları bu alandan muhafaza edilecektir.
 - 12 personel içinde temiz hava solunum cihazları tüpleri, yüz maskeleri, gaz maskeleri, sırtlıklardan oluşan tam takım solunum cihazları bulunacaktır.



Şekil 4.13: Kurtarma ve Ekipman Konteyneri Kontrol Odası Personel Koltukları

4.7 Depolama Alanı

Ekipmanların depolanacağı modüler malzeme deposu ve rafları bulunacaktır. Sağda ve solda olacak şekilde raflar monte edilmiş olacaktır. Kaza, kırım ve kurtarma için gerekli bütün ekipman bu alanda muhafaza edilecektir.

Rafların üstünde muhafaza edilecek bütün ekipmanlar raflara sabitlenecek vagon hareket ederken herhangi bir ürünün hareket etmesi engellenecektir. Rafların başlangıcı ve bitişinde iki adet kapı olacaktır. Rafların başlangıç ve bitişinde bulunan kapılardan ürün sevkiyatını kolaylaştırmak için pergel vinç bulunacaktır. Rafların arasında depolanan ağır ürünlerin hareketini kolaylaştırmak ve iş sağlığı güvenliği tedbirleri açısından tavan vinci bulunacaktır. Ve ayrıca pozitif basınçlandırma için sabit bir kompresör bu alanda konumlandırılacaktır.



Şekil 4.14: Kurtarma ve Ekipman Konteyneri Depolama Alanı Raf Örneği

- Aleve dayanıklı alüminize elbise raflar içerisinde bulunacaktır.
 - Alüminize elbise yangınlardan kurtarma olaylarında ve gaz yangınlarında vana kapatma amacı ile alevler arasından kısa süreli geçişlerde kullanılan ısı ve aleve belli bir süre dayanıklılık gösteren özel elbiselerdir.
 - 1000 C°'lik ısı kaynağından yansıyan ısının kumaş cinsine bağlı olarak %85 veya %95 'ini geri yansıtarak itfaiyeciye yüksek ısıdan korur.
 - Alüminize elbiseler Cam elyaf kumaş kullanılarak imal edilmiştir.
 - Cam elyaf veya preox kumaşın bir yüzüne yüksek sıcaklığa dayanıklı polyester ve alüminyum folyonun vakum altında

kaplanması yoluyla üretilmiştir. Bu özel imalat tekniği nedeniyle çatlamaz, kırılmaz, asit, baz, tuz ve petrol ürünlerine karşı dayanıklıdır [15,16].



Şekil 4.15: Alev Dayanıklı Alüminize Elbise [16]

- Yüksek dayanıklılıkta gaz geçirmez kimyasal koruyucu elbise
 - Gaz geçirmez dışarıda taşınan basınçlı hava solunum cihazı ile gaz ve aerosol formundaki ve de sıvı ve katı olan tehlikeli maddelere karşı koruma sağlar. Elbise mekanik dayanıklılık ve yüksek giyim konforu sağlar. Malzemenin yüksek derecede esnek olması, tekrar kullanılabilen giysiyi soğuk ortamdaki çalışmalar için ideal bir hale getirir [17].



Şekil 4.16: Gaz Geçirmez Kimyasal Koruyucu Elbise [17]

- Uyarı ve kontrol amaçlı megafon bulundurulacaktır.
- Suyun ihtiyaç olan bölgeye sevkinin sağlanabilmesi için itfaiyeci hortumları bulundurulacaktır.



Şekil 4.17: İtfaiyeci Hortumu

- Sabit hidrantlarda su takviyesi için hidrant anahtarları bulundurulacaktır. Mevcut sistemin beslenebilmesi için.
- Aydınlatmanın yetersiz kaldığı bölgeler için şarjlı aydınlatma cihazları.
- Müdahale edilen bölgenin sınırına sivil vatandaşların girişini engellemek ve uyarı amaçlı ikaz bantları bulunacaktır.
- Kırıcı-delici el aletleri ve kurtarma testereleri bulunacaktır;
 - İtfaiyeciler, yangın, trafik kazaları, doğal afetler ve diğer acil durumlara müdahale ederken hızlı ve etkili ekipmanlara ihtiyaç duyar. Bu müdahalelerde kullanılan kırıcı-delici el aletleri ve kurtarma testereleri, insanların hayatını kurtarmak, sıkışmış veya tehlikeli durumdaki bireylere güvenli erişim sağlamak, bariyerleri aşmak ve enkaz kaldırma işlemlerini gerçekleştirmek için kritik öneme sahiptir.
 - İtfaiye ekipleri için geliştirilen modern kurtarma aletleri, özellikle araç kazaları, yangın sırasında sıkışma vakaları, bina çöküntüleri ve doğal afetlerde etkili bir şekilde kullanılmaktadır. Görselde bulunan ekipmanlar, sahada yaygın olarak kullanılan ve kurtarma operasyonlarının temel taşlarını oluşturan aletlerdir.

- Hidrolik makas, özellikle trafik kazalarında sıkışan yaralıları kurtarmak için kullanılan en önemli kurtarma araçlarından biridir. Yüksek kesme gücüne sahip bu makaslar, çelik ve metal parçaları hızla keserek kurtarma ekiplerine hızlı ve güvenli bir şekilde müdahale imkanı sunar.
 - Kullanım Alanları:
 - Araç kazalarında, sıkışan kişileri çıkarmak için kapı, tavan ve direklerin kesilmesi
 - Metal yapılar içinde sıkışan kişilere ulaşmak
 - Deprem ve bina çöküntülerinde dar alanları açarak mahsur kalan insanlara erişim sağlamak
- Hidrolik ram, büyük nesnelere kaldırmak ve genişletmek için kullanılan bir alettir. Yüksek itme gücü sayesinde dar alanları açarak sıkışan kişilere güvenli bir çıkış yolu oluşturur.
 - Kullanım Alanları:
 - Araç kazalarında sıkışan bireylere ulaşmak için gövdeyi veya tavanı yukarı kaldırmak
 - Çöken bina enkazlarını kaldırmak veya desteklemek
 - Kapıları ve bariyerleri zorla açmak için genişletme işlemleri
- Hidrolik ayırıcı, kazalarda ve acil durumlarda sıkışan nesnelere ayırmak ve genişletmek için kullanılan güçlü bir alettir. Genellikle hidrolik makas ile birlikte kullanılarak, kesilen parçaların açılması ve kurtarma alanının genişletilmesi sağlanır.
 - Kullanım Alanları:
 - Araç kazalarında ezilmiş veya sıkışmış kapıları açmak
 - Enkaz kaldırma çalışmalarında büyük beton veya metal parçalarını ayırmak

- Deprem sonrası dar alanları genişleterek mahsur kalan bireyleri kurtarmak
- Hidrolik ayırıcı, kazalarda ve acil durumlarda sıkışan nesnelere ayırmak ve genişletmek için kullanılan güçlü bir alettir. Genellikle hidrolik makas ile birlikte kullanılarak, kesilen parçaların açılması ve kurtarma alanının genişletilmesi sağlanır.
 - Kullanım Alanları:
 - Araç kazalarında ezilmiş veya sıkışmış kapıları açmak
 - Enkaz kaldırma çalışmalarında büyük beton veya metal parçalarını ayırmak
 - Deprem sonrası dar alanları genişleterek mahsur kalan bireyleri kurtarmak [18]



Şekil 4.18: Kırıcı Delici El Aletleri ve Kurtarma Testeresi [18]

- İtfaiyeciler için kırıcı-delici el aletleri ve kurtarma testeresi, hayat kurtarıcı operasyonlarda vazgeçilmez araçlardır. Bu ekipmanlar sayesinde, ekipler sıkışan bireylere hızlı ve güvenli bir şekilde ulaşabilir, yangın ve doğal afetlerde engelleri aşabilir ve zamana karşı yarışarak hayati müdahalelerde bulunabilirler. Profesyonel kurtarma ekipmanları, modern itfaiye ekiplerinin gücünü ve etkinliğini artırarak daha başarılı kurtarma operasyonları gerçekleştirmelerine olanak tanımaktadır.

- Kurtarma Operasyonlarında Kaldırma Yastıkları ve Avantajları
 - Kurtarma operasyonları, hızlı ve güvenilir ekipmanların kullanımını gerektirir. Özellikle trafik kazaları, bina çöküntüleri ve diğer acil durumlarda sıkışan bireyleri kurtarmak için güçlü kaldırma çözümleri hayati öneme sahiptir. Kaldırma yastıkları, bu tür durumlarda en etkili kurtarma araçlarından biri olarak öne çıkmaktadır.
 - Kaldırma yastıkları, yüksek basınçlı hava ile şişirilerek ağır nesnelere kaldırmak için kullanılan güçlü ve kompakt ekipmanlardır. Bu yastıklar, dar alanlara yerleştirilerek kontrollü bir şekilde genişler ve büyük enkazların, devrilmiş araçların veya ağır nesnelere altındaki sıkışan bireyleri kurtarmaya yardımcı olur.
 - Küçük ve hafif olmalarına rağmen, tonlarca ağırlığı kaldırabilecek kadar güçlüdürler.
 - Yavaş ve kontrollü bir şekilde şişirilebilen yastıklar, güvenli bir kurtarma süreci sağlar.
 - Dar alanlara sığabilecek şekilde tasarlanmıştır, böylece zorlu kurtarma operasyonlarında büyük bir avantaj sağlar.
 - Yüksek mukavemetli kauçuk ve kompozit malzemelerden üretilmiş olup aşırı basınca ve çevresel koşullara dayanıklıdır.
 - Teknik kurtarma operasyonları için geliştirilen kaldırma yastıkları, itfaiye ekipleri, polis kuvvetleri, askeri kurtarma birimleri ve endüstriyel kurtarma operasyonlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu ekipmanlar, acil durumlara hızlı ve güvenli müdahale edilmesini sağlamak için özel olarak üretilmiştir.
 - Yüksek kaldırma kapasitesine sahip olmasına rağmen hafif ve taşınabilir tasarımı sayesinde sahada kolayca kullanılabilir.
 - Farklı boyut ve kapasitelerdeki yastıklar bir araya getirilerek daha büyük nesnelere kaldırmak için kullanılabilir.
 - Hızlı şişirme süresi sayesinde acil durumlara anında müdahale edilebilir.

- Kurtarma operasyonlarını daha verimli hale getirmek için dijital uygulamalar ve yazılımlar geliştirilmekte olup, özellikle alarmlar, yönetim sistemleri, kaza önleme ve kurtarma hizmetleri gibi alanlarda destekleyici çözümler sunulmaktadır.
 - Kaldırma yastıkları geniş bir yelpazede kullanılır:
 - Devrilmiş veya sıkışmış araçların altında kalan bireyleri kurtarmak için kullanılır.
 - Deprem, patlama veya çökme sonrası enkaz altındaki insanlara ulaşmak için etkilidir.
 - Ağır makine parçalarının altında kalan işçileri kurtarmak için kullanılır.
 - Savaş ve afet bölgelerinde zorlu koşullarda ağır nesnelere kaldırmak için kullanılır.
- Kaldırma yastıkları, modern kurtarma operasyonlarının vazgeçilmez bir parçasıdır. Kaldırma yastıkları, zamana karşı yarışılan kurtarma operasyonlarında kritik bir rol oynayarak, insanların hayatını kurtarma sürecinde önemli bir yer tutmaktadır [19].



Şekil 4.19: Kaldırma Yastığı [19]

- Aydınlatma ve veya elektrikli cihazların kullanımı için kablo makaraları bulunacaktır.



Şekil 4.20: KEK Raf Görseli ve Kontrol Odası Konteyner İç Kapısı Görünümü

4.8 Platform (Sahanlık)

Açık çalışma alanı platformu (sahanlık), iş sağlığı ve güvenliği ön planda tutularak tasarlanmıştır. Üst tarafı tamamen kapalı olup, çevresel faktörlerden korunarak güvenli bir çalışma ortamı sağlar. Platform, konteynerin içinden dışarıya erişim imkanı sunacak şekilde yapılandırılmıştır, böylece içeriden dışarıya yapılacak müdahaleler rahatça gerçekleştirilebilir. Çalışanların güvenliği için platform, üç tarafı korkuluklarla çevrilidir. Bu korkuluklar, hem düşme riskini engeller hem de çalışanların güvenli bir şekilde çalışmasına olanak tanır. Zorunlu durumlar için platforma dışarıdan ulaşımı sağlamak amacıyla, korkuluklardan biri hareketli olacak şekilde tasarlanmıştır. Bu hareketli korkuluk, gerektiğinde kolayca açılabilir ve platforma erişim sağlanabilir. Ayrıca, platforma çıkmak için konteynerin dış tarafında seyyar bir merdiven bulunacaktır. Bu merdiven, platforma güvenli bir şekilde çıkmayı mümkün kılar ve mobil olması sayesinde ihtiyaca göre yer değiştirilebilir. Böylece, platforma ulaşım hem güvenli hem de pratik bir şekilde sağlanmış olur. Bu detaylı tasarım, çalışanların işlerini güvenli ve verimli bir şekilde yapabilmesi için her türlü önlemi alır.

- Açık çalışma alanı platform (sahanlık) olarak yapılacak ve üst tarafı kapalı olacaktır.

- Platform konteyner içerisinde dışarıya müdahale imkanı sunmaktadır.
- İş güvenliği ve personelin korunması amaçlanarak platformun üç taraflı korkuluklar ile çevrili olacaktır.
- Zorunlu durumlarda platforma dışarıdan ulaşabilmek için korkuluklardan biri hareketli olacak ve platforma çıkabilmek için konteynerin dış tarafında seyyar merdiven bulunacaktır.



Şekil 4.21: KEK Platform (Sahanlık) Yan Cephe Görünümü



Şekil 4.22: KEK Platform (Sahanlık) Ön Cephe Görünümü ve Kontrol Odası Sahanlık Kapısı

5. TEST VE SERTİFİKASYON

Yangın Söndürme ve Kurtarma Vagonu Tasarımı birçok farklı standartta üretilen ürünün birleşimi sonucu ortaya çıkmış karma bir üründür. Ayrıca ürünün dünyada başka bir benzerinin aynı kategoride değerlendirilmemesinden dolayı ürünü tek bir bütün olarak değerlendirmek mümkün olmamaktadır. Bunun sonucu test ve sertifikasyon süreci için her bir ürünün kendi içinde değerlendirmesi gerekliliğini ortaya çıkarmıştır.

Konteynerler dünyada standart olarak üretilen ve belgelendirilen CSC standartları gerekliliklerini karşılamalı ve buna göre sertifikalandırılmalıdır. Bu gereklilikleri sağlayabilmek için belgeye sahip olan ürün kullanılarak üst yapı oluşturulabilir veya üretici kendi ürettiği ürünü belgelendirebilir.

ISO Tank konteynerlerin basınçlı kaplar direktifine göre üretilen ve konstrüksiyon yapısı CSC gerekliliklerini sağlamalıdır. Bunun yapılabilmesi ve değerlendirilmesinde 3. Taraf gözetim firmalarının basınçlı kaplar direktifine göre tasarım kontrollerini sağlamalı, gerekli tahribatlı ve tahribatsız testlerin gerekliliklerini yerine getirdiğini kontrol edebilir. İmalatta kullanılan her bir ürünün malzeme sertifikaları kontrol edilmelidir.

Kurtarma ve Ekipman Konteyneri içerisinde depolanan ve kullanıma hazır tutulan her ürünün CE belgeleri, uygunluk belgeleri ve sertifikaları talep edilmelidir. Su ve toz geçirmez ürünlerin IP67 sertifikaları talep edilmelidir. Toz ve gaz geçirmez ürünler için ATEX sertifikaları talep edilmelidir.

IP67 sertifikası, bir ürünün toza karşı tamamen korumalı olduğunu ve belirli bir süre boyunca suya daldırıldığında zarar görmeyeceğini ifade eder. Bu sertifikaya sahip ürünler, zorlu çevre koşullarında güvenle kullanılabilir ve su ile tozun neden olabileceği hasarlara karşı dayanıklıdır. ATEX sertifikası ise, patlayıcı gazların veya yanıcı tozların bulunduğu ortamlarda kullanılan ekipmanların güvenlik standartlarına uygun olduğunu gösterir. Bu sertifika, ürünlerin kıvılcım, aşırı ısınma veya diğer potansiyel tehlikelere yol açmadan güvenli bir şekilde çalışmasını garanti eder.

Yangın Söndürme ve Kurtarma Vagonu Tasarımı yapılırken dış ortamda her türlü hava şartına maruz kalabileceği göz önünde bulundurularak konteyner içine toz ve yağmur suyu girmeyecek şekilde tasarım yapılmıştır. Üretim yapılırken veya ürün tamamlandıktan sonra yağmurlama test ile yol durumunda ve dururken dışarıdan içeriye herhangi bir sızıntı olup olmadığı kontrol edilmeli ve bunun için bir test düzeneği hazır bulundurulmalıdır.



6. SONUÇ

Yerli ve milli imkanlar ile üretilen Yangın Söndürme ve Kurtarma Vagonu Tasarımı yaklaşık toplam boyu 53 metre olan 2 adet vagon üzerine konumlandırılmıştır. Toplamda iki vagon üzerinde 2 adet 40 ft konteyner ve 4 adet konteyner tank olarak tasarlanmıştır. Tek bir vagon üzerindeki dağılımında 1 adet 40 ft konteyner ve 2 adet 20 ft konteyner tank olarak tasarlanmıştır.

- Yangın Söndürme ve Kurtarma Vagonu kendi elektriğini üretebilen 24 saat süre ile kesintisiz müdahale imkanı sağlayabilir.
- 92 ton su ile 30 adet İlk Müdahale Aracı kapasitesine sahiptir.
- 4 ton köpük ile 13 adet Müdahale Aracı kapasitesine sahiptir.
- Kurtarma ve Ekipman Konteynerinde bulunan depolama alanındaki ekipmanlar ile 5 adet Müdahale Aracı kapasitesine sahiptir.
- Yangın Söndürme ve Kurtarma Vagonu Tasarımı 70 kVA güce sahip olacak şekilde tasarlanmıştır. Bu sayede sistemin içinde bulundurduğu bütün elektrikli cihazların beslenmesi çalışır durumda hazır bulunmasını sağlamaktadır. Ayrıca çevre güvenliğinin ve emniyetinin alınabilmesi için çevre aydınlatmasını yapabilecektir.
- Sistemde bulunan pompa sayesinde 10 bar su basıncı sürekli olarak sağlanabilmektedir.
- Uzaktan kumandalı su monitörleri ile beraber 100 metre ileriye su püskürtme imkanı ile müdahale alanını genişliği dikkati çekmektedir.
- Vagon boyunca bulunan sabit su hatları ve konteynerlerde bulunan seyyar hortumlar sayesinde vagonun her iki tarafından da 500 metre mesafe uzağa kadar ulaşabilecek ve geniş bir bölgede müdahale imkanı sunacaktır.
- Konteynerler içinde depolanan ekipmanlar ile kaza kırım kurtarma imkanı sunmaktadır.
- Çevre kirliliğinin önlenmesi ve giderilebilmesi imkanları sunmaktadır.

- Tehlikeli kimyasal maddelerin taşınması esnasında oluşan kaza ve tehlikelere karşı geçici depolama imkanı sunarak yükün emniyetli ve çevre zaiyatının en aza indirilmesi ve verilecek zararı minimize edebilecektir.
- Demiryolları üzerinde bulunan yükün emniyetini sağlamaktadır.
- Demiryolu güzergahında bulunan tesis, depolama ve fabrika alanları, tersane, liman gibi alanlarda tedbir ve müdahale olasılıklarının arttırılmasına imkan sunmaktadır.

2021 yılında ilk prototipi üretilip faaliyete geçirilen Yangın Söndürme ve Kurtarma Vagonundan yaklaşık %30 daha fazla kapasite arttırılarak mevcut son tasarım gerçekleştirilmiştir. Tasarımın kapasite artışı yapılmasının asıl amacı su kapasitesinin ve etki çapının arttırılması için yapılmıştır. Bu şekilde prototipten %30 daha fazla kapasite ile daha fazla verim elde edebilecek vaziyete getirilmiştir.

6 Şubat depremleri sonrası İskenderun Limanı'nda çıkan yangında ilk defa kullanılan Yangın Söndürme ve Kurtarma Vagonu gece gündüz günlerce kullanılarak tüm operasyon boyunca görev almıştır. Görev süresi boyunca sistem üzerinde bulunan pompa ile denizden su çekilerek sürekli ve sınırsız su kapasitesine sahip olarak hem kendi üstündeki monitörlerden hem de itfaiye araçlarının su depolarının doldurulması sağlanmıştır [20-21].

KAYNAKLAR

- [1] Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları Haritası. (Haziran 2023). Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları Haritası. Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları.
- [2] Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları Taşımacılık A.Ş. (tarih yok). Yük Vagon Rehberi. Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları Taşımacılık A.Ş. Genel Müdürlüğü Lojistik Dairesi Başkanlığı.
- [3] *Impact India Foundation*. (2011). 01 28, 2025 tarihinde <https://www.impactindia.org/lifeline-express.php#content-start> adresinden alındı
- [4] *SinoTrailers*. (2022). 01 28, 2025 tarihinde <https://www.sinotrailers.com/railway-crane/> adresinden alındı
- [5] *National Transport Trust*. (tarih yok). 01 28, 2025 tarihinde <https://www.nationaltransporttrust.org.uk/> adresinden alındı
- [6] *Transport Trust*. (Alındığı Tarih: 28.01.2025). 01 28, 2025 tarihinde <https://web.archive.org/web/20090331155407/http://www.transporttrust.com/10041.html> adresinden alındı
- [7] *Railway Museum*. (2009,03 31). 01 25, 2025 tarihinde <https://www.railwaymuseum.org.uk/what-was-on/ambulance-trains> adresinden alındı
- [8] *Royal Collection Trust*. (1914). 01 28, 2025 tarihinde <https://www.rct.uk/collection/stories/stories-of-medics-and-medicine-in-the-royal-collection/ambulance-train-ward-carriage-no-19c> adresinden alındı
- [9] *The National Archives*. (2022, 11 18). 01 28, 2025 tarihinde <https://blog.nationalarchives.gov.uk/first-world-war-ambulance-trains/> adresinden alındı
- [10] Putra, G. H., Soelistijono, R. T., ve Setyawan, P. D. (2024). The Stability and Seakeeping Analysis of Hospital Ship Design in Karimunjawa. *Kapal: Journal of Marine Science and Technology*(21), 23-30.
- [11] *Impact India Foundation*. (2011). 01 28, 2025 tarihinde <https://www.impactindia.org/lifeline-express.php> adresinden alındı
- [12] Başkanlığı, İ. B. (tarih yok). *Kurtarma Ekipmanları Eğitim Kitabı*. 02 05, 2025 tarihinde <https://itfaiye.ibb.gov.tr/tr/yayinlarimiz.html> adresinden alındı
- [13] Satılmış, İ. C., Sulukan, E., ve Gürkan, D. (2025). The Firefighting and Rescue Wagon Design. *International Journal of New Findings in Engineering, Science and Technology (IJONFEST)* (Yayın Aşamasında).
- [14] Başkanlığı, İ. B. (tarih yok). *Kaldırma Yastıkları*. 02 06, 2025 tarihinde <https://itfaiye.ibb.gov.tr/tr/kurtarma-ekipmanlari.html> adresinden alındı
- [15] A.Ş., A. (2024). *YSKV Sunum Dosyası*. İstanbul: ALBATROS A.Ş.

- [16] (2014/68/AB), B. K. (2018). Basınçlı Kaplar Yönetmeliği (2014/68/AB). Resmî Gazete,.
- [17] Dräger. (tarih yok). *Dräger*. 01 28, 2025 tarihinde https://www.draeger.com/tr_tr/Products/Fire-and-Rescue-Trains adresinden alındı
- [18] Başkanlığı, İ. B. (tarih yok). *Koruyucu Elbiseler*. 01 30, 2025 tarihinde <https://itfaiye.ibb.gov.tr/tr/sondurme-ekipmanlari.html> adresinden alındı
- [19] Dräger. (tarih yok). Dräger CPS 6800 Gaz Geçirmez Giysi. *Dräger CPS 6800 Gaz Geçirmez Giysi*. içinde 01 31, 2025 tarihinde <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.draeger.com/Content/Documents/Products/cps-6800-pi-9045793-tr-tr.pdf> adresinden alındı
- [20] A.Ş., A. (2022, 08 18). *ALBATROS A.Ş.* (ALBATROS A.Ş.) 01 28, 2025 tarihinde <https://www.albatrosas.com/yerli-ve-milli-yangin-sondurme-ve-kurtarma-vagonu> adresinden alındı
- [21] Bakanlığı, T. C. (2022, 08 18). *Türkiye Cumhuriyeti Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı*. 01 28, 2025 tarihinde <https://sgb.uab.gov.tr/haberler/ulastirma-ve-altyapi-bakani-karaismailoglu-yerli-milli-yangin-sondurme-ve-kurtarma-vagonu-raylarda?PageSpeed=noscript> adresinden alındı

ÖZGEÇMİŞ

ÖĞRENİM DURUMU:

- Lisans : 2016, Düzce Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği
- Yüksek Lisans : 2025, İstanbul Gedik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği (Tezli)

MESLEKİ DENEYİM:

- 2018 – 2022 yılları arasında özel sektörde Proje ve İmalat Mühendisi olarak çalıştı.
- 2022 – 2023 yılları arasında özel sektörde Teklif Mühendisi olarak çalıştı.
- 2023 – 2024 yılları arasında özel sektörde Proje Yöneticisi olarak çalıştı.
- 2024'ten itibaren özel sektörde Dizayn Tasarım ve Proje Müdürü olarak çalışma hayatına devam etmektedir.

TEZDEN TÜRETİLEN YAYINLAR/SUNUMLAR:

- **SATILMIŞ, İ. C., SULUKAN, E., ve GÜRKAN, D.** (2025). Yangın Söndürme Ve Kurtarma Vagonu Tasarım Ve Uygulaması. Sustainable Society from the Perspective of Human, Technology, and Artificial Intelligence. IX. ASC 2025 / Spring Congress. May 15-18,2025. İstanbul/Türkiye.
- **SATILMIŞ, İ. C., SULUKAN, E., ve GÜRKAN, D.** (2025). The Firefighting and Rescue Wagon Design. International Journal of New Findings in Engineering, Science and Technology (IJONFEST)(YAYIN AŞAMASINDA).