T.C. İSTANBUL TİCARET ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

RAYLI SİSTEM ARAÇLARI ÜRETİMİNDE YER SEÇİMİ VE ALTYAPI DONANIMI

Hüsnü Levent PANDÜL

Danışman
Prof. Dr. Tuncer TOPRAK

YÜKSEK LİSANS TEZİ
KENTSEL SİSTEMLER ve ULAŞTIRMA YÖNETİMİ ANABİLİM DALI
İSTANBUL - 2020

KABUL VE ONAY SAYFASI

Hüsnü Levent PANDÜL tarafından hazırlanan **"Raylı Sistem Araçları Üretiminde Yer Seçimi ve Altyapı Donanımı"** adlı tez çalışması 14/07/2020 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri önünde başarı ile savunularak, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yönetimi Anabilim Dalı**'nda **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Danışman	**Prof. Dr. Tuncer TOPRAK** İstanbul Ticaret Üniversitesi	.....
Jüri Üyesi	**Prof. Dr. Mustafa ILICALI** İstanbul Ticaret Üniversitesi	.....
Jüri Üyesi	**Prof. Dr. Ata MUGAN** İstanbul Teknik Üniversitesi	.....

Onay Tarihi : 24.07.2020

İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsünün 24.07.2020 tarih ve 2020/288 numaralı Yönetim Kurulu Kararının 1. maddesi gereğince, ders yüklerini ve tez yükümlülüğünü yerine getirdiği belirlenen "Hüsnü Levent PANDÜL" (TC: 25894198398) adlı öğrencinin mezun olmasına oy birliği ile karar verilmiştir.

Prof. Dr. Necip ŞİMŞEK
Enstitü Müdürü

AKADEMİK VE ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında,

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversitede veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

24.07.2020



Hüsnü Levent PANDÜL

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER	i
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
ŞEKİLLER	vii
ÇİZELGELER	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR	xxiv
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	7
2.1. Dünyada ve Türkiye'de Raylı Sistem Endüstrisi	7
2.1.1. Türkiye'de raylı sistemler endüstrisi	11
2.1.2. Dünyada raylı sistemler endüstrisi	15
2.2. Dünyada ve Türkiye'de Raylı Sistem Endüstrisi Pazar Analizi	25
2.2.1. Çin Halk Cumhuriyeti'nin raylı sistem endüstrisi pazar analizi.	28
2.2.2. Almanya'nın raylı sistem endüstrisi pazar analizi	35
2.2.3. Amerika Birleşik Devletleri'nin raylı sistem endüstrisi pazar analizi	41
2.2.4. Meksika'nın raylı sistem endüstrisi pazar analizi	47
2.2.5. İspanya'nın raylı sistem endüstrisi pazar analizi	53
2.2.6. Japonya'nın raylı sistem endüstrisi pazar analizi	59
2.2.7. Polonya'nın raylı sistem endüstrisi pazar analizi	65
2.2.8. Avusturya'nın raylı sistem endüstrisi pazar analizi	72
2.2.9. Fransa'nın raylı sistem endüstrisi pazar analizi	79
2.2.10. Çekya'nın raylı sistem endüstrisi pazar analizi	86
2.2.11. Rusya'nın raylı sistem endüstrisi pazar analizi	92
2.2.12. İtalya'nın raylı sistem endüstrisi pazaranalizi	98
2.2.13. İsviçre'nin raylı sistem endüstrisi pazar analizi	104
2.2.14. Slovakya'nın raylı sistem endüstrisi pazar analizi	111
2.2.15. Hindistan'ın raylı sistem endüstrisi pazar analizi	118
2.2.16. Macaristan'ın raylı sistem endüstrisi pazar analizi	126
2.2.17. Birleşik Krallığın raylı sistem endüstrisi pazar analizi	132
2.2.18. Güney Kore'nin raylı sistem endüstrisi pazar analizi	138
2.2.19. Hollanda'nın raylı sistem endüstrisi pazar analizi	146
2.2.20. Ukrayna'nın raylı sistem endüstrisi pazar analizi	152
2.3. Raylı Sistem Araçları Üretim Fabrikası	158
2.3.1. Yurtiçi ve yurtdışı pazar analizi	159
2.3.2. Raylı sistem araç üretim tesisi kapasite analizi	160
2.3.3. Raylı sistem araç üretim tesis altyapısı	161
2.3.4. Raylı sistem araç üretim tesisi yer seçimi	166
2.4. Raylı Sistem Araç Üretim Tesisinin Kurulumu ve Gerçekleştirilen İşlemler	169
2.4.1. Araç gövdesi üretim atölyesi kurulumu ve gerçekleştirilen işlemler	181
2.4.2. Araç gövdesi kumlama ve boyama atölyesi kurulumu ve gerçekleştirilen işlemler	183

2.4.3. Bogi şasisi üretim atölyesi kurulumu ve gerçekleştirilen işlemler ... 184
2.4.4. Bogi sasisi kumlama ve boyama atölyesi kurulumu ve gerçekleştirilen işlemler ... 184
2.4.5. Bogi montaj atölyesi kurulumu ve gerçekleştirilen işlemler ... 185
2.4.6. Ekipman hazırlama atölyesi kurulumu ve gerçekleştirilen işlemler ... 186
2.4.7. Araç gövdesi son montaj atölyesi kurulumu ve gerçekleştirilen işlemler ... 187
2.4.8. Araç kablolama ve kalite kontrol atölyesik kurulumu ve gerçekleştirilen işlemler ... 190
2.4.9. Dizi test atölyesi kurulumu ve gerçekleştirilen işlemler ... 191
2.4.10. Dizi test yolu kurulumu ve gerçekleştirilen işlemler ... 192
2.4.11. Ekipman depolama ve kalite kontrol alanı kurulumu ... 193
2.4.12. Araç stok ve yükleme alanı kurulumu ... 193
2.5. Dünyada Raylı Sistem Araç Üreticileri ve Üretim Fabrikaları ... 194
2.5.1. CRRC firması ... 194
2.5.2. Bombardier firması ... 195
2.5.3. Alstom firması ... 195
2.5.4. GE Transportation firması ... 196
2.5.5. Siemens firması ... 196
2.5.6. Hyundai-Rotem firması ... 197
2.5.7. Stadler firması ... 197
2.5.8. CAF firması ... 198
2.6. Raylı Sistem Araçlarında Bulunan Kritik Sistemler ... 199
2.6.1. TCMS (Tren kontrol ve izleme sistemi) ... 199
2.6.2. Sinyalizasyon sistemi ... 200
2.6.3. Güç besleme sistemi ve güç trafosu ... 201
2.6.4. Bilgilendirme ve kamera sistemi ... 202
2.6.5. İç ve dış aydınlatma sistemi ... 204
2.6.6. Pantograf sistemi ... 205
2.6.7. Batarya sistemi ... 205
2.6.8. Yolcu kompartımanı ısıtma ve havalandırma (HVAC) sistemi ... 206
2.6.9. Yolcu kompartımanı kapı sistemi ... 207
2.6.10. Yangın ve duman algılama sistemi ... 209
2.6.11. Teker flanşı yağlama sistemi ... 210
2.6.12. Silecek sistemi ... 211
2.6.13. Yardımcı güç besleme sistemi ... 212
2.6.14. Cer sistemi ... 213
2.6.15. Fren sistemi ... 214
2.6.16. Pnömatik besleme sistemi ... 216
2.6.17. Otomatik kuplaj sistemi ... 219
2.7. Raylı Sistem Araçlarında Bulunan Ekipmanlar, Komponentler ve Diğer Parçalar ... 220
2.7.1. Bogi ekipmanı ... 220
2.7.2. Araç gövdesi ... 221
2.7.3. Topraklama fırçası ... 222
2.7.4. Yolcu iç ve dış giydirme parçaları ... 223
2.7.5. Zemin kauçuk malzemesi ... 227

2.7.6. Yolcu kompartımanı camları 228
2.7.7. Geçit sistemi (Gangway) 229
2.7.8. Yolcu koltuğu 230
2.7.9. Raylı sistem araç elektrifikasyon kabloları 230
2.7.10. Sürücü kabini ön camları 231
2.7.11. Döner halka 232
2.7.12. Küresel rulman ve bağlantı mafsalı 233
2.7.13. Süspansiyon ekipmanları 233
2.7.14. Stinger kutusu (harici besleme kutusu) 236
2.7.15. Sürücü koltuğu 237
2.7.16. Damperler (dikey ve yatay) ve şok emiciler (crash bumper) 237
2.7.17. Elektrik sistemleri ana devre ve kontrol ekipmanları 238
2.7.18. Aks – teker seti 240
2.7.19. Hidrolik tesisat ekipmanları 242
2.7.20. Pnömatik tesisat ekipmanları 243
2.7.21. Araç üstü elektriksel bağlantı kutuları 243
2.7.22. Telsiz ünitesi 244
2.7.23. Isı ve ses izolasyon malzemesi 245
2.7.24. Taban ahşabı ve ahşap altı takozu 245
2.8. Demiryolu Araç Teknoloji Yönelimleri 247
2.9. Raylı Sistem Araçlarının Ürün Yaşam Döngüsü 252
3. UYGULAMA 271
3.1. Raylı Sistemler Sektöründe Büyüme Stratejileri 271
3.2. Türkiye'nin Raylı Sistemler Sektöründeki Stratejileri nasıl olmalıdır? 273
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA 281
4.1. Raylı Sistem Araçları Üretim Modelleri Üzerine Simülasyon Yazılımı 281
4.1.1. Simülasyon yazılımı gereksinimlerinin belirlenmesi 281
4.1.2. Gereksinimlere uygun olarak simülasyon yazılımının mimarisinin oluşturulması 289
4.1.3. Mimariye uygun olarak kodlamanın yazılması ve test edilmesi 293
4.1.4. Entegre tesis altyapısının oluşturulması ve üretim senaryolarının belirlenmesi 294
4.1.5. Üretim senaryolarına göre yazılımın hazırlanması, koşturulması ve sonuçların incelenmesi 296
5. SONUÇ VE ÖNERİLER 346
KAYNAKLAR 351
EKLER 353
EK A. Araç Üretimi İçin Modellenen Yazılım Kodları (16 Araç) 354
ÖZGEÇMİŞ 358

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

RAYLI SİSTEM ARAÇLARI ÜRETİMİNDE YER SEÇİMİ VE ALTYAPI DONANIMI

Hüsnü Levent PANDÜL

İstanbul Ticaret Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yönetimi Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Tuncer TOPRAK

2020, 359 sayfa

Bu çalışmada,

Raylı sistemler sektörünün dünyada ve Türkiye'de olan pazarı incelenmiş ve sektörün gelecekte olan ihtiyaçları belirlenmeye çalışılmıştır. Raylı sistem araçlarında bulunan alt komponentler uluslararası literatürlerde incelenerek kritik ve stratejik olanlar belirlenmeye çalışılmıştır.

Raylı sistemler araç ihtiyacının karşılanması için dünyada kurulmuş olan üretim altyapıları incelenerek, Türkiye'de gerçekleştirilebilecek raylı sistem araç üretimleri için farklı senaryolar oluşturulmuştur. Bu senaryolar Java programında hazırlanan yazılımla zaman ve maliyet açısından değerlendirilmiştir.

Bu çalışma sayesinde, parametrik olarak hazırlanan yazılım altyapısında optimum raylı sistem araç üretimi senaryosuna ulaşılmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Altyapı, gövde son montajı, üretim, raylı sistem araçları.

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

SELECTION OF LOCATION AND INFRASTRUCTURE REQUIREMENTS DURING MANUFACTURING OF ROLLING STOCK

Hüsnü Levent PANDÜL

İstanbul Commerce University
Graduate School of Applied and Natural Sciences
Department of Urban Systems and Transportation Management

Supervisor: Prof. Dr. Tuncer TOPRAK

2020, 359 pages

In this study,

Rail systems sector in the world and in Turkey has been examined and future needs of the sector has been determined. The sub-components in the rolling stocks have been examined in the international literature, critical and strategic ones have been determined.

Rolling stock manufacturing infrastructures has been investigated in the world and different scenarious have been created for manufacturing in Turkey to meet the market needs for rolling stock. These scenarious have been evaluated in terms of time and cost with the software prepared in the Java program.

By this study, we created the parametric software to reach the optimum solution for production of rolling stock.

Keywords: Carbody final assembly, infrastructure, manufacturing, rolling stock.

TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli Danışman Hocam Prof. Dr. Tuncer TOPRAK'a teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin gerçekleşmesinde destek sağlayan demiryollarına gönül vermiş tüm çalışma arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Tezimde hazırlanan yazılımın kodlama aşamasındaki desteklerinden dolayı abim Ahmet Murad PANDÜL'e teşekkür ederim.

Tezimin her aşamasında beni yalnız bırakmayan sevgili eşime ve çocuklarıma sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Kodlama aşamasında kullandığımız yoğun enerjiyi bizlere sağlayan, sabrı bizlere veren, bu bilgiye erişmek için gerekli olan teknik bilgiyi öğreten ve bizlere yol gösteren Yüce Rabbimize hamdolsun.

Hüsnü Levent PANDÜL
İSTANBUL, 2020

ŞEKİLLER

		Sayfa
Şekil 1.1.	Raylı sistem araçları sınıflandırılması	4
Şekil 2.1.	Bölgelere göre yüksek hızlı tren hattı uzunlukları.	9
Şekil 2.2.	Küresel demiryolu teknolojileri endüstrisinin pazar büyüklüğü dağılımı	25
Şekil 2.3.	Dünyada son yedi yıldaki raylı sistemler araç pazarı	26
Şekil 2.4.	Çin Halk Cumhuriyeti'nin 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler pazarında ihracat eğilimi	28
Şekil 2.5.	Çin Halk Cumhuriyeti'nin 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler endüstrisindeki farklı taşıma şekillerine göre özel olarak tasarlanmış ve imal edilmiş konteynerlerine ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8609 (*1000 dolar)	30
Şekil 2.6.	Almanya'nın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler pazarında ihracat eğilimi	35
Şekil 2.7.	Almanya'nın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler endüstrisindeki elektrikli lokomotif aracına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8601 (*1000 dolar)	37
Şekil 2.8.	Amerika Birleşik Devletleri'nin 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler pazarında ihracat eğilimi	41
Şekil 2.9.	Amerika Birleşik Devletleri'nin 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler endüstrisindeki demiryolu araçlarının parça ve aksamlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8607 (*1000 dolar)	43
Şekil 2.10.	Meksika'nın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler pazarında ihracat eğilimi	47
Şekil 2.11.	Meksika'nın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler endüstrisindeki kendinden tahrikli olmayan yük taşımaya uygun demiryolu vagonuna ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8606 (*1000 dolar)	49
Şekil 2.12.	İspanya'nın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler pazarında ihracat eğilimi	53
Şekil 2.13.	İspanya'nın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler endüstrisindeki kendinden tahrikli demiryolu veya tramvay araçlarına (tramvay, EMU, metro, YHT) ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8603 (*1000 dolar)	55
Şekil 2.14.	Japonya'nın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler pazarında ihracat eğilimi	59
Şekil 2.15.	Japonya'nın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler endüstrisindeki kendinden tahrikli demiryolu veya tramvay araçlarına (tramvay, EMU, metro, YHT) ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8603 (*1000 dolar)	61
Şekil 2.16.	Polonya'nın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler pazarında ihracat eğilimi	65
Şekil 2.17.	Polonya'nın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler endüstrisindeki kendinden tahrikli demiryolu veya tramvay araçlarına (tramvay, EMU, metro, YHT) ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8603 (*1000 dolar)	67

Şekil 2.18. Polonya'nın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler endüstrisindeki demiryolu araçlarının parça ve aksamlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8607 (*1000 dolar) 68
Şekil 2.19. Avusturya'nın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler pazarında ihracat eğilimi..... 72
Şekil 2.20. Avusturya'nın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler endüstrisindeki demiryolu hat bakım ve servis bakım için tasarlanmış özel araçlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8604 (*1000 dolar)..... 74
Şekil 2.21. Avusturya'nın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler endüstrisindeki demiryolu araçlarının parça ve aksamlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8607 (*1000 dolar) 75
Şekil 2.22. Fransa'nın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler pazarında ihracat eğilimi..... 79
Şekil 2.23. Fransa'nın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler endüstrisindeki kendinden tahrikli demiryolu araçlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8603 (*1000 dolar)..... 81
Şekil 2.24. Fransa'nın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler endüstrisindeki demiryolu araçlarının parça ve aksamlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8607 (*1000 dolar) 82
Şekil 2.25. Çekya'nın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler pazarında ihracat eğilimi..... 86
Şekil 2.26. Çekya'nın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler endüstrisindeki demiryolu araçlarının parça ve aksamlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8607 (*1000 dolar) 88
Şekil 2.27. Rusya'nın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler pazarında ihracat eğilimi..... 92
Şekil 2.28. Rusya'nın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler endüstrisindeki kendinden tahrikli olmayan yük taşımaya uygun demiryolu vagonlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8606 (*1000 dolar)..... 94
Şekil 2.29. İtalya'nın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler pazarında ihracat eğilimi..... 98
Şekil 2.30. İtalya'nın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler endüstrisindeki demiryolu araçlarının parça ve aksamlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8607 (*1000 dolar) 100
Şekil 2.31. İsviçre'nin 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler pazarında ihracat eğilimi..... 104
Şekil 2.32. İsviçre'nin 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler endüstrisindeki kendinden tahrikli demiryolu veya tramvay . araçlarına (tramvay, EMU, metro, YHT) ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8603 (*1000 dolar)..... 106
Şekil 2.33. İsviçre'nin 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler endüstrisindeki demiryolu araçlarının parça ve aksamlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8607 (*1000 dolar) 107
Şekil 2.34. Slovakya'nın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler pazarında ihracat eğilimi..... 111
Şekil 2.35. Slovakya'nın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler endüstrisindeki kendinden tahrikli olmayan yük taşımaya

uygun demiryolu vagonlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8606 (*1000 dolar)..... 113
Şekil 2.36. Slovakya'nın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler endüstrisindeki farklı taşıma şekillerine göre özel olarak yapılmış ve donatılmış konteynerlerine ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8609 (*1000 dolar)..... 114
Şekil 2.37. Hindistan'ın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler pazarında ihracat eğilimi..... 118
Şekil 2.38. Hindistan'ın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler endüstrisindeki kendinden tahrikli demiryolu veya tramvay . araçlarına (tramvay, EMU, metro, YHT) ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8603 (*1000 dolar)..... 120
Şekil 2.39. Hindistan'ın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler endüstrisindeki kendinden tahrikli olmayan yolcu vagonlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8605 (*1000 dolar)..... 121
Şekil 2.40. Hindistan'ın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler endüstrisindeki demiryolu araçlarının parça ve aksamlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8607 (*1000 dolar) 122
Şekil 2.41. Macaristan'ın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler ... pazarında ihracat eğilimi..... 126
Şekil 2.42. Macaristan'ın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler endüstrisindeki demiryolu araçlarının parça ve aksamlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8607 (*1000 dolar) 128
Şekil 2.43. Birleşik Krallığın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler pazarında ihracat eğilimi..... 132
Şekil 2.44. Birleşik Krallığın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler endüstrisindeki demiryolu araçlarının parça ve aksamlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8607 (*1000 dolar)..... 134
Şekil 2.45. Güney Kore'nin 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler pazarında ihracat eğilimi..... 138
Şekil 2.46. Güney Kore'nin 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler endüstrisindeki kendinden tahrikli demiryolu veya tramvay . araçlarına (tramvay, EMU, metro, YHT) ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8603 (*1000 dolar)..... 141
Şekil 2.47. Güney Kore'nin 2016, 2017, 2018 yıllarındaki demiryolu araçlarının parça ve aksamlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8607 (*1000 dolar) 141
Şekil 2.48. Güney Kore'nin 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler endüstrisindeki farklı taşıma şekillerine göre özel olarak yapılmış ve donatılmış konteynerlerine ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8609 (*1000 dolar)..... 142
Şekil 2.49. Hollanda'nın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler pazarında ihracat eğilimi..... 146
Şekil 2.50. Hollanda'nın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler endüstrisindeki farklı taşıma şekillerine göre özel olarak yapılmış ve donatılmış konteynerlerine ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8609 (*1000 dolar)..... 148

Şekil 2.51. Ukrayna'nın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler pazarında ihracat eğilimi 152
Şekil 2.52. Ukrayna'nın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler endüstrisindeki demiryolu araçlarının parça ve aksamlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8607 (*1000 dolar) 154
Şekil 2.53. Raylı sistem araç üretim fabrikası kurulum aşamaları 158
Şekil 2.54. Türkiye'de metro ve tramvay üretim kapasitesi kullanım oranı 159
Şekil 2.55. Japonya'da Nippon Sharyo firması üretim tesisi 169
Şekil 2.56. Nippon Sharyo firması'nın yıllara dağıtılmış araç üretim sayıları 170
Şekil 2.57. Nippon Sharyo firması'nın araç üretim süreçleri 170
Şekil 2.58. Araç gövdesi üretim atölyesinde gerçekleştirilen işlemlerin gösterilimi 173
Şekil 2.59. Araç gövdesi kumlama ve boyama atölyesinde gerçekleştirilen işlemlerin gösterilimi 174
Şekil 2.60. Bogi üretim atölyesinde gerçekleştirilen işlemlerin gösterilimi 175
Şekil 2.61. Araç gövdesi son montaj atölyesinde gerçekleştirilen işlemlerin gösterilimi 176
Şekil 2.62. Araç kablolama ve kalite kontrol atölyesinde gerçekleştirilen işlemlerin gösterilimi 177
Şekil 2.63. Dizi (tren seti) test atölyesinde gerçekleştirilen işlemlerin gösterilimi 178
Şekil 2.64. Araç yükleme ve sevk alanında gerçekleştirilen işlemlerin gösterilimi 179
Şekil 2.65. İşletme ve performans ölçüm test sahasında gerçekleştirilen işlemlerin gösterilimi 180
Şekil 2.66. Örnek bir TCMS konfigürasyonu ve donanımı 200
Şekil 2.67. Örnek bir sinyalizasyon sistemi konfigürasyonu 201
Şekil 2.68. Örnek bir güç trafosu 202
Şekil 2.69. Örnek bir bilgilendirme sistemi 203
Şekil 2.70. Aydınlatma LED şeridi ve konvertörleri 204
Şekil 2.71. Pantograf 205
Şekil 2.72. Batarya hücreleri ve batarya kutusu 206
Şekil 2.73. Örnek bir klima sisteminin araç üstündeki görünümü 207
Şekil 2.74. Örnek bir kapı üst mekanizması 208
Şekil 2.75. Örnek bir raylı sistem aracındaki yolcu kapıları 208
Şekil 2.76. Duman algılama sistemi 209
Şekil 2.77. Örnek bir teker flanşı yağlama sistemi kontrol ünitesi 210
Şekil 2.78. Örnek bir teker flanşı yağlama sistemi nozul tasarımı 211
Şekil 2.79. Teker flanşı yağlama sistemi valf kutusu ve dozajlama pompası 211
Şekil 2.80. Raylı sistem araçlarında kullanılan silecek sistemine ait örnek bir silecek suyu deposu ve silecek su motoru görünümü 212
Şekil 2.81. Örnek bir statik konvertör görünümü 212
Şekil 2.82. Örnek bir cer motoru ve dişli kutusu 213

Şekil 2.83. Örnek bir hidrolik fren sisteminin aracın bogisi üzerinde gösterilimi 215
Şekil 2.84. Örnek bir manyetik fren sisteminin aracın bogisi üzerinde gösterilimi 215
Şekil 2.85. Örnek bir hava besleme sistemi 216
Şekil 2.86. Örnek bir hava süspansiyon sistemi 217
Şekil 2.87. Örnek bir araç üstü kumlama sistemi ekipmanları 217
Şekil 2.88. Örnek bir bogi üstü kumlama sistemi ekipmanları 218
Şekil 2.89. Örnek bir korna sistemi ekipmanları 218
Şekil 2.90. Örnek bir otomatik kuplaj 219
Şekil 2.91. Örnek bir raylı sistem araç bogisi 221
Şekil 2.92. Örnek bir raylı sistem araç şasisi 222
Şekil 2.93. Örnek bir topraklama fırçası 223
Şekil 2.94. Örnek bir tutamağın bir görünümü 223
Şekil 2.95. Örnek bir tutunma borularının görünümü 224
Şekil 2.96. Örnek bir tutunma borusu bağlantı braketleri 224
Şekil 2.97. Seperatör camı ve bağlantı braketlerinin görünümü 225
Şekil 2.98. Örnek alın duvar kapısı görünümü 226
Şekil 2.99. Örnek bir araç üzerindeki CTP parçalarının görünümü 227
Şekil 2.100. Örnek bir zemin kauçuk kaplaması 228
Şekil 2.101. Örnek bir vasistaslı, vasistassız yolcu camları, sürgülü camlar 229
Şekil 2.102. Örnek bir geçit sistemi görünümü 229
Şekil 2.103. Örnek bir koltukların araç içinde dağılımı 230
Şekil 2.104. Raylı sistem araçlarında kullanılan örnek kablolar ve kesitleri 231
Şekil 2.105. Örnek sürücü kabini ön camı 232
Şekil 2.106. Döner halkanın raylı sistem aracı üzerinde gösterilimi, örnek bir döner halkanın iç-dış bilezikleri ve yuvarlanma elemanları 232
Şekil 2.107. Raylı sistem araçlarında bulunan bağlantı mafsalları ve kullanılan küresel rulman örneği 233
Şekil 2.108. Örnek bir primer süspansiyon ve şevron yaylarının raylı sistem aracı üzerindeki gösterilimi 234
Şekil 2.109. Örnek bir sekonder süspansiyon ve hava yastığının gösterilimi 234
Şekil 2.110. Örnek bir yanal stoper gösterilimi 235
Şekil 2.111. Örnek bir trailing rod gösterilimi 236
Şekil 2.112. Örnek bir stinger kutusu (harici besleme kutusu) 236
Şekil 2.113. Örnek bir sürücü koltuğu 237
Şekil 2.114. Örnek bir crash bumper ve damper 238
Şekil 2.115. Örnek bir ivme kolu ekipmanı 238
Şekil 2.116. Örnek bir arıza bildirim zili (buzzer) ekipmanı 240
Şekil 2.117. Örnek bir aksın genel görünümü 240
Şekil 2.118. Örnek bir aks kutusu ve aks rulmanının genel görünümü 241
Şekil 2.119. Örnek bir tekerleğin genel görünümü 242
Şekil 2.120. Örnek bir hidrolik tesisat tasarımı 242
Şekil 2.121. Örnek bir pnömatik tesisat tasarımı 243
Şekil 2.122. Örnek bir araçüstü elektriksel bağlantı kutusu 244

Şekil 2.123. Örnek bir telsiz ekipmanları 244
Şekil 2.124. Örnek bir ısı ve ses izolasyon malzemesi..... 245
Şekil 2.125. Örnek bir taban ahşabı..... 246
Şekil 2.126. Örnek bir taban ahşap altı takozu..... 246
Şekil 2.127. Sektörel bazda Ar-Ge'ye ayrılan kaynakların gelirlere oranı.... 248
Şekil 2.128. Demiryolu araç teknoloji yönelimleri şematik gösterilimi..... 251
Şekil 2.129. Örnek bir raylı sistem tren setlerinin devreye alma süreç şeması..... 270
Şekil 3.1. Raylı sistem araç üreticilerinin pazar payları..... 271
Şekil 3.2. Dünyada raylı sistem araçları üretim fabrikaları kapasite kullanımları..... 272
Şekil 4.1. Yazılımın ana mimarisi..... 290

ÇİZELGELER

Sayfa

Çizelge 2.1. Londra – Birmingham yüksek hızlı tren projesi (1. faz) özet bilgileri 15
Çizelge 2.2. Moskova-Kazan yüksek hızlı tren projesi özet bilgileri 16
Çizelge 2.3. Riga-Polonya yüksek hızlı tren projesi (Baltık demiryolları projesi) özet bilgileri 16
Çizelge 2.4. Ostlanken yüksek hızlı tren projesi (1. faz) özet bilgileri 17
Çizelge 2.5. Brisbane banliyö hattı projesi özet bilgileri 17
Çizelge 2.6. Geku demiryolu ana hattı (Korla - Golmud arası) projesi özet bilgileri 18
Çizelge 2.7. Quito metro hattı (hat 1) projesi özet bilgileri 18
Çizelge 2.8. Riyad metro hattı projesi özet bilgileri 19
Çizelge 2.9. Teksas yüksek hızlı tren projesi (Dallas - Houston) projesi özet bilgileri 19
Çizelge 2.10. Bangkok – Padang Besar yüksek hızlı tren hattı projesi özet bilgileri 20
Çizelge 2.11. Dongguan metro hattı (hat 3), 1. faz projesi özet bilgileri 20
Çizelge 2.12. Delhi metro hattı (4. faz) projesi özet bilgileri 21
Çizelge 2.13. Mengxi – Huazhong yük taşımacılığı hattı projesi özet bilgileri 21
Çizelge 2.14. Macau – Taipa hafif metro hattı (1. faz) projesi özet bilgileri 22
Çizelge 2.15. Hong Kong Shatin metro hattı projesi özet bilgileri 22
Çizelge 2.16. Ankara – Sivas yüksek hızlı tren hattı projesi özet bilgileri 23
Çizelge 2.17. İskenderiye – Aswan yüksek hızlı tren hattı projesi özet bilgileri 23
Çizelge 2.18. Kopennhag – Koge - Ringsted yüksek hızlı tren hattı projesi özet bilgileri 24
Çizelge 2.19. Jakarta metro hattı projesi özet bilgileri 24
Çizelge 2.20. Çin Halk Cumhuriyeti'nin raylı sistemler endüstrisinde 2016, 2017, 2018 yıllarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 Dolar) 28
Çizelge 2.21. Çin'in dünya raylı sistemler sektöründeki ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) 29
Çizelge 2.22. Çin Halk Cumhuriyeti'nin raylı sistemler endüstrisinde farklı taşıma şekillerine göre özel olarak tasarlanmış ve imal edilmiş konteynerlerine ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8609 (*1000 dolar) 30
Çizelge 2.23. 2018 yılında Çin Halk Cumhuriyeti'nin raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) 31
Çizelge 2.24. 2016 yılı ile 2018 yılı arasındaki Çin Halk Cumhuriyeti'nin raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracattaki yüzdelik artış oranları – GTİP 86 (*1000 dolar) 32
Çizelge 2.25. 2018 yılında Çin Halk Cumhuriyeti'nin raylı sistemler endüstrisinde Amerika Birleşik Devletleri'ne yaptığı farklı taşıma şekillerine göre özel olarak yapılmış ve donatılmış konteynerlerinin ihracat değeri – GTİP 8609 (*1000 dolar) 33

Çizelge 2.26. 2018 yılında Çin Halk Cumhuriyeti'nin raylı sistemler endüstrisinde Amerika Birleşik Devletleri'ne yaptığı farklı taşıma şekillerine göre özel olarak tasarlanmış ve imal edilmiş konteyner ihracatının, dünyada gerçekleştirdiği tüm ihracata oranı – GTİP 8609 (*1000 dolar) 33
Çizelge 2.27. 2018 yılında Çin Halk Cumhuriyeti'nin raylı sistemler endüstrisinde Amerika Birleşik Devletleri'ne yaptığı farklı taşıma şekillerine göre özel olarak tasarlanmış ve imal edilmiş konteyner ihracatının, aynı ürün grubuna ait dünyada gerçekleştirdiği tüm ihracata oranı – GTİP 8609(*1000 dolar)..... 34
Çizelge 2.28. Çin Halk Cumhuriyeti'nin Amerika Birleşik Devletleri'ne raylı sistemler endüstrisinde farklı taşıma şekillerine göre özel olarak tasarlanmış ve imal edilmiş konteynerlerine ait toplam ihracat değerleri (2016, 2017, 2018 yılları için) – GTİP 8609 (*1000 dolar) 34
Çizelge 2.29. Almanya'nın raylı sistemler endüstrisinde 2016, 2017, 2018 yıllarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) 35
Çizelge 2.30. Almanya'nın dünya raylı sistemler sektöründeki ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar)..... 36
Çizelge 2.31. Almanya'nın raylı sistemler endüstrisinde elektrikli lokomotifine ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8601 (*1000 dolar) 37
Çizelge 2.32. 2018 yılında Almanya'nın raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) 38
Çizelge 2.33. 2016 yılı ile 2018 yılı arasındaki Almanya'nın raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracattaki yüzdelik artış oranları – GTİP 86 (*1000 dolar) 39
Çizelge 2.34. 2018 Yılında Almanya'nın raylı sistemler endüstrisinde Birleşik Krallığa yaptığı farklı ürün gruplarına ait ihracat değeri – GTİP 8603, GTİP 8605, GTİP 8607 (*1000 dolar)..... 40
Çizelge 2.35. Amerika Birleşik Devletleri'nin raylı sistemler endüstrisinde 2016, 2017, 2018 yıllarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar)..... 41
Çizelge 2.36. Amerika Birleşik Devletleri'nin dünya raylı sistemler sektöründeki ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) 42
Çizelge 2.37. Amerika Birleşik Devletleri'nin raylı sistemler endüstrisinde demiryolu araçlarının parça ve aksamlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8607 (*1000 dolar) 43
Çizelge 2.38. 2018 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nin raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) 44
Çizelge 2.39. 2016 yılı ile 2018 yılı arasındaki Amerika Birleşik Devletleri'nin raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracattaki yüzdelik artış oranları – GTİP 86 (*1000 dolar)..... 45

Çizelge 2.40. 2018 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nin raylı sistemler endüstrisinde Kanada'ya yaptığı farklı ürün gruplarına ait ihracat değeri – GTİP 8603, GTİP 8606, GTİP 8607 (*1000 dolar) 46
Çizelge 2.41. Meksika'nın raylı sistemler endüstrisinde 2016, 2017, 2018 yıllarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 86(*1000 dolar) 47
Çizelge 2.42. Meksika'nın dünya raylı sistemler sektöründeki ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) 48
Çizelge 2.43. Meksika'nın raylı sistemler endüstrisinde kendinden tahrikli olmayan yük taşımaya uygun demiryolu vagonuna ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8606 (*1000 dolar) 49
Çizelge 2.44. 2018 yılında Meksika'nın raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar)..... 50
Çizelge 2.45. 2016 yılı ile 2018 yılı arasındaki Meksika'nın raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracattaki yüzdelik artış oranları – GTİP 86 (*1000 dolar) 51
Çizelge 2.46. 2018 yılında Meksika'nın raylı sistemler endüstrisinde Amerika Birleşik Devletleri'ne yaptığı kendinden tahrikli olmayan yük taşımaya uygun demiryolu vagonlarına ait ihracat değeri – GTİP 8606 (*1000 dolar)..... 52
Çizelge 2.47. 2018 yılında Meksika'nın raylı sistemler endüstrisinde Amerika Birleşik Devletleri'ne yaptığı kendinden tahrikli olmayan yük taşımaya uygun demiryolu vagonları, dünyada gerçekleştirdiği tüm ihracata oranı – GTİP 8606 (*1000 dolar)..... 52
Çizelge 2.48. 2018 yılında Meksika'nın raylı sistemler endüstrisinde Amerika Birleşik Devletleri'ne yaptığı kendinden tahrikli olmayan yük taşımaya uygun demiryolu vagonlarının, aynı ürün grubuna ait dünyada gerçekleştirdiği tüm ihracata oranı – GTİP 8606 (*1000 dolar)..... 52
Çizelge 2.49. İspanya'nın raylı sistemler endüstrisinde 2016, 2017, 2018 yıllarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar)..... 53
Çizelge 2.50. İspanya'nın dünya raylı sistemler sektöründeki ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar)..... 54
Çizelge 2.51. İspanya'nın raylı sistemler endüstrisinde kendinden tahrikli demiryolu veya tramvay araçlarına (tramvay, EMU, metro, YHT) ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8603 (*1000 dolar) 55
Çizelge 2.52. 2018 yılında İspanya'nın raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) 56
Çizelge 2.53. 2016 yılı ile 2018 yılı arasındaki İspanya'nın raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracattaki yüzdelik artış oranları – GTİP 86 (*1000 dolar) 57
Çizelge 2.54. 2018 yılında İspanya'nın raylı sistemler endüstrisinde Suudi Arabistan'a yaptığı farklı ürün gruplarına ait ihracat değeri – GTİP 8601, GTİP 8605 (*1000 dolar)..... 58

Çizelge 2.55. Japonya'nın raylı sistemler endüstrisinde 2016, 2017, 2018 . yıllarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) 59
Çizelge 2.56. Japonya'nın dünya raylı sistemler sektöründeki ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar)..... 60
Çizelge 2.57. Japonya'nın raylı sistemler endüstrisinde kendinden tahrikli demiryolu veya tramvay araçlarına (tramvay, EMU, metro, YHT) ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8603 (*1000 dolar) 61
Çizelge 2.58. 2018 yılında Japonya'nın raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) 62
Çizelge 2.59. 2016 yılı ile 2018 yılı arasındaki Japonya'nın raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracattaki yüzdelik artış oranları – GTİP 86 (*1000 dolar) 63
Çizelge 2.60. 2018 yılında Japonya'nın raylı sistemler endüstrisinde Birleşik Krallığa yaptığı farklı ürün gruplarına ait ihracat değeri – GTİP 8603, GTİP 8605, GTİP 8607 (*1000 dolar)..... 64
Çizelge 2.61. Polonya'nın raylı sistemler endüstrisinde 2016, 2017, 2018 . yıllarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) 65
Çizelge 2.62. Polonya'nın dünya raylı sistemler sektöründeki ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar)..... 66
Çizelge 2.63. Polonya'nın raylı sistemler endüstrisinde kendinden tahrikli demiryolu veya tramvay araçlarına (tramvay, EMU, metro, YHT) ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8603 (*1000 dolar) 67
Çizelge 2.64. Polonya'nın raylı sistemler endüstrisinde demiryolu araçlarının parça ve aksamlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8607 (*1000 dolar)..... 68
Çizelge 2.65. 2018 yılında Polonya'nın raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) 69
Çizelge 2.66. 2016 yılı ile 2018 yılı arasındaki Polonya'nın raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracattaki yüzdelik Artış Oranları – GTİP 86 (*1000 dolar)..... 70
Çizelge 2.67. 2018 yılında Polonya'nın raylı sistemler endüstrisinde Almanya'ya yaptığı demiryolu araçlarının parça ve aksamları ürün grubuna ait ihracat değeri- GTİP 8607 (*1000 dolar) 71
Çizelge 2.68. Avusturya'nın raylı sistemler endüstrisinde 2016, 2017, 2018 yıllarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) 72
Çizelge 2.69. Avusturya'nın dünya raylı sistemler sektöründeki ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar)..... 73
Çizelge 2.70. Avusturya'nın raylı sistemler endüstrisinde demiryolu hat bakım ve servis bakım için tasarlanmış özel araçlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8604 (*1000 dolar) 74

Çizelge 2.71. Avusturya'nın raylı sistemler endüstrisinde demiryolu araçlarının parça ve aksamlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8607 (*1000 dolar)..... 75
Çizelge 2.72. 2018 yılında Avusturya'nın raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) 76
Çizelge 2.73. 2016 yılı ile 2018 yılı arasındaki Avusturya'nın raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracattaki yüzdelik artış oranları – GTİP 86 (*1000 dolar) 77
Çizelge 2.74. 2018 yılında Avusturya'nın raylı sistemler endüstrisinde Almanya'ya yaptığı demiryolu araçlarının parça ve aksamları ürün grubuna ait ihracat değeri – GTİP 8607 (*1000 dolar) 78
Çizelge 2.75. Fransa'nın raylı sistemler endüstrisinde 2016, 2017, 2018 yıllarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) 79
Çizelge 2.76. Fransa'nın dünya raylı sistemler sektöründeki ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar)..... 80
Çizelge 2.77. Fransa'nın raylı sistemler endüstrisinde kendinden tahrikli demiryolu araçlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8603 (*1000 dolar) 81
Çizelge 2.78. Fransa'nın raylı sistemler endüstrisinde demiryolu araçlarının parça ve aksamlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8607 (*1000 dolar)..... 82
Çizelge 2.79. 2018 yılında Fransa'nın raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar)..... 83
Çizelge 2.80. 2016 yılı ile 2018 yılı arasındaki Fransa'nın raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracattaki yüzdelik artış oranları – GTİP 86 (*1000 dolar) 84
Çizelge 2.81. 2018 yılında Fransa'nın raylı sistemler endüstrisinde Cezayir'e yaptığı kendinden tahrikli demiryolu araçları ürün grubuna ait ihracat değeri –GTİP 8603 (*1000 dolar) 85
Çizelge 2.82. Çekya'nın raylı sistemler endüstrisinde 2016, 2017, 2018 yıllarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) 86
Çizelge 2.83. Çekya'nın dünya raylı sistemler sektöründeki ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) 87
Çizelge 2.84. Çekya'nın raylı sistemler endüstrisinde demiryolu araçlarının parça ve aksamlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8607 (*1000 dolar) 88
Çizelge 2.85. 2018 yılında Çekya'nın raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) 89
Çizelge 2.86. 2016 yılı ile 2018 yılı arasındaki Çekya'nın raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracattaki yüzdelik artış oranları – GTİP 86 (*1000 dolar) 90
Çizelge 2.87. 2018 yılında Çekya'nın raylı sistemler endüstrisinde Almanya'ya yaptığı demiryolu araçlarının parça ve

aksamları ürün grubuna ait ihracat değeri –
GTİP 8607 (*1000 dolar) 91
Çizelge 2.88. Rusya'nın raylı sistemler endüstrisinde 2016, 2017, 2018 yıllarına ait toplam ihracat değerleri –
GTİP 86 (*1000 dolar) 92
Çizelge 2.89. Rusya'nın dünya raylı sistemler sektöründeki ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) 93
Çizelge 2.90. Rusya'nın raylı sistemler endüstrisinde kendinden tahrikli olmayan yük taşımaya uygun demiryolu vagonlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8606 (*1000 dolar) 94
Çizelge 2.91. 2018 yılında Rusya'nın raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracat değerleri –
GTİP 86 (*1000 dolar) 95
Çizelge 2.92. 2016 yılı ile 2018 yılı arasındaki Rusya'nın raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracattaki yüzdelik artış oranları – GTİP 86 (*1000 dolar) 96
Çizelge 2.93. 2018 yılında Rusya'nın raylı sistemler endüstrisinde Kazakistan'a yaptığı kendinden tahrikli olmayan yük taşımaya uygun demiryolu vagonlarının ihracat değeri –
GTİP 8606 (*1000 dolar) 97
Çizelge 2.94. İtalya'nın raylı sistemler endüstrisinde 2016, 2017, 2018 yıllarına ait toplam ihracat değerleri –
GTİP 86 (*1000 dolar) 98
Çizelge 2.95. İtalya'nın dünya raylı sistemler sektöründeki ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) 99
Çizelge 2.96. İtalya'nın raylı sistemler endüstrisinde demiryolu araçlarının parça ve aksamlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8607 (*1000 dolar) 100
Çizelge 2.97. 2018 yılında İtalya'nın raylı sistemler endüstrisinde önemli . ihracat partnerleri ve ihracat değerleri –
GTİP 86 (*1000 dolar) 101
Çizelge 2.98. 2016 yılı ile 2018 yılı arasındaki İtalya'nın raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracattaki yüzdelik artış oranları – GTİP 86 (*1000 dolar) 102
Çizelge 2.99. 2018 yılında İtalya'nın raylı sistemler endüstrisinde Fransa'ya yaptığı farklı ürün gruplarına ait ihracat değeri –
GTİP 8607, GTİP 8609 (*1000 dolar) 103
Çizelge 2.100. İsviçre'nin raylı sistemler endüstrisinde 2016, 2017, 2018 . yıllarına ait toplam ihracat değerleri –
GTİP 86 (*1000 dolar) 104
Çizelge 2.101. İsviçre'nın dünya raylı sistemler sektöründeki ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) 105
Çizelge 2.102. İsviçre'nin raylı sistemler endüstrisinde kendinden tahrikli demiryolu veya tramvay araçlarına (tramvay, EMU, metro, YHT) ait toplam ihracat değerleri –
GTİP 8603 (*1000 dolar) 106
Çizelge 2.103. İsviçre'nin raylı sistemler endüstrisinde demiryolu araçlarının parça ve aksamlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8607 (*1000 dolar) 107

Çizelge 2.104. 2018 yılında İsviçre'nin raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) 108
Çizelge 2.105. 2016 yılı ile 2018 yılı arasındaki İsviçre'nin raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracattaki yüzdelik artış oranları – GTİP 86 (*1000 dolar) 109
Çizelge 2.106. 2018 yılında İsviçrenin raylı sistemler endüstrisinde Almanya'ya yaptığı demiryolu araçlarının parça ve aksamlarının ihracat değeri – GTİP 8607 (*1000 dolar) 110
Çizelge 2.107. Slovakya'nın raylı sistemler endüstrisinde 2016, 2017, 2018 yıllarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) 111
Çizelge 2.108. Slovakya'nın dünya raylı sistemler sektöründeki ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) 112
Çizelge 2.109. Slovakya'nın raylı sistemler endüstrisinde kendinden tahrikli olmayan yük taşımaya uygun demiryolu vagonlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8606 (*1000 dolar) 113
Çizelge 2.110. Slovakya'nın raylı sistemler endüstrisinde farklı taşıma şekillerine göre özel olarak yapılmış ve donatılmış konteynerlerine ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8609 (*1000 dolar) 114
Çizelge 2.111. 2018 yılında Slovakya'nın raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) 115
Çizelge 2.112. 2016 yılı ile 2018 yılı arasındaki Slovakya'nın raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracattaki yüzdelik artış oranları – GTİP 86 (*1000 dolar) 116
Çizelge 2.113. 2018 yılında Slovakya'nın raylı sistemler endüstrisinde Almanya'ya yaptığı farklı ürün gruplarına ait ihracat değeri – GTİP 8606, GTİP 8609 (*1000 dolar) 117
Çizelge 2.114. Hindistan'ın raylı sistemler endüstrisinde 2016, 2017, 2018 yıllarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) 118
Çizelge 2.115. Hindistan'ın dünya raylı sistemler sektöründeki ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) 119
Çizelge 2.116. Hindistan'ın raylı sistemler endüstrisinde kendinden tahrikli demiryolu veya tramvay araçlarına (tramvay, EMU, metro, YHT) ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8603 (*1000 dolar) 120
Çizelge 2.117. Hindistan'ın raylı sistemler endüstrisinde kendinden tahrikli olmayan yolcu vagonlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8605 (*1000 dolar) 121
Çizelge 2.118. Hindistan'ın raylı sistemler endüstrisinde demiryolu araçlarının parça ve aksamlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8607 (*1000 dolar) 122

Çizelge 2.119. 2018 yılında Hindistan'ın raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) 123
Çizelge 2.120. 2016 yılı ile 2018 yılı arasındaki Hindistan'ın raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracattaki yüzdelik artış oranları – GTİP 86 (*1000 dolar) 124
Çizelge 2.121. 2018 yılında Hindistan'ın raylı sistemler endüstrisinde Avustralya'ya yaptığı farklı ürün gruplarına ait ihracat değeri – GTİP 8607, GTİP 8609 (*1000 dolar) 125
Çizelge 2.122. Macaristan'ın raylı sistemler endüstrisinde 2016, 2017, 2018 yıllarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) 126
Çizelge 2.123. Macaristan'ın dünya raylı sistemler sektöründeki ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) 127
Çizelge 2.124. Macaristan'ın raylı sistemler endüstrisinde demiryolu araçlarının parça ve aksamlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8607 (*1000 dolar) 128
Çizelge 2.125. 2018 yılında Macaristan'ın raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) 129
Çizelge 2.126. 2016 yılı ile 2018 yılı arasındaki Macaristan'ın raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracattaki yüzdelik artış oranları – GTİP 86 (*1000 dolar) 130
Çizelge 2.127. 2018 yılında Macaristan'ın raylı sistemler endüstrisinde Almanya'ya yaptığı demiryolu araçlarının parça ve aksamlarının ihracat değeri – GTİP 8607 (*1000 dolar) 131
Çizelge 2.128. Birleşik Krallığın raylı sistemler endüstrisinde 2016, 2017, 2018 yıllarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) 132
Çizelge 2.129. Birleşik Krallığın dünya raylı sistemler sektöründeki ..... ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) 133
Çizelge 2.130. Birleşik Krallığın raylı sistemler endüstrisinde demiryolu araçlarının parça ve aksamlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8607 (*1000 dolar) 134
Çizelge 2.131. 2018 yılında Birleşik Krallığın raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) 135
Çizelge 2.132. 2016 yılı ile 2018 yılı arasındaki Birleşik Krallığın raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracattaki yüzdelik artış oranları – GTİP 86 (*1000 dolar) 136
Çizelge 2.133. 2018 yılında Birleşik Krallığın raylı sistemler endüstrisinde Çin'e yaptığı demiryolu araçlarının parça ve aksamlarına ait ihracat değeri – GTİP 8607 (*1000 dolar) 137
Çizelge 2.134. Güney Kore'nin raylı sistemler endüstrisinde 2016, 2017, 2018 yıllarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) 138

Çizelge 2.135. Güney Kore'nin dünya raylı sistemler sektöründeki ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) 139
Çizelge 2.136. Güney Kore'nin raylı sistemler endüstrisinde kendinden tahrikli demiryolu veya tramvay araçlarına (tramvay, EMU, metro, YHT) ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8603 (*1000 dolar) 140
Çizelge 2.137. Güney Kore'nin raylı sistemler endüstrisinde demiryolu araçlarının parça ve aksamlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8607 (*1000 dolar) 141
Çizelge 2.138. Güney Kore'nin raylı sistemler endüstrisinde farklı taşıma . şekillerine göre özel olarak yapılmış ve donatılmış konteynerlerine ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8609 (*1000 dolar) 142
Çizelge 2.139. 2018 yılında Güney Kore'nın raylı sistemler endüstrisinde . önemli ihracat partnerleri ve ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) 143
Çizelge 2.140. 2016 yılı ile 2018 yılı arasındaki Güney Kore'nın raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracattaki yüzdelik artış oranları – GTİP 86 (*1000 dolar) . 144
Çizelge 2.141. 2018 yılında Güney Kore'nin raylı sistemler endüstrisinde . Endonezya'ya yaptığı farklı ürün gruplarına ait ihracat değeri – GTİP 8603, GTİP 8604 (*1000 Dolar) 145
Çizelge 2.142. Hollanda'nın raylı sistemler endüstrisinde 2016, 2017, 2018 yıllarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) 146
Çizelge 2.143. Hollanda'nın dünya raylı sistemler sektöründeki ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) 147
Çizelge 2.144. Hollanda'nın raylı sistemler endüstrisinde farklı taşıma şekillerine göre özel olarak yapılmış ve donatılmış konteynerlerine ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8609 (*1000 dolar) 148
Çizelge 2.145. 2018 yılında Hollanda'nın raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) 149
Çizelge 2.146. 2016 yılı ile 2018 yılı arasındaki Hollanda'nın raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracattaki yüzdelik artış oranları – GTİP 86 (*1000 dolar) 150
Çizelge 2.147. 2018 yılında Hollanda'nın raylı sistemler endüstrisinde Almanya'ya yaptığı farklı taşıma şekillerine göre özel olarak yapılmış ve donatılmış konteynerlerinin ihracat değeri – GTİP 8609 (*1000 dolar) 151
Çizelge 2.148. Ukrayna'nın raylı sistemler endüstrisinde 2016, 2017, 2018 yıllarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) 152
Çizelge 2.149. Ukrayna'nın dünya raylı sistemler sektöründeki ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) 153

Çizelge 2.150. Ukrayna'nın raylı sistemler endüstrisinde demiryolu araçlarının parça ve aksamlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8607 (*1000 dolar) 154
Çizelge 2.151. 2018 yılında Ukrayna'nın raylı sistemler endüstrisinde . önemli ihracat partnerleri ve ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) 155
Çizelge 2.152. 2016 yılı ile 2018 yılı arasındaki Ukrayna'nın raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracattaki yüzdelik artış oranları – GTİP 86 (*1000 dolar) 156
Çizelge 2.153. 2018 yılında Ukrayna'nın raylı sistemler endüstrisinde Rusya'ya yaptığı demiryolu araçlarının parça ve aksamlarının ihracat değeri – GTİP 8607 (*1000 dolar) 157
Çizelge 3.1. Türkiye'de raylı sistem araç üreticilerinin kabiliyetleri..... 278
Çizelge 3.2. Türkiye'deki raylı sistem araçlarında kullanılan kritik alt sistem tedarikçilerinden örnekler 279
Çizelge 4.1. İstasyon bazlı adam*saat değerleri..... 286
Çizelge 4.2. Eşzamanlı, seri istasyonlar ve istasyon tipleri 288
Çizelge 4.3. Örnek üretim senaryosu (Entegre Tesis_5)..... 295
Çizelge 4.4. Toplam tesis kurulum maliyeti tablosu 299
Çizelge 4.5. İşlerin detaylı bekleme kayıtları tablosu..... 301
Çizelge 4.6. Her bir iş için istasyon bazlı kayıtlar (Job 1)..... 303
Çizelge 4.7. Her bir iş için istasyon bazlı kayıtlar (Job 2)..... 304
Çizelge 4.8. Her bir iş için istasyon bazlı kayıtlar (Job 3)..... 305
Çizelge 4.9. Her bir iş için istasyon bazlı kayıtlar (Job 4)..... 306
Çizelge 4.10. Her bir iş için istasyon bazlı kayıtlar (Job 5) 307
Çizelge 4.11. Her bir iş için istasyon bazlı kayıtlar (Job 6) 308
Çizelge 4.12. Her bir iş için istasyon bazlı kayıtlar (Job 7) 309
Çizelge 4.13. Her bir iş için istasyon bazlı kayıtlar (Job 8) 310
Çizelge 4.14. Her bir iş için istasyon bazlı kayıtlar (Job 9) 311
Çizelge 4.15. Her bir iş için istasyon bazlı kayıtlar (Job 10)..... 312
Çizelge 4.16. Her bir iş için istasyon bazlı kayıtlar (Job 11)..... 313
Çizelge 4.17. Her bir iş için istasyon bazlı kayıtlar (Job 12)..... 314
Çizelge 4.18. Her bir iş için istasyon bazlı kayıtlar (Job 13)..... 315
Çizelge 4.19. Her bir iş için istasyon bazlı kayıtlar (Job 14)..... 316
Çizelge 4.20. Her bir iş için istasyon bazlı kayıtlar (Job 15)..... 317
Çizelge 4.21. Her bir iş için istasyon bazlı kayıtlar (Job 16)..... 318
Çizelge 4.22. Her bir iş için istasyon bazlı kayıtlar (Job 17, 18, 19, 20)..... 319
Çizelge 4.23. Tüm işlere ait özet tablo (toplam maliyet ve toplam harcanan işgücü) 319
Çizelge 4.24. Her bir istasyon için iş bazlı kayıtlar (Station 1) 320
Çizelge 4.25. Her bir istasyon için iş bazlı kayıtlar (Station 2) 321
Çizelge 4.26. Her bir istasyon için iş bazlı kayıtlar (Station 3) 322
Çizelge 4.27. Her bir istasyon için iş bazlı kayıtlar (Station 4) 323
Çizelge 4.28. Her bir istasyon için iş bazlı kayıtlar (Station 5) 324
Çizelge 4.29. Her bir istasyon için iş bazlı kayıtlar (Station 6) 325
Çizelge 4.30. Her bir istasyon için iş bazlı kayıtlar (Station 7) 326
Çizelge 4.31. Her bir istasyon için iş bazlı kayıtlar (Station 8) 327
Çizelge 4.32. Her bir istasyon için iş bazlı kayıtlar (Station 9) 328

Çizelge 4.33. Her bir istasyon için iş bazlı kayıtlar (Station 10) 329
Çizelge 4.34. Her bir istasyon için iş bazlı kayıtlar (Station 11) 330
Çizelge 4.35. Her bir istasyon için iş bazlı kayıtlar (Station 12) 331
Çizelge 4.36. Her bir istasyon için iş bazlı kayıtlar (Station 13) 332
Çizelge 4.37. Her bir istasyon için iş bazlı kayıtlar (Station 14) 333
Çizelge 4.38. Her bir istasyon için iş bazlı kayıtlar (Station 15) 334
Çizelge 4.39. Her bir istasyon için iş bazlı kayıtlar (Station 16) 335
Çizelge 4.40. Her bir istasyon için iş bazlı kayıtlar (Station 17) 336
Çizelge 4.41. Her bir istasyon için iş bazlı kayıtlar (Station 18) 337
Çizelge 4.42. Her bir istasyon için iş bazlı kayıtlar (Station 19) 338
Çizelge 4.43. Her bir istasyon için iş bazlı kayıtlar (Station 20, 21, 22, 23) .. 339
Çizelge 4.44. Tüm işlere ait özet tablo (toplam maliyet ve toplam harcanan işgücü) 339
Çizelge 4.45. Her bir iş için bekleme süreleri ve maliyetleri 345
Çizelge 5.1. Örnek üretim senaryosu (Entegre Tesis_8) 348
Çizelge 5.2. Örnek üretim senaryosu (Entegre Tesis_8 devamı) 349
Çizelge 5.3. Üretim tesislerinin kıyaslanma tablosu 350

SİMGELER VE KISALTMALAR

AB	Avrupa Birliği
AC	(Alternating Current) Alternatif Akım
AR-GE	Araştırma Geliştirme
ASEAN	(Association of Southeast Asian Nations) Güneydoğu Asya Uluslar Birliği
BTK	Bakü-Tiflis-Kars demiryolu
CAF	Construcciones y Auxiliar de Ferrocarriles
CAT	(Category) Kategori
CDR	(Concept Design Review) Konsept Tasarımın Geliştirilmesi
C/I	(Converter /Inverter) Konvertör / İnvertör
CRRC	CRRC Corporation Limited
CTP	Cam Elyaf Takviyeli Plastik
DMU	(Diesel Multiple Unit) Dizel Tren Seti
DVR	(Digital Video Recorder) Dijital Kayıt Cihazı
EMC	(Electromagnetic Compatibility) Elektromanyetik Uyumluluk
EMU	(Electric Multiple Unit) Elektrikli Tren Seti
EN	(Europeane Norm) Avrupa Standartları
FAT	(Factory Acceptance Test) Fabrika Devreye Alma ve Kabul Testleri
FDR	(Final Design Review) Final Tasarımın Geliştirilmesi
GE	General Electric
GPS	(Global Positioning System) Küresel Konumlama Sistemi
GTİP	Gümrük Tarife İstatistik Pozisyonu
HT	Hızlı Tren
HVAC	(Heating, Ventilating and Air Conditioning) Isıtma, Soğutma ve Havalandırma
ICE	InterCityExpress
I/O	(Input / Output) Giriş / Çıkış
KTX	Korea Train Express
LCD	(Liquid Crystal Display) Sıvı Kristal Ekran
LED	(Light-Emitting Diode) Işık Yayan Diyot
MRP	(Material Resource Planning) Malzeme İhtiyaç Planlaması
PDR	(Preliminiary Design Review) Ön Tasarımın Geliştirilmesi
RAMS	Reliability (Güvenilirlik), Availability (Hazır bulunma/ emre amadelik), Maintainability (Bakım yapılabilirlik) ve Safety (Emniyet) İngilizce Kelimelerin Baş Harfinden Oluşan EN 50126 Demiryolu Uygulamaları Güvenilirlik, Elde Edilebilirlik, Bakım Yapılabilirlik ve Emniyet (RAMS) Tarifler ve Gösterimler, standartı ile tariflenmiş sistem yönetimi
SAT	(Site Acceptance Test) Saha Devreye Alma ve Kabul Testleri
SNCF	(Société Nationale des Chemins de fer Français) Fransız Ulusal Demiryolları Şirketi
TCDD	Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları
TÜDEMSAŞ	Türkiye Demiryolu Makinaları Sanayi A.Ş.
TÜLOMSAŞ	Türkiye Lokomotif ve Motor Sanayi A.Ş.
TÜVASAŞ	Türkiye Vagon Sanayi A.Ş.

TCMS	(Train Control and Management System) Tren Kontrol ve Yönetim Sistemi
TGV	(Train à Grande Vitesse) Alstom ve SNCF tarafından geliştirilen ve SNCF tarafından işletilen Hızlı Tren Seti
VVVF	(Variable Voltage Variable Frequency) Değişken Voltaj Değişken Frekans
YHT	Yüksek Hızlı Tren

1. GİRİŞ

Kentleşme ile sosyal bir unsur olan insanların hareketliliğinin (mobility) artması, toplu taşımaya olan talebi arttırmıştır. İnsanların refah düzeylerinin artmasıyla beraber toplu taşımada daha teknolojik, daha çevreci, daha güvenilir, daha emniyetli ve daha konforlu sistemler önem kazanmıştır. Raylı ulaşım sistemleri, diğer toplu ulaşım sistemlerine oranla teknolojinin ilerlemesine daha hızlı uyum sağlayabilmiştir. Bunun neticesinde günümüzde raylı sistemler toplu ulaşımda, yolcu taşımacılığında ve yük taşımacılığında önemli bir rol almaya başlamıştır.

Günümüzde raylı sistemlere sadece teknik bir olgu olarak bakılmamakta aynı zamanda sosyolojik bir destek unsuru olarak düşünülmektedir. Ekonomik yönden gelişmiş ülkeler raylı sistemleri ekonomik güçlerini sürdürebilmek için bir kaldıraç olarak kullanmaktadırlar. Ekonomik yönden gelişmekte olan ülkeler ise raylı sistemleri kullanarak gelişmiş ülkelerin refah seviyelerine ulaşmayı hedeflemektedirler. Bu yönden bakıldığında bir paradoks ile karşılaşılmaktadır.

Raylı sistemler, ülkelerin büyüme ekonomilerine doğrudan katkı sağlayan kritik bir ulaşım biçimidir. Raylı sistemler ile gerçekleştirilen ulaşım sayesinde hem yük taşımacılığında hem de yolcu taşımacılığında maliyet ve güvenlik açısından etkin bir çözüm sağlanmaktadır. Ekonomik olarak gelişmekte olan ülkelerin raylı sistemleri kullanarak refah düzeylerini arttırmak için bazı kritik süreçlerde etkin ve verimli rol alması gerekmektedir.

Ülkemizde, raylı sistemlerin geliştirilmesi ile ekonomik olarak maksimum verimlilik elde etmek için aşağıda belirtilen hususlarda ciddi çalışmalar ve analizler yapılmaktadır:

- Doğru politikalar ve stratejiler üretmek,
- Doğru zamanda doğru kararlar vermek,
- Doğru hedefler belirlemek,
- Düzgün işleyen, geleceğe yönelik sistematik bir altyapı kurmak.

Raylı sistemler içerisinde birçok disiplini barındırmaktadır. Bu sebeple raylı sistemlere yapılan yatırımlar, pek çok farklı sektör tarafından değerlendirilmektedir. Bunun sonucunda, raylı sistemlerin gelişimi ülkelerin teknolojik gelişimine öncülük etmekte ve istihdama katkısı çok olumlu olmaktadır. Raylı sistemler içerisindeki disiplinlerden bazıları;

- Yolcu veya yük taşımacılığı için kullanılan raylı sistem araçları; yüksek hızlı trenler, hızlı trenler, konvansiyonel ve bölgesel trenler, kentiçi toplu taşıma araçları (metro, hafif metro, tramvay), lokomotifler, yük ve yolcu vagonları vb.
- Raylı sistem araçlarının çalıştığı altyapı ve üstyapı sistemleri; travers, ballast, ray, köprü, viyadük vb.
- Raylı sistem araçlarının raylı sistemler üstyapısı ile entegre olduğu sistemler; sinyalizasyon sistemleri, enerji besleme sistemleri,
- Raylı sistem araçlarının işletmesi ve bakımı için gerekli sistemler.

Raylı sistem stratejileri belirlenirken, sistem içerisindeki farklı disiplinler birbirinden ayrı düşünülmemelidir. Disiplinler arası ilişkiler dikkate alınarak yapılacak yatırımlar ile ilgili genel stratejiler oluşturulmalıdır. Bütünsel açıdan değerlendirmeler yapılarak raylı sistemler politikaları oluşturulmalıdır. Kısacası, belirlenen raylı sistemler stratejileri, raylı sistemler politikalarını desteklemelidir.

Raylı sistem politikalarını oluştururken aşağıdaki hususlar önem kazanmaktadır:

- Kısa, orta ve uzun vadede ihtiyaç duyulacak raylı sistem araçları ve araç tipi,
- Mevcut üretim kapasitesi ve üretim altyapısı,
- Mevcut teknolojik altyapı,
- Yerliliği destekleyen ve dışa bağımlılığın azalmasını sağlayan politikalar,
- Mevcut milli ve yerli sanayinin durumu,
- Ülkenin topografik yapısı, coğrafi yapısı,

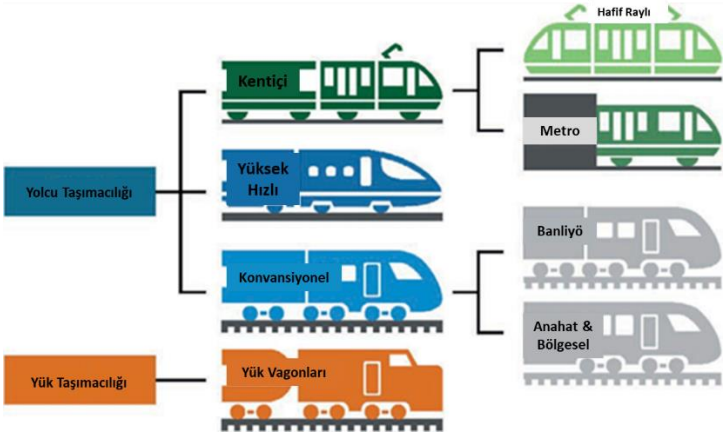
- Yatırımın finansman altyapısı,
- Mevcut sosyo-ekonomik trendler.

Tüm projelerde olduğu gibi, raylı sistem politikalarının oluşturulmasındaki başlangıç noktası "Talep Tahmininin", "İhtiyaç Analizlerinin" kısacası "Fizibilite Etütlerinin" yapılmasıdır. Fizibilite etütleri yapılırken, yatırımlardaki sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için sadece yerel pazara ürün sağlamaya odaklanılmamalı ve yurtdışı pazarlarda dikkate alınmalıdır. Talep tahmini ve ihtiyaç analizleri ile ortaya çıkan sonuca uygun olarak, yurtiçinde ve yurtdışında kısa, orta ve uzun vadede ihtiyaç duyulacak raylı sistem araç tipleri, araç sayıları belirlenmelidir. Kısacası pazar analizleri yapılmalıdır. Araç tip ve sayıları belli olduktan sonra ihtiyaçların ne şekilde giderileceği, araçların hangi şartlarda ve hangi firmalardan temin edileceği konusunda çalışmalar yapılmalıdır. Bu çalışmanın yapılabilmesi için ülkedeki raylı sistemler sanayisinin genel durumunu bilmek büyük önem kazanmaktadır.

Raylı sistem sanayisinin genel durum analizinin yapılması için aşağıdaki hususlar dikkate alınarak çalışmalar yapılmalıdır:

- Araç üretici firmaların tespiti,
- Araç üretici firmaların tasarım kabiliyeti yönünden değerlendirilmesi,
- Araç üretici firmaların üretim kabiliyeti yönünden değerlendirilmesi,
- Araç üretici firmaların finansal yönden değerlendirilmesi,
- Araç üretim fabrikaların genel değerlendirilmesi,
- Araç alt komponent tedarikçilerinin tespiti,
- Araç alt komponent tedarikçilerinin tasarım kabiliyeti yönünden değerlendirilmesi,
- Araç alt komponent tedarikçilerinin üretim kabiliyeti yönünden değerlendirilmesi,
- Araç alt komponent tedarikçilerinin finansal yönden değerlendirilmesi,
- Araç alt komponent tedarikçilerinin üretim fabrikalarının genel değerlendirilmesi.

Şekil 1.1'de görüleceği üzere, raylı sistemlerde kullanılan araç tipleri; tramvay, metro, bölgesel elektrikli tren setleri, lokomotifler, yüksek hızlı trenler olmak üzere şehir içi veya ana hat, yolcu veya yük taşımacılığı gibi kriterler neticesinde farklılıklar içermektedir.



Şekil 1.1. Raylı sistem araçları sınıflandırılması (Birol, 2019)

Raylı sistem araç teknolojileri kullanılan araç tiplerine göre farklılık göstermektedir. Örneğin; tramvay araçları için geliştirilen sinyalizasyon sistemi, sürücüsüz metro araçlarında kullanılan ile farklılık arz etmektedir. Ancak temel noktada proje yönetimi, teknik tasarım ve entegrasyon, araç yazılımı ve sinyalizasyon gibi konular, raylı sistem araç üretimi için dikkate alınması gereken ortak hususlar olmaktadır:

- Proje yönetimi,
- Mekanik ve elektrik tasarımı,
- Mekanik ve elektrik entegrasyonu,
- Araç yazılımı,
- Sinyalizasyon.

Son yıllarda geliştirilen "Ulaştırma Politikaları"nın sonucu olarak, ülkemizde raylı sistemler stratejik bir sektör olarak değerlendirilmektedir. Raylı sistemlerin stratejik bir sektör olarak değerlendirilmesinin sebeplerinden bazıları aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

- Kalkınma düzeyine doğrudan etkisi,
- Zaman tasarrufu sağlaması,

- Enerji bağımlılığını azaltması,
- Çevre kirliliğinini azaltması,
- İstihdam olanakları sağlaması,
- Yeni teknolojilerin geliştirilmesine olanak sağlaması,
- Sistemsel olarak çok farklı disiplinleri barındırması,
- Kısa vadede yurtiçi ve yurtdışı pazarı,
- Yapılacak yatırımın en az 30 yıl kullanılacak olmasıdır.

Raylı sistemlerin sektöründe sürdürülebilir, ürün ömrü maliyetleri azaltılmış ve rekabetçi bir yerli raylı sistem araç sektörünün oluşturulması stratejik açıdan öncelikli olarak ele alınması gereken bir konudur. Ayrıca, rekabetçi bir raylı sistem aracı üretilebilmesi için gerek koşullardan bazıları; araç başına üretim maliyeti optimizasyonu, kalite odaklı üretim, inovatif ve teknolojik ürün yaklaşımlarıdır. Raylı sistem araçlarında kullanılan kritik ve stratejik alt komponentlerin milli imkanlar ile üretilmesi aşağıdaki hususlar açısından önemlidir:

- Bir veya birkaç tedarikçiye bağımlı olunmaması,
- Özgün tasarım çıkartılması,
- Yeni teknolojiler için destek olması
- Aracın ömrü boyunca gerekli olacak yedek parça ihtiyacının karşılanması
- Yeni bir teknolojiye kolaylıkla uyarlanabilmesi
- Yerli kaynaklar kullanılarak elde edilmesi
- Maliyetinin uygun olması

T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından 18 Eylül 2019 tarihinde yayınlanan "Sanayi ve Teknoloji Stratejisi" belgesinde "Yerli ve Milli" kavramların tanımları şu şekilde yapılmıştır:

"Yerli kavramı coğrafi olarak bir bölgeye ait olanı ifade etmektedir. Türkiye'de yerli imalat dendiğinde, imalat için gereken hammadde, yarı mamul, işçilik gibi unsurlardan bazılarının ülkemizden tedarik edildiği imalat düşünülmekte, ülkemizde gerçekleşen bu imalattan çıkan üründe yerli malı olarak adlandırılmaktadır. Yurt içinde kurulmuş olan bir fabrikanın, yabancı sermaye

tarafından kurulmuş da olsa, yaptığı üretim yerlidir; üretim girdilerinin büyük çoğunluğunu ülkemiz kaynaklarından elde etmiş ise ürünü de yerli malıdır. Üretimde yerliliğe odaklanmak daha az ithalat ve daha fazla ihracat olarak geri dönerek dış ticaret açığının azaltılması ve iç piyasada da yerli malına olan talebin artırılması gibi sonuçları nedeniyle önemlidir."

"Milli kavramı ise bir ulusa ait olanı ifade etmektedir. Örneğin, milli muharip uçak imalatı, üretiminde ithal girdileri olsa da fikri ve sınai mülkiyet hakları, yönetimi, karar mekanizmaları ve sermayesi bize ait olduğundan, kendi ulusal menfaatlerimiz doğrultusunda karar alarak yürüttüğümüz milli bir üretim olacak, üretilen uçak da milli uçağımız olacaktır. Bu nedenle, millilik ulusal güvenlik gibi stratejik alanlarda öncelikli yaklaşım olarak benimsenmiştir. Teknolojinin tüm sektörler ve uygulama alanları üzerinde giderek artan etkisi, enerjiden sağlığa, finanstan gıdaya pek çok alanda milli teknoloji ürünlerinin geliştirilmesini stratejik düzeye getirmiştir."

Ülkemizde son yıllarda demiryollarına yapılan yatırımlar ile "Yerli ve Milli" firmalarımız tarafından üretilen raylı sistem araçları bulunmaktadır. Hatta bazı firmalarımız son zamanlarda yurtdışı pazarına ürün satarak ve ülkemize ciddi bir döviz girdisi sağlamaktadır. Ülkemizin gelecekte raylı sistemler sektöründe dünyada söz sahibi olabilmesi için, yurtiçi pazarının ve dünya pazarının doğru analiz edilmesi, üretimde odaklanılması gereken stratejik ürünlerin, alt komponentlerin düzgün tespit edilmesi önemlidir.

Bu çalışmada öncelikle dünyada ve Türkiye'de raylı sistem endüstrisinin mevcut durumu ve pazar analizleri incelenmiştir. Raylı sistem araçlarındaki ürün ve üretim teknolojileri hakkında bilgiler verilmiştir. Raylı sistem araçlarında kullanılan kritik ve stratejik komponentler hakkında bilgiler verilmiştir. Ülkemizin üretim altyapısına uygun olarak raylı sistemler araç üretim senaryoları geliştirilmiştir. Bu senaryolara göre oluşturulan üretim modellerinin zaman ve maliyet yönünden incelenmesi yapılmıştır. Bu senaryolar, bu çalışma kapsamında özgün olarak yazılan simülasyon programı ile koşturularak sonuçlar değerlendirilmiştir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1. Dünyada ve Türkiye'de Raylı Sistem Endüstrisi

Dünyada 2016 yılındaki toplam yolcu*kilometre taşımacılığının 8%'i demiryolları ile gerçekleştirilmiştir. 2016 yılında, raylı sistemler kullanılarak gerçekleştirilen toplam yolculuk 4 trilyon yolcu*kilometreyi aşmıştır. Raylı sistemler ile yolculuk özellikle Çin, Avrupa Birliği, Hindistan, Japonya ve Rusya'da yoğun olarak kullanılmaktadır. Dünyada raylı sistemler ile yolculuğun 90% bu bölgelerde gerçekleştirilmektedir. Metro ve yüksek hızlı demiryolu sistemleri son on yılda hızlı bir şekilde gelişmesine rağmen, küresel ölçekte demiryolları ile yolcu taşımacılığın tüm yolcu taşımacılığına oranı yaklaşık olarak sabit kalmıştır (Birol, 2019).

Günümüzde her yıl yaklaşık 600 milyar yolcu*kilometre yüksek hızlı tren ile toplam yolcu taşımacılığı gerçekleştirilirken, konvansiyonel sistemlerde toplam yolcu taşımacılığı değeri yıllık 3100 milyar yolcu*kilometredir (Birol, 2019).

Günümüzde yüksek hızlı tren hatlarının yaklaşık 2/3'ü Çin'de bulunmaktadır. Çin neredeyse 10 yıl içerisinde sıfırdan başlayarak günümüzde 41.000 kilometre yüksek hızlı tren hattı inşa etmeyi başarmıştır (Birol, 2019).

2017 yılı itibariyle, dünyada yaklaşık 194 şehirde metro ile kent içi yolcu taşımacılığı gerçekleştirilmektedir. Dünyada metro hatlarının toplam uzunluğu 32.000 kilometreden fazladır. Yaklaşık 221'den fazla şehirde ise hafif raylı sistemler ile yolcu taşımacılığı yapılmaktadır. Hafif raylı sistemlerin uzunluğu yaklaşık 21.000 kilometredir. 2010 yılından itibaren, 43 şehirde yeni metro hatları tamamlanmış olup bu şehirlerin 32 tanesi Asya kıtasında yer almaktadır. Gelecek 5 yıl içerisinde yeni hatlar ve uzatmaların birçok ülkede açılması planlanmaktadır. Çin'in metro ağı son on yıl içerisinde yapılan yatırımlar sayesinde Avrupa Birliğindeki metro ağını geçerek Dünyanın en büyüğü halini almıştır. 1990 yılından bu yana Çin'in metro ağını genişletme çabaları küresel ortalamanın üzerindedir. Sonuçta, Çin'in metro hatlarının uzunluğunun

Dünyadaki metro hatlarına oranı 1990 yılında 10%'dan daha düşük iken 2017 yılında bu oran %28'e ulaşmıştır (Birol, 2019).

Konvansiyonel demiryolu hat uzunlukları son 20 yılda çok az bir değişim göstermiştir. Günümüzde en uzun konvansiyonel demiryolu hattı Kuzey Amerika'da bulunmaktadır. Japonya'da konvansiyonel demiryolu hatlarının kullanım yoğunluğu diğer ülkelere kıyasla daha yüksektir (Birol, 2019).

Konvansiyonel hatlarda, Avrupa Birliği ülkelerinde son 16 yılda hat kapasitesinin yoğun olarak kullanımına yönelik bir iyileşme görülmemektedir. 2000'li yıllardan günümüze neredeyse tüm dünyada konvansiyonel hatların uzunlukları aynı kalmasına rağmen hat kullanım oranları ve hat kullanım verimliliği artmıştır. Global ölçekte, konvansiyonel hatlardaki yolcu taşımacılığında hatların kullanım oranı (yolcu*kilometre / hat uzunluğu), 2000 yılından 2016 yılına kadar 75% oranında artış göstermiştir (Birol, 2019).

Benzer şekilde, yük taşımacılığında hatların kullanım oranı (ton*kilometre / Hat uzunluğu) 2000 yılından 2016 yılına kadar 45% oranında artış göstermiştir. En fazla artışın olduğu ülkelerden birisi olan Hindistan'da yolcu taşımacılığında hatların kullanım oranı 150%, yük taşımacılığında hatların kullanım oranı 110% artış göstermiştir (Birol, 2019).

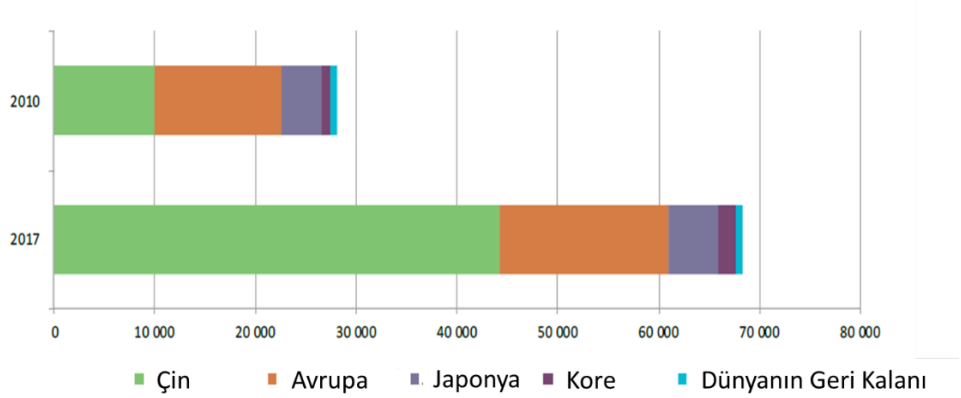
2000 yılından günümüze, Çin'de yolcu taşımacılığında hatların kullanım oranında 54% artış ve ASEAN ülkelerinde yolcu taşımacılığında hatların kullanım oranında 33% artış olmuştur (Birol, 2019).

2000 yılı ile 2016 yılları arasında Güney Amerika'da yük taşımacılığında hatların kullanım oranı 127% artış göstermiştir. Kore'de 2000 ile 2016 yılları arasında yolcu ve yük taşımacılığı artmasına rağmen demiryolu hat uzunlukları daha hızlı arttığından dolayı yolcu ve yük taşımacılığında hatların kullanım oranları azalmıştır (Birol, 2019).

Dünyada tüm yük taşımacılığının ton*kilometre değerinden yaklaşık 7%'si demiryolları ile taşınmaktadır. 21. Yüzyılın başında bu oran çok daha yüksek idi. Demiryolları; Avrupa Birliği, Japonya ve Kore'de daha çok yolcu taşımacılığı için, Kuzey Amerika ve Rusya'da ise daha çok yük taşımacılığı için kullanılmaktadır. Rusya'da demiryolları ile taşınan yük miktarı toplam yük taşımacılığının neredeyse yarısından fazlasıdır. Ayrıca; Avustralya, Brezilya, Kanada, Hindistan ve Güney Afrika'da demiryolları ile önemli miktarda yük taşımacılığı gerçekleştirilmektedir (Birol, 2019).

Dünyada 2000 yılından günümüze Yüksek Hızlı Tren hatlarının uzunluğu 7 katından fazla artmıştır. 2017 yılında Yüksek Hızlı tren hat uzunluğu 68.000 kilometreye ulaşmıştır. Bu artışın esas sebebi Çin'de gerçekleştirilen Yüksek Hızlı Tren altyapı yatırımlarıdır. 2012 – 2017 yılları arasında Çin'de her yıl ortalama 6.000 kilometre yüksek hızlı tren hattı tamamlanmıştır. Çin'de bir yıl içerisinde tamamlanan Yüksek Hızlı Tren hat uzunluğu neredeyse Japonya ve Kore'nin toplam Yüksek Hızlı Tren hat uzunluğuna eşittir. Günümüzde Yüksek Hızlı Tren hatlarının 65%'i Çin'de, 24%'ü Avrupa Birliği ülkelerinde bulunmaktadır.

Şekil 2.1'de görüldüğü üzere, Çin yüksek hızlı tren hatlarının uzunluğu bakımından dünyada açık ara öndedir (Birol, 2019).



Şekil 2.1. Bölgelere göre yüksek hızlı tren hattı uzunlukları (Birol, 2019).

Demiryolu taşımacılığı ile harcanan enerjinin tüm modlardaki taşımacılık için harcanan enerjiye oranı yaklaşık 2% gibi çok düşük bir değerdir. Global anlamda, demiryollarında yolcu taşımacılığının 75%'i ve yük taşımacılığının 50%'si elektrik beslemeli hatlarda gerçekleştirilmektedir (Birol, 2019).

Demiryolu taşımalığının, dünyada fosil yakıtlı enerji tüketiminin azaltılmasına oldukça katkısı bulunmaktadır. Halen demiryolları ile taşınan tüm yolcu ve yük hizmetlerinin karayolu taşıtları ile taşınması durumunda, petrol tüketiminin 16% daha fazla artması öngörülmektedir. Benzer şekilde, demiryolu taşımacılığının karayolu taşımacılığına döndürülmesi durumunda dünyada oluşacak küresel sera gazı emisyonları bugün gerçekleşen toplam emisyonlardan 12% daha fazla artacaktır (Birol, 2019).

Demiryolu altyapısı için yapılacak yatırım maliyetleri yüksektir. Ancak, yüksek kapasitede yolcu ve yük taşımacılığının verimli oranda demiryolları ile gerçekleştirilmesi durumunda diğer ulaşım modlarına kıyasla (araba, kamyon, uçak vb.) çok önemli toplumsal ve çevresel faydalar sağlanmaktadır (Birol, 2019).

Avrupa Birliği ülkelerinde bütün ulaştırma sistemleri içerisinde yolcu ve yük taşımacılığı payı, demiryolu işletmelerinde yapılan reformlar ve Avrupa Birliği'nin demiryolu sektörünü geliştirmeye ve serbestleştirmeye yönelik direktifleri sayesinde ülkemize göre daha dengeli bir dağılım göstermektedir. Dünyanın en uzun demiryolu ağına sahip ülkesi Amerika Birleşik Devletleri ise demiryolu ağını ağırlıklı olarak yük taşımacılığı amacıyla kullanmaktadır (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2019). Özellikle son 20 yılda demiryolu sektöründeki atılımları ile dünyanın en uzun yüksek hızlı demiryolu hattına (26.329 km) sahip ülkesi Çin Halk Cumhuriyeti olmuştur. 1950 yılından sonra ülkemizde demiryolu sistemine yeterli oranda yatırım yapılmaması, demiryolu ağı yönünden ülkemizin Avrupa ülkelerinin oldukça gerisinde kalmasına yol açmıştır (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2019).

Ülkelere ve ulaştırma sistemlerine göre yük taşımalarında 2015 yılında demiryolunun payı ton-km bazında yaklaşık olarak Türkiye'de %3,3 iken, İspanya %7, İtalya %15, İngiltere'de %12, Almanya'da %25 ve Fransa'da %17 olmuştur. 2015 yılı için yolcu taşımaları yolcu-km bazında değerlendirdiğimizde, Türkiye'de demiryolunun aldığı pay yaklaşık olarak %1,6 iken, İtalya %6, İspanya %6,7, İngiltere'de %8,7, Almanya'da %8,4 ve Fransa'da %10,1 olmuştur (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2019).

2016 yılı uluslararası demiryolu istatistikleri incelendiğinde ise; Türkiye'de kilometrekare yüz ölçüm başına 13 km demiryolu ağı düşerken, Almanya'da 94 km, İtalya'da 56 km, Avusturya'da 57, İngiltere'de 131 km demiryolu hattı bulunmaktadır (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2019).

Türkiye'de nüfusun bir yıl içerisinde demiryolu ile seyahat sıklığı Avrupa ülkelerinin çok altındadır. 2016 yılında Türkiye'de 1,1 olan değer, İngiltere'de 26,8, Almanya'da 25, İtalya'da 14, Fransa'da ise 18,6 olarak gerçekleşmiştir (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2019).

Türkiye'de hat başına düşen trafik birimi bazında (ton*km+yolcu*km = trafik birimi) karşılaştırma yapıldığında da ülkemizin Avrupa ülkelerinin altında kaldığı görülmektedir. Hat başına düşen trafik birimi Türkiye'de 1.578 iken, Almanya'da 5.246, İtalya'da 4.433, Fransa'da 4.084, Japonya'da 23.318 ve Rusya'da 28.454 olarak gerçekleşmiştir (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2019).

2.1.1. Türkiye'de raylı sistemler endüstrisi

Türkiye'de 2023 hedefleri doğrultusunda, son yıllarda önemli projeler hayata geçirilmiştir. Demiryollarına 2003 yılından günümüze kadar 93 Milyar TL yatırım yapılmıştır (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2019). 2009 yılında Ankara-Eskişehir hattının açılmasıyla, Türkiye YHT teknolojisini kullanan dünyada 8. ve Avrupa'da 6. ülke olmuştur.

Türkiye'de aynı zamanda mevcut demiryolu hatları da yenilenerek elektrikli ve sinyalli hale getirilmektedir. Toplam 1.889 km Yüksek Hızlı, 1.480 km Hızlı Tren hattında yapım çalışmaları, 987 km'lik hatta elektrifikasyon, 2.323 km'lik hatta ise sinyalizasyon yapım çalışmalarına devam edilmektedir (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2019).

Demiryollarına yapılan bu yatırımlar ülkemizin jeopolitik olarak güçlü konumunu daha da pekiştirmemize vesile olmuştur. Çin'den Avrupa'ya uzanan "Kuşak Yol" ve "İpek Demiryolu"nun orta koridoru üzerinde yer alan ülkemiz, işletmeye açılan Bakü-Tiflis-Kars Demiryolu hattının yanı sıra Edirne'den başlayıp Marmaray'dan geçerek Kars'a kadar uzanan yüksek hızlı ve hızlı demiryollarını tamamlayarak dünya ulaşım haritasında merkeze taşınmaktadır. (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2019).

Türkiye'de son 15 yılda tamamlanan bazı önemli projeler;

- Marmaray Projesi: Asya ile Avrupa demiryolu altyapısı ile birbirine bağlanmıştır. Halkalı-Gebze arasında bulunan eski banliyö hatlarında 2013 yılından beri süren yenileme çalışmaları sonucunda 77 kilometrelik hat 8 Mart 2019 tarihinde kullanıma açıldı. Yeni hatla aradaki ulaşım süresi 185 dakikadan 115 dakikaya indi.
- Bakü-Tiflis-Kars Hattı: Pekin'den Londra'ya kadar kesintisiz demiryolu ulaşımının sağlanması için İpek Yolunda bulunan önemli bir projedir. Türkiye-Azerbaycan-Gürcistan iş birliğiyle "İpek Demiryolu" olarak da nitelendirilen Bakü- Tiflis-Kars (BTK) Demiryolu Projesi tamamlanarak yük taşımacılığına başlandı. BTK hattı toplamda 838 km uzunluğundadır. Bu mesafenin 76 kilometresi Türkiye'den, 259 kilometresi ise Gürcistan topraklarından, 503 kilometresi Azerbaycan'dan geçer.
- YHT projeleri: 13 Mart 2009 tarihinde işletmeye açılan Ankara-Eskişehir Yüksek Hızlı Tren hattı ile Yüksek Hızlı Tren işletmeciliğine başlanmıştır. 24 Ağustos 2011 tarihinde işletmeye açılan Ankara-Konya, 24 Mart 2013 tarihinde işletmeye açılan Eskişehir-Konya, 25 Temmuz 2014 tarihinde işletmeye açılan Ankara-İstanbul ve 18 Aralık 2014 tarihinde işletmeye

açılan İstanbul-Konya hatları ile toplamda 1.213 km'lik hatta YHT işletmeciliği yapılmaktadır. Türkiye'de 2018 yılı itibarıyla 1.213 km'si YHT, 11.527 km'si konvansiyonel olmak üzere toplam 12.740 km demiryolu hattı bulunmaktadır (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2019).

- Egeray Projesi, Başkentray Projesi tamamlanarak yolculu işletme başlamıştır.

Türkiye'de devam eden ve yakın zaman içerisinde tamamlanması planlanan bazı önemli projeler;

- YHT Projeleri: Ankara-Sivas, Ankara-İzmir, Ankara-Bursa YHT Projeleri devam etmektedir. Ankara-Sivas YHT projesinde, altyapı yapım çalışmaları %90 seviyesine ulaşmıştır. Üstyapıda ray serimine başlanmıştır. Güzergâh altyapı işlerinde öngörülemeyen durumların ortaya çıkması nedeniyle altyapı yapım işlerinde gecikmeler yaşanmakla birlikte inşaat çalışmaları hızla devam etmekte olup 2019 yılında test sürüşlerine ve 2020 yılında yolculu işletmeye başlanılması hedeflenmiştir. (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2019). Ankara-İzmir YHT Projesinde; güzergâh altyapı işlerinde öngörülemeyen durumların ortaya çıkması, kamulaştırma problemleri nedeniyle projede gecikmeler yaşanmıştır. İnşaat çalışmaları devam etmekte olup, Ankara-İzmir YHT hattının altyapısında 2019 yılı itibariyle %36 fiziki ilerleme sağlanmıştır. Ankara (Polatlı)-Afyonkarahisar-Uşak (329 km)'lik hatta ilk etapta hizmete açılması planlanan kesimde altyapı çalışmalarında 2019 yılı itibariyle %43 fiziki ilerleme sağlanmıştır (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2019).
- 3 katlı Tüp geçiş projesi: İhalesi yapılan ve 9 milyar 450 milyon TL'ye mal olacak 3 Katlı Büyük İstanbul Tüneli projesi İncirli- Söğütlüçeşme Metro Güzergahı ulaşım sistemi, toplam 31 kilometre uzunluğunda 3 segment olarak planlanmıştır. İncirli-Söğütlüçeşme metro hattına entegre karayolu ulaşım hattı ise; TEM Otoyola Hasdal Kavşağı ile Ümraniye Çamlık Kavşağı arasında toplam 16.150 metre uzunluğunda 5

segmentten meydana geliyor. 3 Katlı Büyük İstanbul Tüneli projesi Bakırköy, Zeytinburnu, Fatih, Beyoğlu, Şişli, Kâğıthane, Beşiktaş, Üsküdar, Kadıköy semtlerinden geçecek şekilde planlanmıştır.

Tamamlanacak olan YHT projeleri ile ülke nüfusunun 46%'sına karşılık gelecek 15 İlimizin YHT ile birbirine bağlanması hedeflenmektedir.

Türkiye'nin 2023 yılına kadar ulusal demiryolu ağını geliştirmek ve genişletmek amacıyla, "2019–2023 Stratejik Planı" çerçevesinde beş adet hedef belirlenmiştir (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2019):

- Yüksek hızlı tren ağının tamamlanması amacıyla faaliyetteki hatlara ek 1.900 km YHT hattının yapımı tamamlanarak hizmete sunulması,
- Yük ve yolcu taşımacılığının birlikte yapılabileceği 2.028 km Hızlı Tren hattı ile 228 km konvansiyonel hattın yapımı tamamlanması,
- Alternatif finansman modelleri kullanılarak YHT (284 km Yüksek Hızlı Tren) ve HT (4.488 km Hızlı Tren) hatlarının yapımına başlanılması,
- Şebekenin ihtiyaç duyulan hatlarında elektrifikasyon (3.318 km) ve sinyalizasyon (3.019 km) çalışmaları tamamlanması,
- Mevcut hat kapasitesinin artırılması, trafik sıkışıklığı ile tehirlerin azaltılması, enerji ve personel tasarrufunun sağlanması amacıyla yük taşımacılığının yoğun olduğu hat kesimlerinde önceliklerine göre sayding yapımı ve istasyon yolu uzatılması çalışmaları yapılmasıdır.

2.1.2. Dünyada raylı sistemler endüstrisi

Dünyada yakın zaman içerisinde başlanılması ve tamamlanması planlanan raylı sistem projelerinden bazıları şunlardır:

Londra – Birmingham yüksek hızlı tren projesi (1. Faz):

Bu proje, toplam 338 km olarak yapılması düşünülen ve Londra'dan İngiltere'nin kuzeyine uzanan yüksek hızlı tren hattının ilk fazıdır. Bu proje ile, Londra ile Birmingham arasındaki seyahat süresinin 1 saat 22 dakikadan 49 dakikaya indirilmesi öngörülmektedir. 60 adet Yüksek Hızlı Tren setinin yolculu işletmede çalışması öngörülmektedir. Yüksek Hızlı Tren setlerinin toplam maliyetinin yaklaşık 2,75 Milyar pound olması hesaplanmaktadır. Yakın bir zaman içerisinde YHT seti ihalesine çıkılması planlanmaktadır (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1. Londra – Birmingham yüksek hızlı tren projesi (1. faz) özet bilgileri

Projenin Gerçekleştirileceği Ülke	Birleşik Krallık
Projenin Tipi	Yüksek Hızlı Tren
Hedeflenen İnşaata Başlangıç Tarihi	2019
Hedeflenen İnşaatın Bitiş Tarihi	2026
Projenin Uzunluğu	193 km
Projenin Yaklaşık Maliyeti	27,5 Milyar USD

Moskova-Kazan yüksek hızlı tren projesi:

Bu proje, Moskova ile Pekin arasında yapılması planlanan Yüksek Hızlı Tren hattının ilk fazıdır. Rusya Devlet Demiryolları ile Çin'li ortakların kamu-özel iş birliği çerçevesinde bu hattın yapılması planlanmaktadır (Çizelge 2.2).

Çizelge 2.2. Moskova-Kazan yüksek hızlı tren projesi özet bilgileri

Projenin Gerçekleştirileceği Ülke	Rusya
Projenin Tipi	Yüksek Hızlı Tren
Hedeflenen İnşaata Başlangıç Tarihi	2019
Hedeflenen İnşaatın Bitiş Tarihi	2024
Projenin Uzunluğu	762 km
Projenin Yaklaşık Maliyeti	21,4 Milyar USD

Riga-Polonya yüksek hızlı tren projesi (Baltık demiryolları projesi):

Bu proje ile Baltık ülkelerinin Avrupa standartlarına uygun altyapı ile bağlanması hedeflenmektedir. Avrupa Birliği tarafından projenin 85%'i finanse edilmektedir (Çizelge 2.3).

Çizelge 2.3. Riga-Polonya yüksek hızlı tren projesi (Baltık demiryolları projesi) özet bilgileri

Projenin Gerçekleştirileceği Ülke	Polonya, Litvanya, Letonya, Estonya
Projenin Tipi	Yüksek Hızlı Tren
Hedeflenen İnşaata Başlangıç Tarihi	2019
Hedeflenen İnşaatın Bitiş Tarihi	2030
Projenin Uzunluğu	870 km
Projenin Yaklaşık Maliyeti	5,65 Milyar USD

Ostlanken yüksek hızlı tren projesi (1. faz):

Bu proje, İsveç'in başkenti Stokholm şehrinin Göteburg, Jönköping ve Malmö şehirleri ile yüksek hızlı tren hatlarıyla bağlanmasının ilk fazıdır. Bu hattın işletme hızının 320 km/h olması planlanmaktadır. Bu hat ile Stockholm ve Linköping şehirleri arasındaki yolculuk süresinin 1 saat 40 dakika'dan 1 saatin altına düşülmesi hedeflenmektedir. Proje kapsamında 27 tünel ve 200 köprünün yapılması planlanmaktadır (Çizelge 2.4).

Çizelge 2.4. Ostlanken yüksek hızlı tren projesi (1. faz) özet bilgileri

Projenin Gerçekleştirileceği Ülke	İsveç
Projenin Tipi	Yüksek Hızlı Tren
Hedeflenen İnşaata Başlangıç Tarihi	2019
Hedeflenen İnşaatın Bitiş Tarihi	2033
Projenin Uzunluğu	150 km
Projenin Yaklaşık Maliyeti	6 Milyar USD

Brisbane banliyö hattı:

Bu proje ile diğer ulaşım modlarıyla gelişmiş entegrasyonun sağlanarak, şehir merkezinde ulaşım altyapısında oluşan tıkanıklıklarnı aşılması hedeflenmektedir. Hat üzerinde Brisbane nehrinin altından geçecek toplam 5,9 kilometrelik tünelin inşaa edilmesi öngörülmektedir. Toplam 5 adet yeni istasyon yapımı planlanmaktadır (Çizelge 2.5).

Çizelge 2.5. Brisbane Banliyö Hattı Projesi Özet Bilgileri

Projenin Gerçekleştirileceği Ülke	Avustralya
Projenin Tipi	Banliyö Hattı
Hedeflenen İnşaata Başlangıç Tarihi	2019
Hedeflenen İnşaatın Bitiş Tarihi	2024
Projenin Uzunluğu	10,2 km
Projenin Yaklaşık Maliyeti	3,9 Milyar USD

Geku Demiryolu Ana Hattı (Korla - Golmud arası):

Bu proje ile Qinghai eyaleti içerinde yer alan Golmud bölgesinin Xinjiang eyaletindeki Korla bölgesi ile birleştirilmesi öngörülmektedir. Proje kapsamında Taitema Gölü üzerine 24,6 kilometrelik köprü ve 13,1 kilometrelik Altyn-Tagh tünelinin inşaası öngörülmektedir. Bu proje ile iki bölge arasındaki seyahat süresinin 26 saatten 12 saate indirilmesi hedeflenmektedir (Çizelge 2.6).

Çizelge 2.6. Geku demiryolu ana hattı (Korla - Golmud arası) projesi özet bilgileri

Projenin Gerçekleştirileceği Ülke	Çin
Projenin Tipi	Ana Hat
İnşaata Başlangıç Tarihi	2014
Hedeflenen İnşaatın Bitiş Tarihi	2019
Projenin Uzunluğu	1214 km
Projenin Yaklaşık Maliyeti	5,4 Milyar USD

Quito Metro Hattı (Hat 1):

Bu proje Ekvator tarihindeki en önemli projelerden biridir. Bu hat, ülkenin ilk metro hattıdır. Toplam 15 istasyona sahip hattın uzunluğu 22,5 kilometre olup, günde 378.000 yolcu taşınması öngörülmektedir. Bu projenin 5.000 kişilik bir işgücü oluşturulacağı düşünülmektedir. Bu hattın haricinde 3 adet hattın daha yapılması planlanmaktadır (Çizelge 2.7).

Çizelge 2.7. Quito metro hattı (hat 1) projesi özet bilgileri

Projenin Gerçekleştirileceği Ülke	Ekvator
Projenin Tipi	Metro
İnşaata Başlangıç Tarihi	2013
Hedeflenen İnşaatın Bitiş Tarihi	2019
Projenin Uzunluğu	22,5 km
Projenin Yaklaşık Maliyeti	2 Milyar USD

Riyad metro hattı:

Bu proje kapsamında toplam 6 hattın inşaası öngörülüp, hatların toplam uzunluğu 176 kilometredir. Proje kapsamında 85 adet yolcu istasyonunun hizmet vermesi planlanmaktadır. Bu proje, gelecek 10 yıl içerisinde Riyad'ın nufusunun 8 milyonu aşacağı öngörüsüyle inşa edilmektedir. Bu proje ile Riyad şehrinin metro altyapısının 85 kilometrelik BRT (Hızlı Otobüs Taşımacılığı)

hattına entegrasyonunun sağlanması hedeflenmektedir. Dolayısıyla, raylı sistemlerin temel ulaşım modu olması planlanmaktadır (Çizelge 2.8).

Çizelge 2.8. Riyad metro hattı projesi özet bilgileri

Projenin Gerçekleştirileceği Ülke	Suudi Arabistan
Projenin Tipi	Metro
İnşaata Başlangıç Tarihi	2014
Hedeflenen İnşaatın Bitiş Tarihi	2021
Projenin Uzunluğu	176 km
Projenin Yaklaşık Maliyeti	22,5 Milyar USD

Teksas Yüksek Hızlı Tren Projesi (Dallas - Houston):

2019 yılı içerisinde yapımına başlanılması planlanan projede kullanılacak Yüksek Hızlı Trenin 330 km/h maksimum hıza sahip olması düşünülmektedir. Bu projenin inşaasında her yıl için 10.000 kişiye istihdam sağlanması planlanmaktadır (Çizelge 2.9).

Çizelge 2.9. Teksas yüksek hızlı tren projesi (Dallas - Houston) projesi özet bilgileri

Projenin Gerçekleştirileceği Ülke	Amerika Birleşik Devletleri
Projenin Tipi	Yüksek Hızlı Tren
Hedeflenen İnşaata Başlangıç Tarihi	2019
Hedeflenen İnşaatın Bitiş Tarihi	2024
Projenin Uzunluğu	385 km
Projenin Yaklaşık Maliyeti	15–18 Milyar USD

Bangkok – Padang Besar yüksek hızlı tren hattı:

Tayland ve Malezya'nın ortaklaşa gerçekleştireceği projenin 2029 yılında tamamlanması planlanmaktadır. Kullanılacak yüksek hızlı tren setlerinin maksimum hızlarının 250 km/h olması düşünülmektedir. Tayland tarafından, ülkenin başkentinin kuzey ve güney sınırlarına bağlayacak ve toplam 2506

kilometrelik yüksek hızlı tren hattının yapımının 2036 yılı içerisinde tamamlanması planlanmakta ve projenin toplam maliyetinin 47 Milyar USD olacağı öngörülmektedir (Çizelge 2.10).

Çizelge 2.10. Bangkok – Padang Besar yüksek hızlı tren hattı projesi özet bilgileri

Projenin Gerçekleştirileceği Ülke	Tayland
Projenin Tipi	Yüksek Hızlı Tren
Hedeflenen İnşaata Başlangıç Tarihi	2019
Hedeflenen İnşaatın Bitiş Tarihi	2029
Projenin Uzunluğu	983 km
Projenin Yaklaşık Maliyeti	9,9 Milyar USD

Dongguan metro hattı (hat 3), 1. Faz:

Bu proje ile Dongguan bölgesinin doğu ve batı kısımları birbirine bağlanacaktır. Proje kapsamında 12 kilometrelik tünel ve 25 istasyon bulunmaktadır Proje iki faz halinde ilerlemektedir, ilk faz kapsamında 52,1 kilometrelik ve 19 istasyona sahip Dongguan Doğu İstasyonu ile Changan güney bölgesinin bağlanması planlanmaktadır. Proje kapsamındaki her iki fazında 2024 yılında tamamlanması öngörülmektedir (Çizelge 2.11).

Çizelge 2.11. Dongguan metro hattı (hat 3), 1. faz projesi özet bilgileri

Projenin Gerçekleştirileceği Ülke	Çin
Projenin Tipi	Metro
Hedeflenen İnşaata Başlangıç Tarihi	2019
Hedeflenen İnşaatın Bitiş Tarihi	2024
Projenin Uzunluğu	66,2 km
Projenin Yaklaşık Maliyeti	4,3 Milyar USD

Delhi metro hattı (4. faz):

Bu proje ile mevcut 317 kilometrelik metro hattınının, 6 adet yeni hat daha eklenerek 110 kilometre daha uzatılması planlanmaktadır. Bu uzatma ile, günlük 1,5 milyon yolcu ilaveten taşınacağı düşünülmektedir (Çizelge 2.12).

Çizelge 2.12. Delhi metro hattı (4. faz) projesi özet bilgileri

Projenin Gerçekleştirileceği Ülke	Hindistan
Projenin Tipi	Metro
Hedeflenen İnşaata Başlangıç Tarihi	2019
Hedeflenen İnşaatın Bitiş Tarihi	2024
Projenin Uzunluğu	110,8 km
Projenin Yaklaşık Maliyeti	8,3 Milyar USD

Mengxi – Huazhong yük taşımacılığı hattı:

Dünyanın en uzunu olacak kömür taşımacılık hattının “Altın Üçgen” bölgesi ile Çin’in merkezini birbirine bağlaması planlanmaktadır. Bu hattın, yıllık 200 milyon tondan fazla yük taşıma kapasitesine sahip olacağı düşünülmektedir. Hattın, Mogolistan’ın içerisinden geçerek Jiangxi eyaletine ulaşması ve toplam 7 eyaletten geçmesi planlanmaktadır. Proje kapsamında inşaa edilecek en uzun tünel, Henan eyaletinde yer alacak ve 22,8 kilometre uzunluğunda olacaktır (Çizelge 2.13).

Çizelge 2.13. Mengxi – Huazhong yük taşımacılığı hattı projesi özet bilgileri

Projenin Gerçekleştirileceği Ülke	Çin
Projenin Tipi	Yük Taşıma Hattı
İnşaata Başlangıç Tarihi	2013
Hedeflenen İnşaatın Bitiş Tarihi	2019
Projenin Uzunluğu	1817 km
Projenin Yaklaşık Maliyeti	27 Milyar USD

Macau – Taipa hafif metro hattı (1. faz):

Macau'nun lastik tekerlekli, tam otomatik hafif metro sisteminin yapımına 2012 yılında başlanılmıştır. Hattın Taipa, Macau Peninsula ve Cotai'den geçmesi planlanmaktadır. Uzun vadeli planda toplam 5 hattın inşaası düşünülmektedir. İkinci fazın yapım işleri devam etmektedir (Çizelge 2.14).

Çizelge 2.14. Macau – Taipa hafif metro hattı (1. faz) projesi özet bilgileri

Projenin Gerçekleştirileceği Ülke	Macau
Projenin Tipi	Metro
İnşaata Başlangıç Tarihi	2012
Hedeflenen İnşaatın Bitiş Tarihi	2019
Projenin Uzunluğu	9,3 km
Projenin Yaklaşık Maliyeti	17,7 Milyar USD

Hong Kong Shatin metro hattı:

Hong Kong'un MTR metro ağının genişletecek ve şehrin en maliyetli projesinden biridir. Projede yaşanılan skandallar ve güvenlik endişeleri nedeniyle tamamlanmasının gecikmesi muhtemeldir. Yüklenici durumunda bulunan Leighton müteahhitlerine üç adet uygunsuzluk raporu bildirilmiştir (Çizelge 2.15).

Çizelge 2.15. Hong Kong Shatin metro hattı projesi özet bilgileri

Projenin Gerçekleştirileceği Ülke	Çin
Projenin Tipi	Metro
İnşaata Başlangıç Tarihi	2012
Hedeflenen İnşaatın Bitiş Tarihi	2019
Projenin Uzunluğu	17 km
Projenin Yaklaşık Maliyeti	12,4 Milyar USD

Ankara – Sivas yüksek hızlı tren hattı:

Projenin 2020 yılı içerisinde tamamlanarak yolculu işletmeye başlanılması planlanmaktadır. Altyapı yapım çalışmaları tamamlanmıştır. Toplam 406 kilometrelik hatta birçok köprü, viyadük ve toplam 50 kilometre uzunluğunda tünel bulunmaktadır. Yüksek hızlı trenler maksimum 300 km/h hızda işletme yapabilecektir. Bu proje ile Ankara ile Sivas arasındaki yolculuk süresinin 12 saatten 2 saate düşeceği hesaplanmaktadır (Çizelge 2.16).

Çizelge 2.16. Ankara – Sivas yüksek hızlı tren hattı projesi özet bilgileri

Projenin Gerçekleştirileceği Ülke	Türkiye
Projenin Tipi	Yüksek Hızlı Tren
İnşaata Başlangıç Tarihi	2008
Hedeflenen İnşaatın Bitiş Tarihi	2019
Projenin Uzunluğu	406 km
Projenin Yaklaşık Maliyeti	5,4 Milyar USD

İskenderiye – Aswan yüksek hızlı tren hattı:

İskenderiye, Kahire ve Aswan şehirlerini birbirine bağlayacak toplam 900 kilometrelik hattın yapımı öngörülmektedir. Faz 1 kapsamında İskenderiye ile Kahire birbirine bağlanacak olup, tren setleri ile toplam maliyetin 2,4 Milyar Euro olması öngörülmektedir (Çizelge 2.17).

Çizelge 2.17. İskenderiye – Aswan yüksek hızlı tren hattı projesi özet bilgileri

Projenin Gerçekleştirileceği Ülke	Mısır
Projenin Tipi	Yüksek Hızlı Tren
Hedeflenen İnşaata Başlangıç Tarihi	2019
Hedeflenen İnşaatın Bitiş Tarihi	2024
Projenin Uzunluğu	900 km
Projenin Yaklaşık Maliyeti	10 Milyar USD

Kopennhag – Koge - Ringsted yüksek hızlı tren hattı:

Bu proje kapsamında Danimarka'nın ilk yüksek hızlı tren hattı inşaa edilecektir. Çift hat ve maksimum 250 km/h işletme hızına sahip olacak hattın Kopenhag ile Ringsted şehirleri arasındaki yolculuk sürelerini kısaltarak trafik tıkanıklıklarını azaltması öngörülmektedir (Çizelge 2.18).

Çizelge 2.18. Kopennhag – Koge - Ringsted yüksek hızlı tren hattı projesi özet bilgileri

Projenin Gerçekleştirileceği Ülke	Danimarka
Projenin Tipi	Yüksek Hızlı Tren
İnşaata Başlangıç Tarihi	2014
Hedeflenen İnşaatın Bitiş Tarihi	2019
Projenin Uzunluğu	60 km
Projenin Yaklaşık Maliyeti	1,78 Milyar USD

Jakarta metro hattı:

Endonezya'nın ilk metro sistemi olacak bu hattın 2019 yılında açılması, Endonezya ve Japon yükleniciler tarafından planlanmıştır. Hattın günlük 170,000 yolcu taşıma kapasitesine sahip olacağı öngörülmektedir. Jakarta şehrinin 2030 yılına kadar metro hattının 108 kilometreye ulaşması hedeflenmektedir (Çizelge 2.19).

Çizelge 2.19. Jakarta metro hattı projesi özet bilgileri

Projenin Gerçekleştirileceği Ülke	Endonezya
Projenin Tipi	Metro
İnşaata Başlangıç Tarihi	2013
Hedeflenen İnşaatın Bitiş Tarihi	2019
Projenin Uzunluğu	15,7 km
Projenin Yaklaşık Maliyeti	1,5 Milyar USD

Raylı sistemlerinin 2016-2018 yılları arasında pazar artışının yeni yükselen bölgeleri Latin Amerika, Asya, Orta Doğu ve Afrika olmuştur.

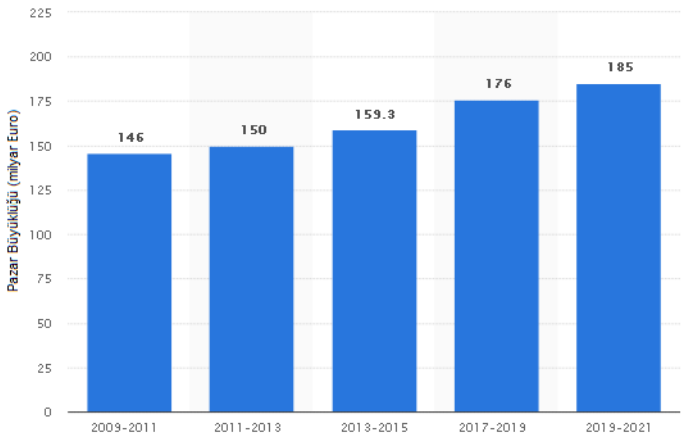
Raylı sistem araçları dikkate alındığında, dünya pazarı şu şekilde oluşmaktadır;

- Yolcu vagonları pazarında AB ve Asya en büyük pazar paylarına sahiptir.
- Hafif raylı sistemler pazarında AB ülkeleri ilk sırada yer almaktadır.
- Yüksek Hızlı Tren ve Hızlı Tren pazarında ise Çin, İspanya, Fransa, Japonya, Türkiye, Almanya, İtalya, Polonya, Portekiz, ABD, İsveç, Rusya, Suudi Arabistan, Brezilya, Hindistan, Güney Kore gibi ülkelerin gelecekteki ihtiyaçlarına yönelik talepleri doğrultusunda önemli artışlar beklenmektedir.

Dünyada raylı sistemler ihracatı 2017 yılında yaklaşık 32 Milyar USD iken 2018 yılında 40 milyar USD yükselmiştir.

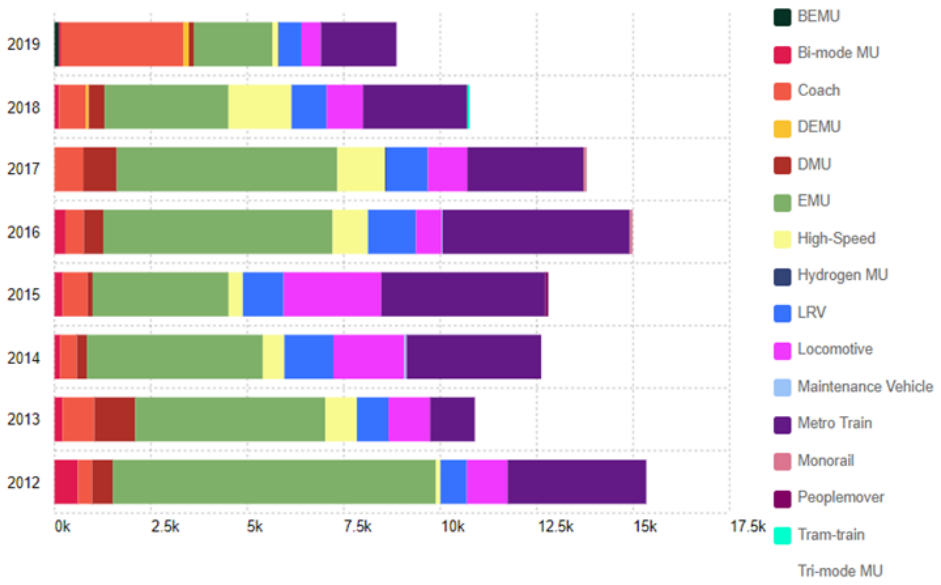
2.2. Dünyada ve Türkiye'de Raylı Sistem Endüstrisi Pazar Analizi

Küresel ölçekte demiryolu teknolojileri yüksek bir pazar hacmine sahip olup, 2017 ve 2019 döneminde pazar hacmi yıllık ortalama 176 milyar euro olarak gerçekleşmiştir. Pazar hacminin 2019 ve 2021 tarihleri arasında ise ortalama yıllık 185 milyar euro bir değere ulaşacağı ön görülmektedir. Demiryolu pazarında 2.8% oranında yıllık büyüme görüleceği beklenmektedir (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. Küresel Demiryolu Teknolojileri Endüstrisinin Pazar Büyüklüğü Dağılımı (Pektaş, 2019)

(Şekil 2.3)'de görüleceği üzere, son yedi yıldaki global raylı sistemler araç pazarına baktığımızda EMU (Elektrikli Tren Seti) ve Metro araçlarına daha yüksek talep olduğu görülür. Özellikle, Avrupa'da EMU ihtiyacı öne çıkmaktadır. Asya'da ise EMU'ya ilaveten metro ve YHT ihtiyacı gözükmektedir. Yüksek hızlı tren pazarında ise çok istikrarlı olmamakla beraber düşük hacimli siparişler söz konusu olmaktadır. Ayrıca, lokomotif pazarında da dikkat çeken bir hacim mevcuttur. Yük taşımacılığının ileriki yıllarda artacağı değerlendirildiğinde lokomotif talebinin artarak devam etmesi beklenmektedir.



Şekil 2.3. Dünyada Son Yedi Yıldaki Raylı Sistemler Araç Pazarı (IRJ, 2019)

Asya pazarındaki kapasite fazlası, rekabetçi fiyat politikaları düşünüldüğünde ve Türkiye'nin şehir içi ulaşımdaki ihtiyacı da değerlendirildiğinde fiyat anlamında rekabetçi, teknolojik ürünler ile metro ve EMU pazarını hedeflemenin doğru bir strateji olduğu anlaşılmaktadır.

Raylı sistem araç pazarı, müşterilerin talepleri farklılık gösterdiğinden siparişten siparişe değişim göstermektedir. Dolayısıyla raylı sistem araç üreticilerinin, bir platform üzerinde yapılacak modifikasyonlarla farklı taleplere cevap verebilecek mühendislik kabiliyetine sahip olmaları gerekmektedir. Aynı zamanda, üretilen raylı sistem araçları maliyetleri açısından da rekabetçi

olabilmelidir. Bu sebeple, Dünyada raylı sistem araç tasarımından başlayarak garanti süreci sonuna kadar hizmet veren araç üreticileri sayısı çok azdır.

Dünyada raylı sistemlerde pazar analizi verilerine ulaşmak için GTİP 86 kodu esas alınmıştır. Raylı sistemler sektörü genel olarak lokomotif ve vagonlarını da kapsayan tüm demiryolu taşıt araçlarını, elektrifikasyon, sinyalizasyon, telekomünikasyon, ray ekipmanları ve bakım onarımlarını içermektedir (Altay, 2014).

Raylı ulaşım sistemleri sektörünün önemli faaliyet konularından demiryolu taşıtları, dış ticaret istatistikleri açısından ise Gümrük Tarife İstatistik Pozisyonu GTİP 86 faslı altındaki malları (GTİP 8601, 8602, 8603, 8604, 8605, 8606) kapsamaktadır (Altay, 2014).

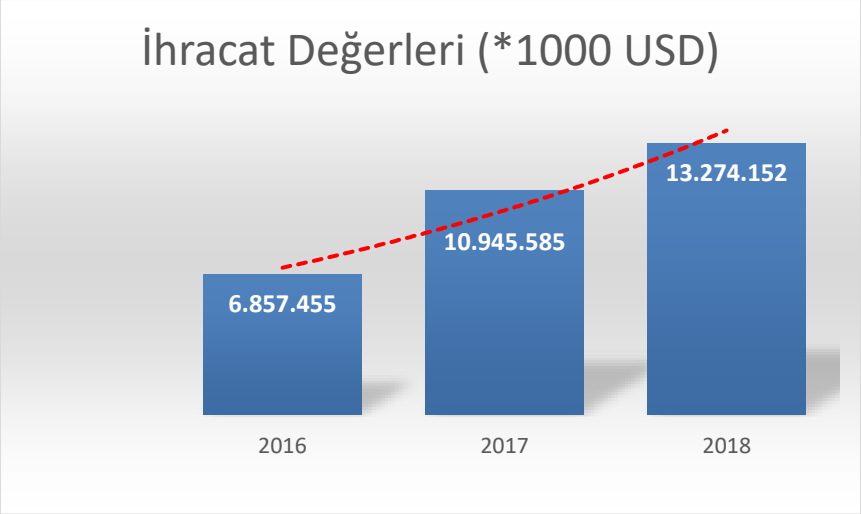
Raylı sistem endüstrisinde Gümrük Tarife İstatistik Pozisyonu GTİP 86 faslı; "Demiryolu ve Benzeri Hatlara Ait Taşıtlar ve Malzemeler ve Bunların Aksam ve Parçaları, Her Türlü Mekanik (Elektro Mekanik Olanlar Dahil) Trafik Sinyalizasyon Cihazlarını" içermektedir (Altay, 2014).

2.2.1. Çin Halk Cumhuriyeti'nin raylı sistem endüstrisi pazar analizi

Çin Halk Cumhuriyeti, 2018 yılında raylı sistemler endüstrisinde 13 Milyar dolardan fazla ihracat gerçekleştirmiştir. Çin Halk Cumhuriyeti'nin 2016, 2017 ve 2018 yılları içerisindeki raylı sistemler pazarındaki toplam ihracat değerleri Çizelge 2.20 ve Şekil 2.4'de gösterildiği gibi artış eğilimi göstermektedir.

Çizelge 2.20. Çin Halk Cumhuriyeti'nin raylı sistemler endüstrisinde 2016, 2017, 2018 yıllarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Yıllar	Raylı Sistemlerde Toplam İhracat Değeri (*1000 USD)
2016 Yılı	6,857,455
2017 Yılı	10,945,585
2018 Yılı	13,274,152



Şekil 2.4. Çin Halk Cumhuriyeti'nin 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler pazarında ihracat eğilimi

Raylı sistemler sektöründe, ürün bazlı bakıldığında Çin Halk Cumhuriyeti'nin ihracat değerleri Çizelge 2.21'de görülmektedir.

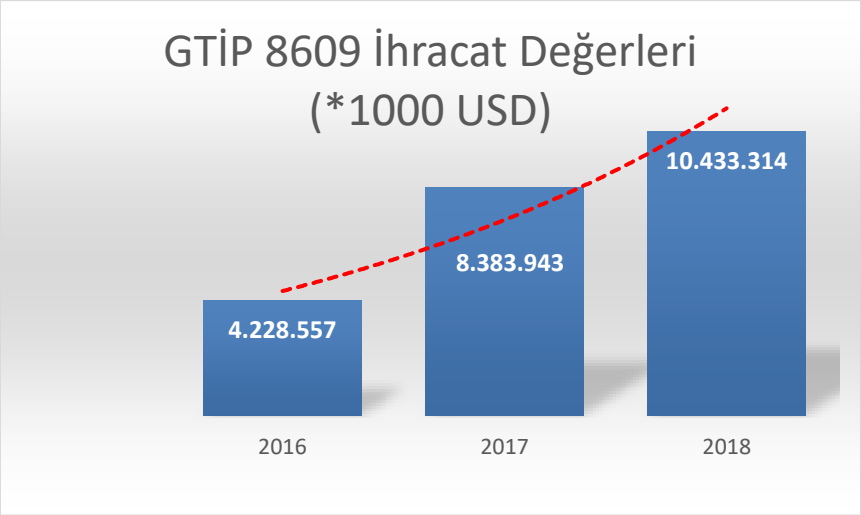
Çizelge 2.21. Çin'in dünya raylı sistemler sektöründeki ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

GTİP Kodu	Ürün Adı	2016 (*1000 dolar)	2017 (*1000 dolar)	2018 (*1000 dolar)
8601	Elektrikli Lokomotifler (Elektrik beslemesini dışardan alanlar veya elektrik batarya sistemi olanlar)	119,775	146,555	62,295
8602	Lokomotifler (Elektrikli Lokomotifler hariç)	84,307	315,023	168,777
8603	Kendinden Tahrikli Demiryolu veya Tramvay Araçları (Tramvay, EMU, Metro, YHT)	890,652	676,787	878,339
8604	Demiryolu Hat Bakım ve Servis Bakım için tasarlanmış Özel Araçlar (Balast Sıkıştırma Vagonları, Vinçli Vagonlar vb.)	10,774	27,276	50,654
8605	Kendinden Tahrikli Olmayan Yolcu Vagonları, Bagaj Furgonları, Özel Amaçlı Vagonlar	192,016	185,081	125,415
8606	Kendinden Tahrikli Olmayan Yük Taşımaya Uygun Demiryolu Vagonları	407,786	264,890	275,160
8607	Demiryolu Araçlarının veya Tramvayların Parça ve Aksamları	801,905	845,670	1,174,639
8608	Demiryolu ve Tramvay Hat Üstyapısı için Malzemeler (Travers hariç, Mekanik işaretler, Emniyet, Kontrol Kumanda Cihazları vb.)	121,683	100,360	105,559
8609	Farklı taşıma şekillerine göre özel olarak yapılmış ve donatılmış konteynerler	4,228,557	8,383,943	10,433,314

Çin Halk Cumhuriyeti'nin, raylı sistemler endüstrisindeki en önemli ihracat kalemini "Farklı Taşıma Şekillerine Göre Özel Olarak Yapılmış ve Donatılmış Konteynerler (GTİP 8609)" oluşturmaktadır. Bu ürünün ihracatında son yıllarda artış eğilimi görülmektedir (Çizelge 2.22 ve Şekil 2.5). 2018 yılında bu segmentte dünyada gerçekleşen ihracatın 78,6% Çin Halk Cumhuriyeti tarafından gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 2.22. Çin Halk Cumhuriyeti'nin raylı sistemler endüstrisinde farklı taşıma şekillerine göre özel olarak tasarlanmış ve imal edilmiş konteynerlerine ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8609 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Yıllar	GTİP 8609 Segmentindeki Toplam İhracat Değeri (*1000 USD)
2016 Yılı	4,228,557
2017 Yılı	8,383,943
2018 Yılı	10,433,314



Şekil 2.5. Çin Halk Cumhuriyeti'nin 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler endüstrisindeki farklı taşıma şekillerine göre özel olarak tasarlanmış ve imal edilmiş konteynerlerine ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8609 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

2018 yılında Çin Halk Cumhuriyeti'nin, raylı sistemler endüstrisinde gerçekleştirdiği ihracatının yaklaşık 75%'ini 10 ülkeye gerçekleştirmiştir. En yüksek ihracatını 27% oranında Amerika Birleşik Devletleri'ne yapmıştır. (Çizelge 2.23).

Çizelge 2.23. 2018 yılında Çin Halk Cumhuriyeti'nin raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

No	İthalatçı Ülkeler	İhracat Değerleri (*1000 USD)	Çin'in Raylı Sistemler İhracatındaki Oranı (%)
1	Amerika Birleşik Devletleri	3,603,526	27,1
2	Hong Kong	2,615,406	19,7
3	Danimarka	871,835	6,6
4	Avustralya	594,563	4,5
5	Almanya	451,878	3,4
6	Fransa	411,685	3,1
7	İsviçre	366,010	2,8
8	Singapur	359,481	2,7
9	Çin Tapei	336,428	2,5
10	Japonya	324,969	2,4
TOPLAM		9,935,781	74,8

Çin Halk Cumhuriyeti'nin önemli ihracat partnerlerine 2016 yılı ile 2018 yılı arasında gerçekleştirdiği ihracat değerlerini kıyasladığımızda, ortalama 129% oranında artış görülmektedir (Çizelge 2.24).

Çizelge 2.24. 2016 yılı ile 2018 yılı arasındaki Çin Halk Cumhuriyeti'nin raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracattaki yüzdelik artış oranları – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

No	İthalatçı Ülkeler	İhracat Değerleri (*1000 USD)			2016 – 2018 Yüzdelik Artış (%)
		2016 (*1000 Dolar)	2017 (*1000 Dolar)	2018 (*1000 Dolar)	
1	Amerika Birleşik Devletleri	1,478,187	3,185,705	3,603,526	144
2	Hong Kong	1,014,634	2,319,230	2,615,406	158
3	Danimarka	405,460	966,514	871,835	115
4	Avustralya	219,448	175,818	594,563	171
5	Almanya	187,918	225,140	451,878	140
6	Fransa	114,977	497,673	411,685	258
7	İsviçre	35,751	202,016	366,010	924
8	Singapur	603,629	262,396	359,481	-40
9	Çin Tapei	47,909	156,530	336,428	602
10	Japonya	227,552	170,210	324,969	43
TOPLAM		4,335,465	8,161,232	9,935,781	129

2018 yılında Çin Halk Cumhuriyeti'nin en önemli ihracat partneri durumunda bulunan Amerika Birleşik Devletleri'ne gerçekleştirdiği ihracatın ana ürününü farklı taşıma şekillerine göre özel olarak yapılmış ve donatılmış konteynerler

(GTİP 8609) oluşturmaktadır (Çizelge 2.25). Çin Halk Cumhuriyetinden Amerika Birleşik Devletleri'ne yapılan ihracatın yaklaşık 90%'nı bu ürün grubundadır.

Çizelge 2.25. 2018 yılında Çin Halk Cumhuriyeti'nin raylı sistemler endüstrisinde Amerika Birleşik Devletleri'ne yaptığı farklı taşıma şekillerine göre özel olarak yapılmış ve donatılmış konteynerlerinin ihracat değeri – GTİP 8609 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Ürün	Ürün Bazlı İhracat Değeri (*1000 USD)	Tüm İhracat Değeri (*1000 USD)	Ürün Bazlı İhracat / Tüm İhracat Oranı (%)
8609	3,275,419	3,603,526	90

Çin Halk Cumhuriyeti'nin 2018 yılında Amerika Birleşik Devletleri'ne gerçekleştirdiği farklı taşıma şekillerine göre özel olarak yapılmış ve donatılmış konteynerlerinin ihracatının raylı sistemler endüstrisinde dünyada gerçekleştirdiği tüm ihracata oranı 24% olup (Çizelge 2.26), aynı ürün grubundaki dünyada gerçekleştirdiği tüm ihracata oranı ise %31'dir (Çizelge 2.27, TradeMap 2019).

Çizelge 2.26. 2018 yılında Çin Halk Cumhuriyeti'nin raylı sistemler endüstrisinde Amerika Birleşik Devletleri'ne yaptığı farklı taşıma şekillerine göre özel olarak tasarlanmış ve imal edilmiş konteyner ihracatının, dünyada gerçekleştirdiği tüm ihracata oranı – GTİP 8609 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Ürün	Ürün Bazlı İhracat Değeri (*1000 USD)	Raylı Sistemler Pazarındaki Tüm İhracat Değeri (*1000 USD)	Ürün Bazlı İhracat / Tüm İhracat Oranı (%)
8609	3,275,419	13,274,152	24

Çizelge 2.27. 2018 yılında Çin Halk Cumhuriyeti'nin raylı sistemler endüstrisinde Amerika Birleşik Devletleri'ne yaptığı farklı taşıma şekillerine göre özel olarak tasarlanmış ve imal edilmiş konteyner ihracatının, aynı ürün grubuna ait dünyada gerçekleştirdiği tüm ihracata oranı – GTİP 8609 (*1000 dolar)

Ürün	Ürün Bazlı İhracat Değeri (*1000 USD)	Ürün Bazlı Tüm İhracat Değeri (*1000 USD)	Ürün Bazlı İhracat / Ürün Bazlı Tüm İhracat Oranı (%)
8609	3,275,419	10,433,314	31

2016 yılı ile 2018 yılı arasındaki değişim dikkate alındığında farklı taşıma şekillerine göre özel olarak yapılmış ve donatılmış konteynerlerinin Amerika Birleşik Devletleri'ne ihracatında %175 artış olduğu görülmektedir (Çizelge 2.28).

Çizelge 2.28. Çin Halk Cumhuriyeti'nin Amerika Birleşik Devletleri'ne raylı sistemler endüstrisinde farklı taşıma şekillerine göre özel olarak tasarlanmış ve imal edilmiş konteynerlerine ait toplam ihracat değerleri (2016, 2017, 2018 yılları için) – GTİP 8609 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Yıllar	Çin Halk Cumhuriyetinden Amerika Birleşik Devletleri'ne GTİP 8609 Segmentindeki Toplam İhracat Değeri (*1000 USD)
2016 Yılı	1,191,299
2017 Yılı	2,958,177
2018 Yılı	3,275,419

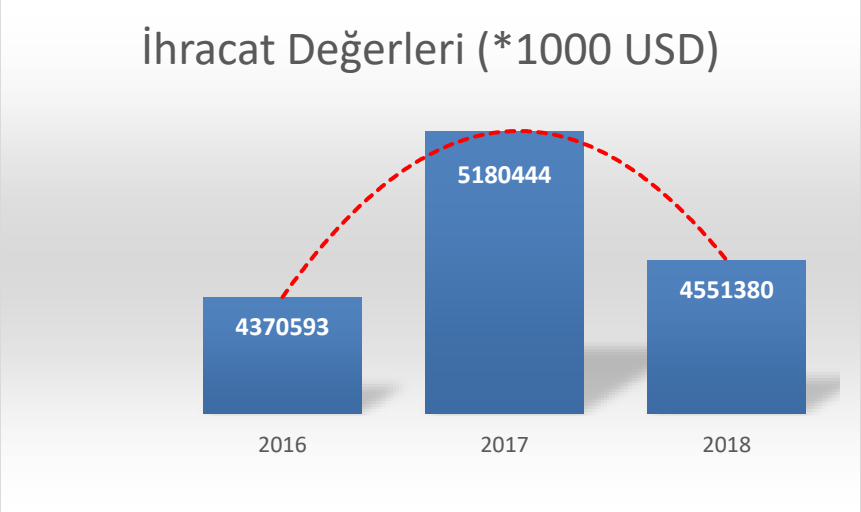
Kısacası; 2018 yılında dünyada raylı sistemler endüstrisinde gerçekleştirilen toplam ihracatın yaklaşık 33%'ü Çin Halk Cumhuriyeti tarafından gerçekleştirilmiştir. Çin Halk Cumhuriyeti tarafından gerçekleştirilen en önemli ihracat kalemini toplam ihracatının yaklaşık 78,6%'sını oluşturan "Farklı Taşıma Şekillerine Göre Özel Olarak Yapılmış ve Donatılmış Konteynerler" oluşturmaktadır. Çin Halk Cumhuriyeti'nin en önemli ihracat partneri Amerika Birleşik Devletleri olup, toplam ihracatının yaklaşık 27%'sini bu ülkeye gerçekleştirmiştir. Çin Halk Cumhuriyeti'nin Amerika Birleşik Devletleri'ne gerçekleştirdiği ihracatın önemli bir bölümünü (yaklaşık 90%) yine "Farklı Taşıma Şekillerine Göre Özel Olarak Yapılmış ve Donatılmış Konteynerler" ürün grubundandır.

2.2.2. Almanya'nın Raylı Sistem Endüstrisi Pazar Analizi

Almanya, 2018 yılında raylı sistemler endüstrisinde 4,5 Milyar dolardan fazla ihracat gerçekleştirmiştir. Almanya'nın 2016, 2017 ve 2018 yılları içerisindeki raylı sistemler pazarındaki toplam ihracat değerleri Çizelge 2.29 ve Şekil 2.6'da gösterildiği gibi düşüş yönünde bir eğilim göstermektedir.

Çizelge 2.29. Almanya'nın Raylı Sistemler Endüstrisinde 2016, 2017, 2018 Yıllarına Ait Toplam İhracat Değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Yıllar	Raylı Sistemlerde Toplam İhracat Değeri (*1000 USD)
2016 Yılı	4,370,593
2017 Yılı	5,180,444
2018 Yılı	4,551,280



Şekil 2.6. Almanya'nın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler pazarında ihracat eğilimi

Raylı sistemler sektöründe, ürün bazlı bakıldığında Almanya'nın ihracat değerleri Çizelge 2.30'de görülmektedir.

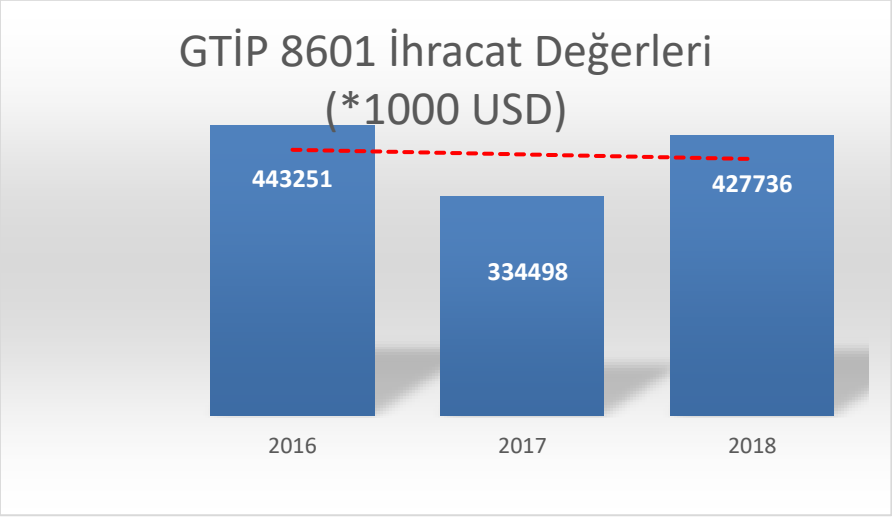
Çizelge 2.30. Almanya'nın dünya raylı sistemler sektöründeki ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

GTİP Kodu	**Ürün Adı**	**2016** (*1000 dolar)	**2017** (*1000 dolar)	**2018** (*1000 dolar)
8601	Elektrikli Lokomotifler (Elektrik beslemesini dışardan alanlar veya elektrik batarya sistemi olanlar)	443,251	334,498	427,736
8602	Lokomotifler (Elektrikli Lokomotifler hariç)	71,032	68,379	70,574
8603	Kendinden Tahrikli Demiryolu veya Tramvay Araçları (Tramvay, EMU, Metro, YHT)	1,106,775	1,736,142	790,798
8604	Demiryolu Hat Bakım ve Servis Bakım için tasarlanmış Özel Araçlar (Balast Sıkıştırma Vagonları, Vinçli Vagonlar vb.)	131,480	127,112	211,110
8605	Kendinden Tahrikli Olmayan Yolcu Vagonları, Bagaj Furgonları, Özel Amaçlı Vagonlar	444,787	710,493	563,737
8606	Kendinden Tahrikli Olmayan Yük Taşımaya Uygun Demiryolu Vagonları	78,457	76,097	58,537
8607	Demiryolu Araçlarının veya Tramvayların Parça ve Aksamları	1,860,565	1,906,218	2,159,093
8608	Demiryolu ve Tramvay Hat Üstyapısı için Malzemeler (Travers hariç, Mekanik işaretler, Emniyet, Kontrol Kumanda Cihazları vb.)	109,817	91,064	101,363
8609	Farklı taşıma şekillerine göre özel olarak yapılmış ve donatılmış konteynerler	124,429	130,441	168,432

Almanya'nın raylı sistemler endüstrisindeki en önemli ihracat kalemlerinden birisini "Elektrikli Lokomotif Araçları (GTİP 8601)" oluşturmaktadır. 2018 yılında dünyada gerçekleşen elektrikli lokomotif araçlarının ihracatının 51,7%'si Almanya tarafından gerçekleştirilmiştir. 2016 yılı ile 2018 yılları arasında Almanya, Elektrikli Lokomotif Araçları ihracatında (GTİP 8601) yaklaşık 4%'lük düşüş yaşamıştır (Çizelge 2.31 ve Şekil 2.7).

Çizelge 2.31. Almanya'nın raylı sistemler endüstrisinde elektrikli lokomotifine ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8601 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Yıllar	GTİP 8601 Segmentindeki Toplam İhracat Değeri (*1000 USD)
2016 Yılı	443,251
2017 Yılı	334,498
2018 Yılı	427,736



Şekil 2.7. Almanya'nın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler endüstrisindeki elektrikli lokomotif aracına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8601 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

2018 yılında Almanya'nın raylı sistemler endüstrisinde gerçekleştirdiği ihracatının yaklaşık 76%'sını 10 ülkeye gerçekleştirmiştir. En yüksek ihracatını 24,4% oranı ile Birleşik Krallığa yapmıştır (Çizelge 2.32).

Çizelge 2.32. 2018 yılında Almanya'nın raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

No	İthalatçı Ülkeler	İhracat Değerleri (*1000 USD)	Almanya'nın Raylı Sistemler İhracatındaki Oranı (%)
1	Birleşik Krallık	1,112,576	24.4
2	İsviçre	518,931	11.4
3	Avusturya	471,432	10.4
4	İsveç	324,212	7.1
5	Çin	268,288	5.9
6	Polonya	209,764	4.6
7	Fransa	171,819	3.8
8	İtalya	154,965	3.4
9	İsrail	131,176	2.9
10	Çekya	98,067	2.2
TOPLAM		3,461,230	76,1

Almanya'nın önemli ihracat partnerlerine 2016 yılı ile 2018 yılı arasında gerçekleştirdiği ihracat değerlerini kıyasladığımızda, sadece 9 % oranında artış görülmektedir (Çizelge 2.33).

Çizelge 2.33. 2016 yılı ile 2018 yılı arasındaki Almanya'nın raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracattaki yüzdelik artış oranları – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

No	İthalatçı Ülkeler	İhracat Değerleri (*1000 USD)			2016 – 2018 Yüzdelik Artış (%)
		2016 (*1000 dolar)	2017 (*1000 dolar)	2018 (*1000 dolar)	
1	Birleşik Krallık	1,009,330	1,486,980	1,112,576	10,2
2	İsviçre	382,531	493,399	518,931	35,6
3	Avusturya	639,132	478,607	471,432	-26,2
4	İsveç	189,701	460,340	324,212	70,9
5	Çin	272,425	261,714	268,288	-1,5
6	Polonya	210,982	159,063	209,764	-0,58
7	Fransa	173,874	171,211	171,819	-1,18
8	İtalya	199,661	217,736	154,965	-22
9	İsrail	15,025	99,139	131,176	773
10	Çekya	78,195	66,957	98,067	25,4
TOPLAM		3,170,856	3,895,146	3,461,230	9,1

2018 yılında Almanya'nın en önemli ihracat partneri durumunda bulunan Birleşik Krallığa gerçekleştirdiği ihracatın ana ürünlerini Raylı Sistem Araçları (Tramvay, EMU, Metro, YHT vb.) ürün grubu (GTİP 8603), Yolcu vagonları, Özel amaçlı vagonlar (GTİP 8605) ürün grubu ve Demiryolu Araçlarının Parça ve Aksamları (GTİP 8607) ürün grubu oluşturmaktadır (Çizelge 2.34).

Almanya'dan Birleşik Krallığa gerçekleştirilen ihracatın yaklaşık 97%'sini bu ürün grupları oluşturmaktadır.

Çizelge 2.34. 2018 yılında Almanya'nın Raylı Sistemler Endüstrisinde Birleşik Krallığa Yaptığı Farklı Ürün Gruplarına ait İhracat Değeri – GTİP 8603, GTİP 8605, GTİP 8607 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Ürün	Ürün Bazlı İhracat Değeri (*1000 USD)	Tüm İhracat Değeri (*1000 USD)	Ürün Bazlı İhracat / Tüm İhracat Oranı (%)
8603	419,803	1,112,576	96,8
8605	454,425		
8607	203,215		
Toplam	1,077,443		

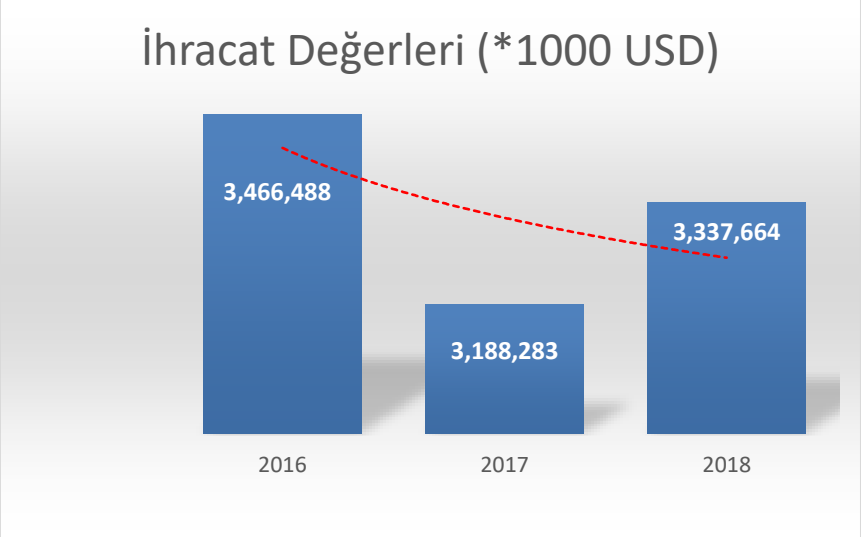
Kısacası; 2018 yılında dünyada raylı sistemler endüstrisinde gerçekleştirilen toplam ihracatın yaklaşık 11,3%'ü Almanya tarafından gerçekleştirilmiştir. Almanya tarafından gerçekleştirilen en önemli ihracat kalemi toplam ihracatının yaklaşık 47,4%'ünü oluşturan "Demiryolu Araçlarının Parça ve Aksamları" (GTİP 8607) olmaktadır. Ayrıca, 2018 yılında dünyada elektrikli lokomotif ihracatının 51,7%'si Almanya tarafından gerçekleştirilmiştir. Almanya'nın en önemli ihracat partneri Birleşik Krallık olup, toplam ihracatının yaklaşık 24,4%'ünü bu ülkeye gerçekleştirmiştir. Almanya'nın Birleşik Krallığa gerçekleştirdiği ihracatının neredeyse tamamı (yaklaşık 96,8%); raylı sistem araçları (Tramvay, EMU, Metro, YHT vb.) (GTİP 8603), yolcu vagonları, özel amaçlı vagonlar (GTİP 8605) ve demiryolu araçlarının parça ve aksamları (GTİP 8607) ürün gruplarındandır.

2.2.3. Amerika Birleşik Devletleri'nin raylı sistem endüstrisi pazar analizi

Amerika Birleşik Devletleri, 2018 yılında raylı sistemler endüstrisinde yaklaşık 3,3 Milyar dolardan fazla ihracat gerçekleştirmiştir. Amerika Birleşik Devletleri'nin 2016, 2017 ve 2018 yılları içerisindeki raylı sistemler pazarındaki toplam ihracat değerleri Çizelge 2.35 ve Şekil 2.8'de gösterildiği gibi düşüş eğilimi göstermektedir.

Çizelge 2.35. Amerika Birleşik Devletleri'nin raylı sistemler endüstrisinde 2016, 2017, 2018 yıllarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Yıllar	Raylı Sistemlerde Toplam İhracat Değeri (*1000 USD)
2016 Yılı	3,466,488
2017 Yılı	3,188,283
2018 Yılı	3,337,664



Şekil 2.8. Amerika Birleşik Devletleri'nin 2016, 2017, 2018 yıllarındaki Raylı Sistemler Pazarında İhracat Eğilimi

Raylı sistemler sektöründe, ürün bazlı bakıldığında Amerika Birleşik Devletleri'nin ihracat değerleri Çizelge 2.36'de görülmektedir.

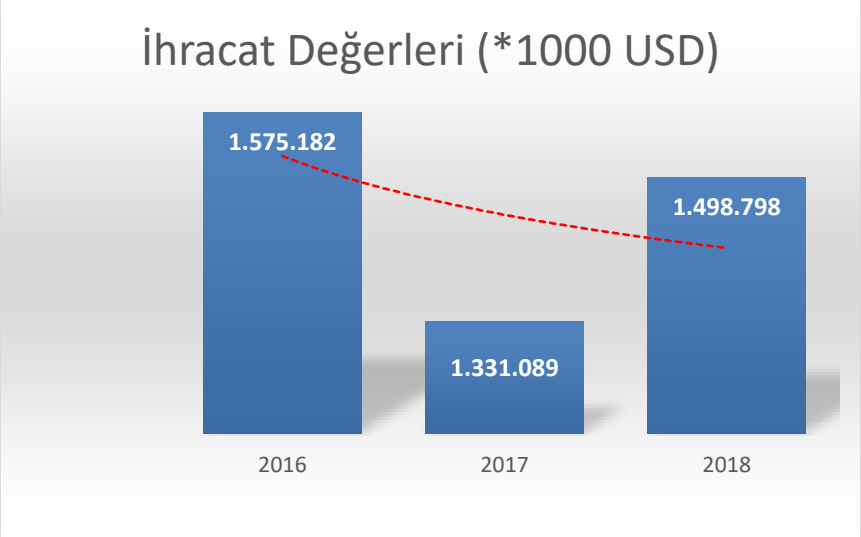
Çizelge 2.36. Amerika Birleşik Devletleri'nin dünya raylı sistemler sektöründeki ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

GTİP Kodu	Ürün Adı	2016 (*1000 dolar)	2017 (*1000 dolar)	2018 (*1000 dolar)
8601	Elektrikli Lokomotifler (Elektrik beslemesini dışardan alanlar veya elektrik batarya sistemi olanlar)	2,706	1,059	236
8602	Lokomotifler (Elektrikli Lokomotifler hariç)	542,746	573,100	655,617
8603	Kendinden Tahrikli Demiryolu veya Tramvay Araçları (Tramvay, EMU, Metro, YHT)	118,017	74,996	126,324
8604	Demiryolu Hat Bakım ve Servis Bakım için tasarlanmış Özel Araçlar (Balast Sıkıştırma Vagonları, Vinçli Vagonlar vb.)	145,591	183,930	120,585
8605	Kendinden Tahrikli Olmayan Yolcu Vagonları, Bagaj Furgonları, Özel Amaçlı Vagonlar	872	13,320	577
8606	Kendinden Tahrikli Olmayan Yük Taşımaya Uygun Demiryolu Vagonları	567,203	546,705	428,209
8607	Demiryolu Araçlarının veya Tramvayların Parça ve Aksamları	1,575,182	1,331,089	1,498,798
8608	Demiryolu ve Tramvay Hat Üstyapısı için Malzemeler (Travers hariç, Mekanik işaretler, Emniyet, Kontrol Kumanda Cihazları vb.)	68,971	80,067	96,728
8609	Farklı taşıma şekillerine göre özel olarak yapılmış ve donatılmış konteynerler	445,200	384,017	410,590

Amerika Birleşik Devletleri'nin raylı sistemler endüstrisindeki en önemli ihracat kalemini "Demiryolu Araçlarının Parça ve Aksamları (GTİP 8607)" oluşturmaktadır. Bu ürünün ihracatında son yıllarda düşüş eğilimi görülmektedir (Çizelge 2.37 ve Şekil 2.9). 2018 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nin raylı sistem endüstrisindeki toplam ihracatının 44,9%'u bu segmentte gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 2.37. Amerika Birleşik Devletleri'nin raylı sistemler endüstrisinde demiryolu araçlarının parça ve aksamlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8607 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Yıllar	GTİP 8607 Segmentindeki Toplam İhracat Değeri (*1000 USD)
2016 Yılı	1,575,182
2017 Yılı	1,331,089
2018 Yılı	1,498,798



Şekil 2.9. Amerika Birleşik Devletleri'nin 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler endüstrisindeki demiryolu araçlarının parça ve aksamlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8607 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

2018 yılında Amerika Birleşik Devletleri raylı sistemler endüstrisinde toplam ihracatının yaklaşık 84%'ünü 10 ülkeye gerçekleştirmiştir. En yüksek ihracatını 33,7% oranı ile Kanada'ya yapmıştır (Çizelge 2.38).

Çizelge 2.38. 2018 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nin raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

No	İthalatçı Ülkeler	İhracat Değerleri (*1000 USD)	Amerika Birleşik Devletleri'nin Raylı Sistemler İhracatındaki Oranı (%)
1	Kanada	1,124,364	33,7
2	Meksika	938,015	28,1
3	Hindistan	256,346	7,7
4	Avustralya	124,376	3,7
5	Brezilya	93,811	2,8
6	Ukrayna	82,989	2,5
7	Singapur	55,840	1,7
8	Marshall Adaları	53,450	1,6
9	Japonya	38,829	1,2
10	Çin Halk Cumhuriyeti	38,687	1,2
TOPLAM		2,806,707	84,2

Amerika Birleşik Devletleri'nin önemli ihracat partnerlerine 2016 yılı ile 2018 yılı arasında gerçekleştirdiği ihracat değerlerini kıyasladığımızda, ortalama 7 % oranında artış görülmektedir (Çizelge 2.39).

Çizelge 2.39. 2016 yılı ile 2018 yılı arasındaki Amerika Birleşik Devletleri'nin raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracattaki yüzdelik artış oranları – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

No	İthalatçı Ülkeler	İhracat Değerleri (*1000 USD)			2016 – 2018 Yüzdelik Artış (%)
		2016 (*1000 dolar)	2017 (*1000 dolar)	2018 (*1000 dolar)	
1	Kanada	1,041,990	1,042,721	1,124,364	7,9
2	Meksika	1,226,903	787,962	938,015	-23,5
3	Hindistan	32,599	24,876	256,346	686
4	Avustralya	35,867	55,470	124,376	246,7
5	Brezilya	56,620	86,903	93,811	65,6
6	Ukrayna	608	130	82,989	13549,5
7	Singapur	72,340	58,376	55,840	-22,8
8	Marshall Adaları	60,169	59,551	53,450	-11
9	Japonya	30,721	32,610	38,829	26,3
10	Çin Halk Cumhuriyeti	62,986	39,412	38,687	-38,5
TOPLAM		2,620,803	2,188,011	2,806,707	7

2018 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nin en önemli ihracat partneri durumunda bulunan Kanada'ya gerçekleştirdiği ihracatın ana ürünlerini raylı sistem araçları (Tramvay, EMU, Metro, YHT vb.) ürün grubu (GTİP 8603), yük vagonları (GTİP 8606) ürün grubu ve Demiryolu Araçlarının Parça ve Aksamları

(GTİP 8607) ürün grubu oluşturmaktadır (Çizelge 2.40). Amerika Birleşik Devletlerinden Kanada'ya gerçekleştirilen ihracatın yaklaşık 75%'ini bu ürün grupları oluşturmaktadır.

Çizelge 2.40. 2018 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nin raylı sistemler endüstrisinde Kanada'ya yaptığı farklı ürün gruplarına ait ihracat değeri – GTİP 8603, GTİP 8606, GTİP 8607 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Ürün	Ürün Bazlı İhracat Değeri (*1000 USD)	Tüm İhracat Değeri (*1000 USD)	Ürün Bazlı İhracat / Tüm İhracat Oranı (%)
8603	126,241	1,124,364	74,5
8606	276,357		
8607	434,993		
Toplam	837,591		

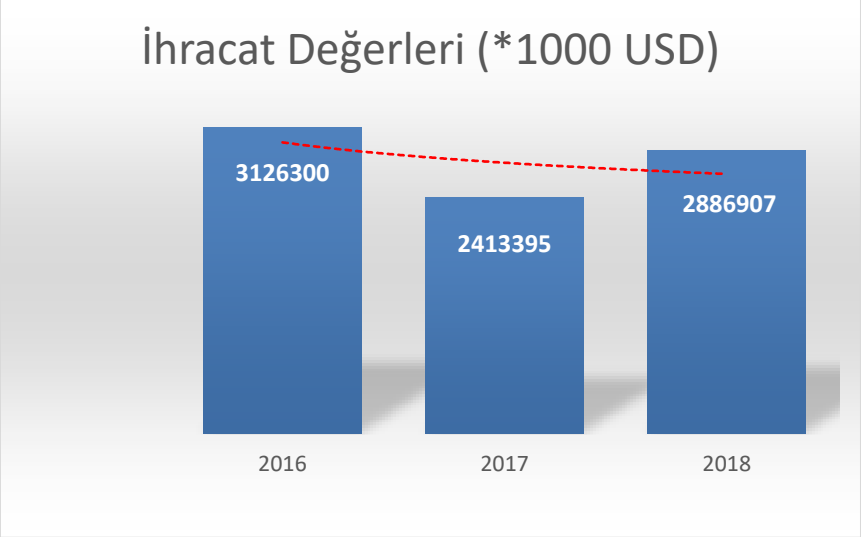
Kısacası; 2018 yılında dünyada raylı sistemler endüstrisinde gerçekleştirilen toplam ihracatın yaklaşık 8,3%'ü Amerika Birleşik Devletleri tarafından gerçekleştirilmiştir. 2018 yılında Amerika Birleşik Devletleri tarafından gerçekleştirilen en önemli ihracat kalemi toplam ihracatının yaklaşık 44,9%'unu kapsayan "Demiryolu Araçlarının Parça ve Aksamları" (GTİP 8607) olmuştur. 2018 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nin en önemli ihracat partneri Kanada'dır. Amerika Birleşik Devletleri toplam ihracatının yaklaşık 33,7%'sini bu ülkeye gerçekleşmiştir. Amerika Birleşik Devletleri'nin, Kanada'ya gerçekleştirdiği ihracatının çoğunluğunu (yaklaşık 74,5 %); raylı sistem araçları (Tramvay, EMU, Metro, YHT vb.) (GTİP 8603), yük vagonları (GTİP 8606) ve demiryolu araçlarının parça ve aksamları (GTİP 8607) ürün grupları oluşturmuştur.

2.2.4. Meksika'nın raylı sistem endüstrisi pazar analizi

Meksika, 2018 yılında raylı sistemler endüstrisinde 2,8 Milyar dolardan fazla ihracat gerçekleştirmiştir. Meksika'nın 2016, 2017 ve 2018 yılları içerisindeki raylı sistemler pazarındaki toplam ihracat değerleri Çizelge 2.41 ve Şekil 2.10'da gösterildiği gibi azalış eğilimi göstermektedir.

Çizelge 2.41. Meksika'nın raylı sistemler endüstrisinde 2016, 2017, 2018 yıllarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Yıllar	Raylı Sistemlerde Toplam İhracat Değeri (*1000 USD)
2016 Yılı	3,126,300
2017 Yılı	2,413,395
2018 Yılı	2,886,907



Şekil 2.10. Meksika'nın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki Raylı Sistemler Pazarında İhracat Eğilimi

Raylı sistemler sektöründe, ürün bazlı bakıldığında Meksika'nın ihracat değerleri Çizelge 2.42'de görülmektedir.

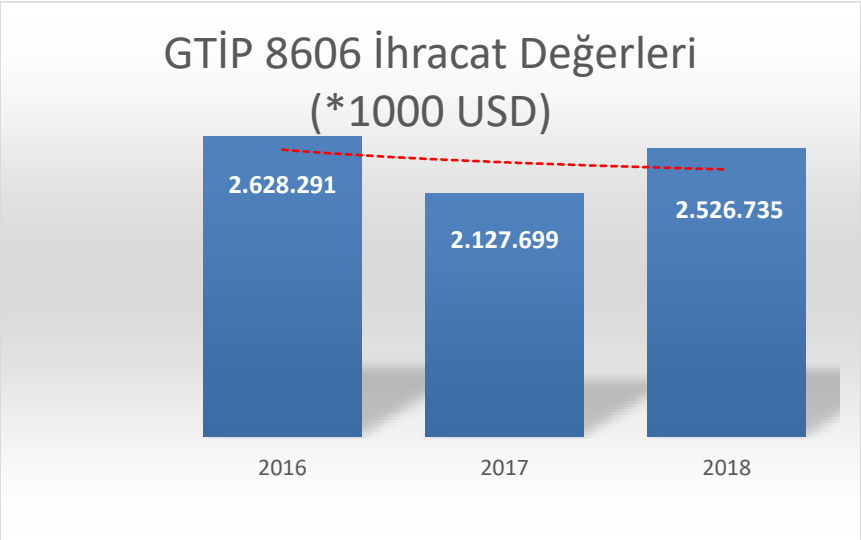
Çizelge 2.42. Meksika'nın dünya raylı sistemler sektöründeki ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

GTİP Kodu	Ürün Adı	2016	2017	2018
8601	Elektrikli Lokomotifler (Elektrik beslemesini dışardan alanlar veya elektrik batarya sistemi olanlar)	0	0	87
8602	Lokomotifler (Elektrikli Lokomotifler hariç)	215,200	57,973	8,597
8603	Kendinden Tahrikli Demiryolu veya Tramvay Araçları (Tramvay, EMU, Metro, YHT)	10,691	23,976	99,534
8604	Demiryolu Hat Bakım ve Servis Bakım için tasarlanmış Özel Araçlar (Balast Sıkıştırma Vagonları, Vinçli Vagonlar vb.)	215	264	0
8605	Kendinden Tahrikli Olmayan Yolcu Vagonları, Bagaj Furgonları, Özel Amaçlı Vagonlar	688	0	0
8606	Kendinden Tahrikli Olmayan Yük Taşımaya Uygun Demiryolu Vagonları	2,628,291	2,127,699	2,526,735
8607	Demiryolu Araçlarının veya Tramvayların Parça ve Aksamları	263,833	193,191	239,625
8608	Demiryolu ve Tramvay Hat Üstyapısı için Malzemeler (Travers hariç, Mekanik işaretler, Emniyet, Kontrol Kumanda Cihazları vb.)	116	1,149	1,103
8609	Farklı taşıma şekillerine göre özel olarak yapılmış ve donatılmış konteynerler	7,266	9,143	11,226

Meksika'nın raylı sistemler endüstrisindeki en önemli ihracat kalemini "Kendinden Tahrikli Olmayan Yük Taşımaya Uygun Demiryolu Vagonları (GTİP 8606)" oluşturmaktadır. Bu ürünün ihracatında son yıllarda düşüş eğilimi görülmektedir (Çizelge 2.43 ve Şekil 2.11) ancak yine de 2018 yılında bu segmentte dünyada gerçekleşen tüm ihracatın 54,1%'i Meksika tarafından gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 2.43. Meksika'nın raylı sistemler endüstrisinde kendinden tahrikli olmayan yük taşımaya uygun demiryolu vagonuna ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8606 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Yıllar	GTİP 8606 Segmentindeki Toplam İhracat Değeri (*1000 USD)
2016 Yılı	2,628,291
2017 Yılı	2,127,699
2018 Yılı	2,526,735



Şekil 2.11. Meksika'nın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler endüstrisindeki kendinden tahrikli olmayan yük taşımaya uygun demiryolu vagonuna ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8606 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

2018 yılında Meksika'nın raylı sistemler endüstrisinde toplam ihracatının yaklaşık 99,8%'ini 10 ülkeye gerçekleştirmiştir. En yüksek ihracatını 95,5% oranında Amerika Birleşik Devletleri'ne yapmıştır. (Çizelge 2.44).

Çizelge 2.44. 2018 yılında Meksika'nın raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

No	İthalatçı Ülkeler	İhracat Değerleri (*1000 USD)	Meksika'nın Raylı Sistemler İhracatındaki Oranı (%)
1	Amerika Birleşik Devletleri	2,758,193	95,5
2	Suudi Arabistan	78,887	2,7
3	Kanada	34,499	1,2
4	Peru	4,336	0,2
5	Birleşik Krallık	2,701	0,1
6	Kamboçya	2,700	0,1
7	Brezilya	1,383	0
8	Hindistan	908	0
9	Avustralya	505	0
10	Hollanda	346	0
TOPLAM		2,884,458	99,8

Meksika'nın önemli ihracat partnerlerine 2016 yılı ile 2018 yılı arasında gerçekleştirdiği ihracat değerlerini kıyasladığımızda, ortalama 7,6 % oranında azalış görülmektedir (Çizelge 2.45).

Çizelge 2.45. 2016 yılı ile 2018 yılı arasındaki Meksika'nın raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracattaki yüzdelik artış oranları – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

No	İthalatçı Ülkeler	İhracat Değerleri (*1000 USD)			2016 – 2018 Yüzdelik Artış (%)
		2016 (*1000 dolar)	2017 (*1000 dolar)	2018 (*1000 dolar)	
1	Amerika Birleşik Devletleri	3,071,871	2,353,364	2,758,193	-10
2	Suudi Arabistan	2,910	14,577	78,887	2610
3	Kanada	29,656	34,714	34,499	16
4	Peru	5,699	4,184	4,336	-23
5	Birleşik Krallık	75	1,109	2,701	3501
6	Kamboçya	0	0	2,700	
7	Brezilya	2,329	1,761	1,383	-40
8	Hindistan	1	24	908	90700
9	Avustralya	290	100	505	74
10	Hollanda	58	200	346	496
TOPLAM		3,112,889	2,410,033	2,884,458	-7,6

2016, 2017 ve 2018 yıllarında Meksika'nın en önemli ihracat partneri durumunda bulunan Amerika Birleşik Devletleri'ne gerçekleştirdiği ihracatın ana ürününü "Kendinden Tahrikli Olmayan Yük Taşımaya Uygun Demiryolu Vagonları (GTİP 8606)" oluşturmaktadır (Çizelge 2.46). 2018 yılında

Meksika'nın Amerika Birleşik Devletleri'ne yaptığı Raylı Sistemler Endüstrisine ait ihracatın yaklaşık 91,6%'sı bu ürün grubundadır.

Çizelge 2.46. 2018 yılında Meksika'nın Raylı Sistemler Endüstrisinde Amerika Birleşik Devletleri'ne Yaptığı Kendinden Tahrikli Olmayan Yük Taşımaya Uygun Demiryolu Vagonlarına ait İhracat Değeri – GTİP 8606 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Ürün	Ürün Bazlı İhracat Değeri (*1000 USD)	Tüm İhracat Değeri (*1000 USD)	Ürün Bazlı İhracat / Tüm İhracat Oranı (%)
8606	2,526,730	2,758,193	91,6

Meksika'nın 2018 yılında Amerika Birleşik Devletleri'ne gerçekleştirdiği kendinden tahrikli olmayan yük taşımaya uygun demiryolu vagonlarının ihracatının raylı sistemler endüstrisinde dünyada gerçekleştirdiği tüm ihracata oranı 87,5% olup (Çizelge 2.47), aynı ürün grubundaki dünyada gerçekleştirdiği tüm ihracata oranı ise %100 dür (Çizelge 2.48).

Çizelge 2.47. 2018 yılında Meksika'nın raylı sistemler endüstrisinde Amerika Birleşik Devletleri'ne yaptığı kendinden tahrikli olmayan yük taşımaya uygun demiryolu vagonları, dünyada gerçekleştirdiği tüm ihracata oranı – GTİP 8606 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Ürün	Ürün Bazlı İhracat Değeri (*1000 USD)	Raylı Sistemler Pazarındaki Tüm İhracat Değeri (*1000 USD)	Ürün Bazlı İhracat / Tüm İhracat Oranı (%)
8606	2,526,730	2,886,907	87,5

Çizelge 2.48. 2018 yılında Meksika'nın raylı sistemler endüstrisinde Amerika Birleşik Devletleri'ne yaptığı kendinden tahrikli olmayan yük taşımaya uygun demiryolu vagonlarının, aynı ürün grubuna ait dünyada gerçekleştirdiği tüm ihracata oranı – GTİP 8606 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Ürün	Ürün Bazlı İhracat Değeri (*1000 USD)	Ürün Bazlı Tüm İhracat Değeri (*1000 USD)	Ürün Bazlı İhracat / Ürün Bazlı Tüm İhracat Oranı (%)
8606	2,526,730	2,526,735	100

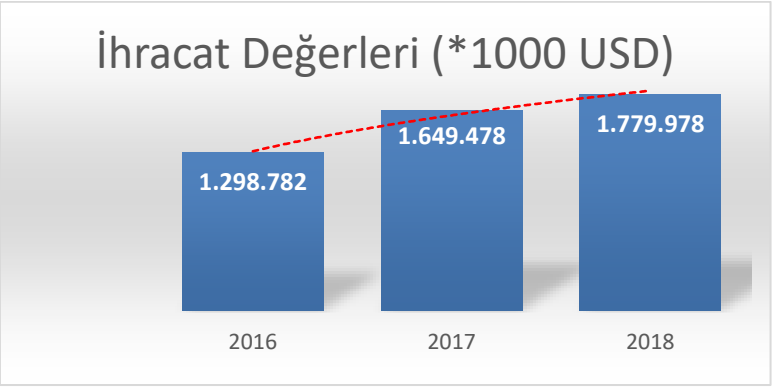
Kısacası; 2018 yılında dünyada raylı sistemler endüstrisinde gerçekleştirilen toplan ihracatın yaklaşık 7%'si Meksika tarafından gerçekleştirilmiştir. 2018 yılında Meksika tarafından gerçekleştirilen en önemli ihracat kalemini toplam ihracatının yaklaşık 87,5%'ini oluşturan "Kendinden Tahrikli Olmayan Yük Taşımaya Uygun Demiryolu Vagonları (GTİP 8606)" oluşturmaktadır. Meksika'nın en önemli ihracat partneri Amerika Birleşik Devletleri olup, toplam ihracatının yaklaşık 95,5%'ini bu ülkeye gerçekleştirmiştir. Meksika'nın Amerika Birleşik Devletleri'ne gerçekleştirdiği ihracatın en önemli bölümünü (yaklaşık 90%) yine "Kendinden Tahrikli Olmayan Yük Taşımaya Uygun Demiryolu Vagonları" almaktadır.

2.2.5. İspanya'nın raylı sistem endüstrisi pazar analizi

İspanya, 2018 yılında raylı sistemler endüstrisinde 1,7 Milyar dolardan fazla ihracat gerçekleştirmiştir. İspanya'nın 2016, 2017 ve 2018 yılları içerisindeki raylı sistemler pazarındaki toplam ihracat değerleri Çizelge 2.49 ve Şekil 2.12'de gösterildiği gibi artış eğilimi göstermektedir.

Çizelge 2.49. İspanya'nın raylı sistemler endüstrisinde 2016, 2017, 2018 yıllarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Yıllar	Raylı Sistemlerde Toplam İhracat Değeri (*1000 USD)
2016 Yılı	1,298,782
2017 Yılı	1,649,478
2018 Yılı	1,779,978



Şekil 2.12. İspanya'nın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler pazarında ihracat eğilimi

Raylı sistemler sektöründe, ürün bazlı bakıldığında İspanya'nın ihracat değerleri Çizelge 2.50'de görülmektedir.

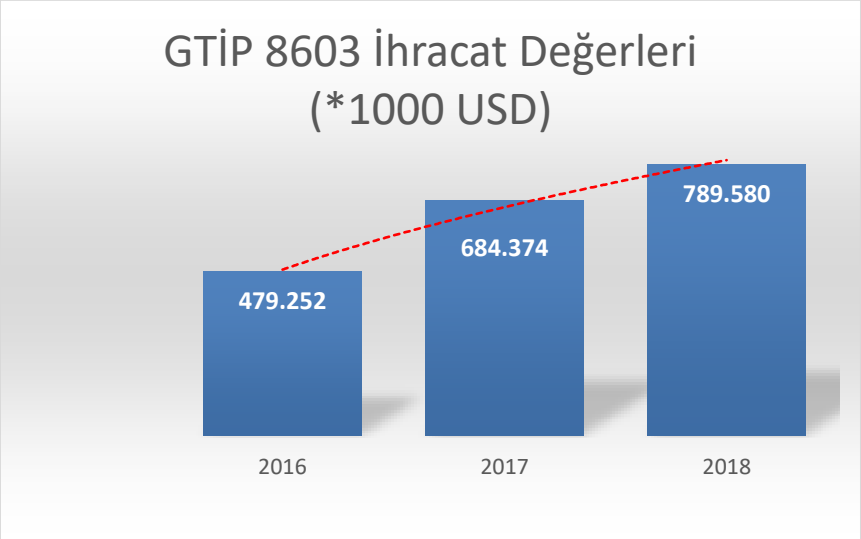
Çizelge 2.50. İspanya'nın dünya raylı sistemler sektöründeki ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

GTİP Kodu	Ürün Adı	2016 (*1000 dolar)	2017 (*1000 dolar)	2018 (*1000 dolar)
8601	Elektrikli Lokomotifler (Elektrik beslemesini dışardan alanlar veya elektrik batarya sistemi olanlar)	59,141	79,450	187,402
8602	Lokomotifler (Elektrikli Lokomotifler hariç)	90,801	137,494	0
8603	Kendinden Tahrikli Demiryolu veya Tramvay Araçları (Tramvay, EMU, Metro, YHT)	479,252	684,374	789,580
8604	Demiryolu Hat Bakım ve Servis Bakım için tasarlanmış Özel Araçlar (Balast Sıkıştırma Vagonları, Vinçli Vagonlar vb.)	8,010	16,664	49,414
8605	Kendinden Tahrikli Olmayan Yolcu Vagonları, Bagaj Furgonları, Özel Amaçlı Vagonlar	150,445	231,826	213,238
8606	Kendinden Tahrikli Olmayan Yük Taşımaya Uygun Demiryolu Vagonları	831	4,643	488
8607	Demiryolu Araçlarının veya Tramvayların Parça ve Aksamları	438,433	391,772	434,453
8608	Demiryolu ve Tramvay Hat Üstyapısı için Malzemeler (Travers hariç, Mekanik işaretler, Emniyet, Kontrol Kumanda Cihazları vb.)	51,626	58,768	59,037
8609	Farklı taşıma şekillerine göre özel olarak yapılmış ve donatılmış konteynerler	20,243	44,488	46,364

İspanya'nın raylı sistemler endüstrisindeki en önemli ihracat kalemini "Kendinden Tahrikli Demiryolu veya Tramvay Araçları (Tramvay, EMU, Metro, YHT) (GTİP 8603)" oluşturmaktadır. Bu ürünün ihracatında son yıllarda artış eğilimi görülmektedir (Çizelge 2.51 ve Şekil 2.13). 2018 yılında bu segmentte dünyada yapılan tüm ihracatın 16,1%'i İspanya tarafından gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 2.51. İspanya'nın raylı sistemler endüstrisinde kendinden tahrikli demiryolu veya tramvay araçlarına (tramvay, EMU, metro, YHT) ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8603 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Yıllar	GTİP 8603 Segmentindeki Toplam İhracat Değeri (*1000 USD)
2016 Yılı	479,252
2017 Yılı	684,374
2018 Yılı	789,580



Şekil 2.13. İspanya'nın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler endüstrisindeki kendinden tahrikli demiryolu veya tramvay araçlarına (tramvay, EMU, metro, YHT) ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8603 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

2018 yılında, İspanya raylı sistemler endüstrisinde toplam ihracatının yaklaşık 80%'ini 10 ülkeye gerçekleştirmiştir. En yüksek ihracatını 23% oranı ile Suudi Arabistan'a yapmıştır (Çizelge 2.52).

Çizelge 2.52. 2018 yılında İspanya'nın raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

No	İthalatçı Ülkeler	İhracat Değerleri (*1000 USD)	İspanya'nın Raylı Sistemler İhracatındaki Oranı (%)
1	Suudi Arabistan	409,881	23
2	Hollanda	173,725	9,8
3	Almanya	146,852	8,3
4	Panama	146,066	8,2
5	Peru	131,168	7,4
6	Avustralya	106,865	6
7	Cezayir	96,617	5,4
8	Fransa	89,143	5
9	Meksika	85,450	4,8
10	Dominik Cumhuriyeti	43,418	2,4
TOPLAM		1,429,185	80,3

İspanya'nın önemli ihracat partnerlerine 2016 yılı ile 2018 yılı arasında gerçekleştirdiği ihracat değerlerini kıyasladığımızda, ortalama 400% oranında artış görülmektedir (Çizelge 2.53).

Çizelge 2.53. 2016 yılı ile 2018 yılı arasındaki İspanya'nın raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracattaki yüzdelik artış oranları – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

No	İthalatçı Ülkeler	İhracat Değerleri (*1000 USD)			2016 – 2018 Yüzdelik Artış (%)
		2016 (*1000 dolar)	2017 (*1000 dolar)	2018 (*1000 dolar)	
1	Suudi Arabistan	183,197	254,745	409,881	124
2	Hollanda	5,716	6,698	173,725	2939
3	Almanya	72,401	156,894	146,852	103
4	Panama	1,943	33,008	146,066	7418
5	Peru	3,220	52,580	131,168	3974
6	Avustralya	757	6,097	106,865	Çok yüksek
7	Cezayir	90,177	62,352	96,617	7
8	Fransa	108,604	94,899	89,143	-18
9	Meksika	21,692	197,275	85,450	294
10	Dominik Cumhuriyeti	1,594	2,909	43,418	2624
TOPLAM		489,301	867,457	2,448,489	400

2018 yılında İspanya'nın en önemli ihracat partneri durumunda bulunan Suudi Arabistan'a gerçekleştirdiği ihracatın ana ürünlerini elektrikli lokomotifler ürün grubu (GTİP 8601) ile yolcu vagonları, özel amaçlı vagonlar (GTİP 8605) ürün grubu oluşturmuştur (Çizelge 2.54). İspanya'dan Suudi Arabistan'a gerçekleştirilen ihracatın yaklaşık 95%'ini bu ürün grupları oluşturmaktadır.

Çizelge 2.54. 2018 yılında İspanya'nın raylı sistemler endüstrisinde Suudi Arabistan'a yaptığı farklı ürün gruplarına ait ihracat değeri – GTİP 8601, GTİP 8605 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Ürün	Ürün Bazlı İhracat Değeri (*1000 USD)	Tüm İhracat Değeri (*1000 USD)	Ürün Bazlı İhracat / Tüm İhracat Oranı (%)
8601	187,128	409,881	95,2
8605	203,112		
Toplam	390,240		

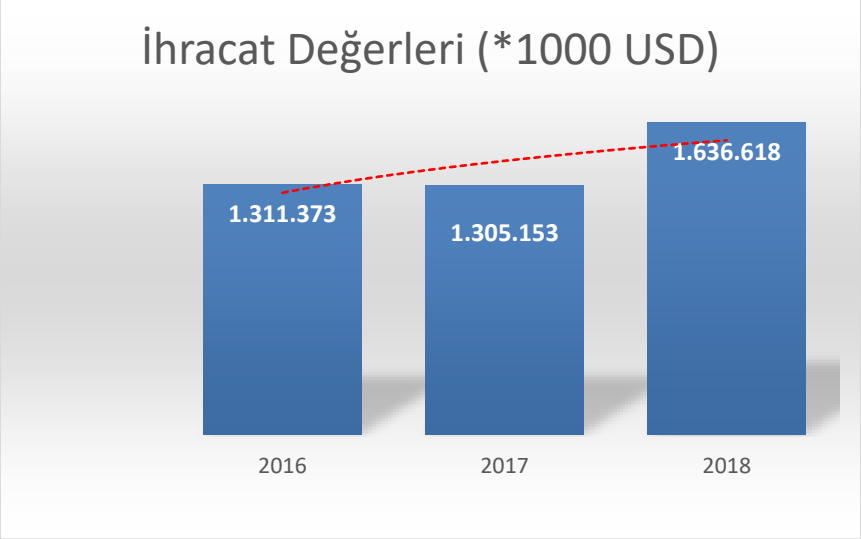
Kısacası; 2018 yılında dünyada raylı sistemler endüstrisinde gerçekleştirilen toplam ihracatın yaklaşık 4,4%'ü İspanya tarafından gerçekleştirilmiştir. İspanya tarafından gerçekleştirilen en önemli ihracat kalemini toplam ihracatının yaklaşık 44%'ünü oluşturan "Kendinden Tahrikli Demiryolu veya Tramvay Araçları (Tramvay, EMU, Metro, YHT) (GTİP 8603)" oluşturmaktadır. İspanya'nın en önemli ihracat partneri Suudi Arabistan olup, toplam ihracatının yaklaşık 23%'ünü bu ülkeye gerçekleştirmiştir. İspanya'nın Suudi Arabistan'a gerçekleştirdiği ihracatın önemli bir bölümü (yaklaşık 95%'i) elektrikli lokomotifler (GTİP 8601) ve yolcu vagonları, özel amaçlı vagonlar (GTİP 8605) ürün gruplarındandır.

2.2.6. Japonya'nın raylı sistem endüstrisi pazar analizi

Japonya, 2018 yılında raylı sistemler endüstrisinde 1,6 Milyar dolardan fazla ihracat gerçekleştirmiştir. Japonya'nın 2016, 2017 ve 2018 yılları içerisindeki raylı sistemler pazarındaki toplam ihracat değerleri Çizelge 2.55 ve Şekil 2.14'te gösterildiği gibi artış eğilimi göstermektedir.

Çizelge 2.55. Japonya'nın raylı sistemler endüstrisinde 2016, 2017, 2018 yıllarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Yıllar	Raylı Sistemlerde Toplam İhracat Değeri (*1000 USD)
2016 Yılı	1,311,373
2017 Yılı	1,305,153
2018 Yılı	1,636,618



Şekil 2.14. Japonya'nın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler pazarında ihracat eğilimi

Raylı sistemler sektöründe, ürün bazlı bakıldığında Japonya'nın ihracat değerleri Çizelge 2.56'da görülmektedir.

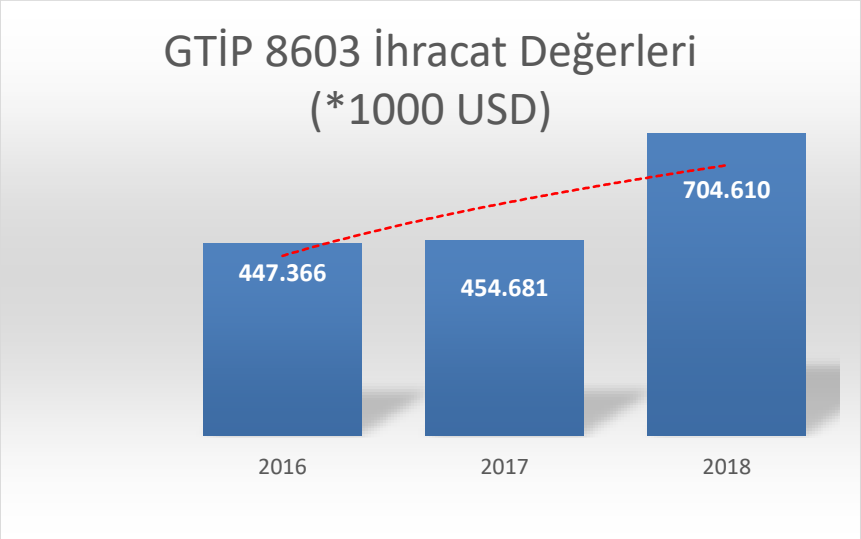
Çizelge 2.56. Japonya'nın dünya raylı sistemler sektöründeki ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

GTİP Kodu	Ürün Adı	2016 (*1000 dolar)	2017 (*1000 dolar)	2018 (*1000 dolar)
8601	Elektrikli Lokomotifler (Elektrik beslemesini dışardan alanlar veya elektrik batarya sistemi olanlar)	148	348	0
8602	Lokomotifler (Elektrikli Lokomotifler hariç)	6,623	0	770
8603	Kendinden Tahrikli Demiryolu veya Tramvay Araçları (Tramvay, EMU, Metro, YHT)	447,366	454,681	704,610
8604	Demiryolu Hat Bakım ve Servis Bakım için tasarlanmış Özel Araçlar (Balast Sıkıştırma Vagonları, Vinçli Vagonlar vb.)	618	5,744	29,580
8605	Kendinden Tahrikli Olmayan Yolcu Vagonları, Bagaj Furgonları, Özel Amaçlı Vagonlar	395,868	386,402	439,253
8606	Kendinden Tahrikli Olmayan Yük Taşımaya Uygun Demiryolu Vagonları	308	1,155	768
8607	Demiryolu Araçlarının veya Tramvayların Parça ve Aksamları	419,320	424,775	400,790
8608	Demiryolu ve Tramvay Hat Üstyapısı için Malzemeler (Travers hariç, Mekanik işaretler, Emniyet, Kontrol Kumanda Cihazları vb.)	21,598	21,403	48,299
8609	Farklı taşıma şekillerine göre özel olarak yapılmış ve donatılmış konteynerler	19,523	10,644	12,547

Japonya'nın raylı sistemler endüstrisindeki en önemli ihracat kalemini "Kendinden Tahrikli Demiryolu veya Tramvay Araçları (Tramvay, EMU, Metro, YHT) (GTİP 8603)" oluşturmaktadır. Bu ürünün ihracatında son yıllarda artış eğilimi görülmektedir (Çizelge 2.57 ve Şekil 2.15). 2018 yılında bu segmentte dünyada yapılan tüm ihracatın 14,3%'ü Japonya tarafından gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 2.57. Japonya'nın raylı sistemler endüstrisinde kendinden tahrikli demiryolu veya tramvay araçlarına (tramvay, EMU, metro, YHT) ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8603 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Yıllar	GTİP 8603 Segmentindeki Toplam İhracat Değeri (*1000 USD)
2016 Yılı	447,366
2017 Yılı	454,681
2018 Yılı	704,610



Şekil 2.15. Japonya'nın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler endüstrisindeki kendinden tahrikli demiryolu veya tramvay araçlarına (tramvay, EMU, metro, YHT) ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8603 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

2018 yılında raylı sistemler endüstrisinde Japonya toplam ihracatının yaklaşık 96%'sını 10 ülkeye gerçekleştirmiştir. En yüksek ihracatını 46,4% oranı ile Birleşik Krallığa yapmıştır (Çizelge 2.58).

Çizelge 2.58. 2018 yılında Japonya'nın raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

No	İthalatçı Ülkeler	İhracat Değerleri (*1000 USD)	Japonya'nın Raylı Sistemler İhracatındaki Oranı (%)
1	Birleşik Krallık	758,642	46.4
2	Katar	206,870	12.6
3	Macao, Çin	157,959	9.7
4	Amerika Birleşik Devletleri	129,260	7.9
5	Çin Halk Cumhuriyeti	106,594	6.5
6	Endonezya	91,334	5.6
7	İtalya	58,304	3.6
8	Singapur	22,627	1.4
9	Arjantin	19,597	1.2
10	Tayvan	17,602	1.1
TOPLAM		1,568,789	96

Japonya'nın önemli ihracat partnerlerine 2016 yılı ile 2018 yılı arasında gerçekleştirdiği ihracat değerlerini kıyasladığımızda, ortalama 31% oranında artış görülmektedir (Çizelge 2.59).

Çizelge 2.59. 2016 yılı ile 2018 yılı arasındaki Japonya'nın raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracattaki yüzdelik artış oranları – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

No	İthalatçı Ülkeler	İhracat Değerleri (*1000 USD)			2016 – 2018 Yüzdelik Artış (%)
		2016 (*1000 dolar)	2017 (*1000 dolar)	2018 (*1000 dolar)	
1	Birleşik Krallık	774,897	726,786	758,642	-2
2	Katar	920	117,040	206,870	22386
3	Macao, Çin	0	24,586	157,959	Çok yüksek
4	Amerika Birleşik Devletleri	133,621	151,768	129,260	-3
5	Çin Halk Cumhuriyeti	172,880	92,148	106,594	-38
6	Endonezya	4,741	16,333	91,334	
7	İtalya	3,005	38,594	58,304	1840
8	Singapur	40,645	7,581	22,627	-44
9	Arjantin	4,624	373	19,597	324
10	Tayvan	58,420	56,004	17,602	-70
TOPLAM		1,193,753	1,231,213	1,568,789	31

2018 yılında Japonya'nın en önemli ihracat partneri durumunda bulunan Birleşik Krallığa gerçekleştirdiği ihracatın ana ürünlerini; kendinden tahrikli demiryolu veya tramvay araçları (Tramvay, EMU, Metro, YHT) (GTİP 8603), yolcu vagonları, özel amaçlı vagonlar (GTİP 8605), demiryolu araçlarının parça

ve aksamları (GTİP 8607) ürün grupları oluşturmuştur (Çizelge 2.60). Japonya'dan Birleşik Krallığa gerçekleştirilen ihracatın neredeyse tamamını (99,9%'u) bu ürün grupları oluşturmaktadır (Çizelge 2.60).

Çizelge 2.60. 2018 yılında Japonya'nın raylı sistemler endüstrisinde Birleşik Krallığa yaptığı farklı ürün gruplarına ait ihracat değeri – GTİP 8603, GTİP 8605, GTİP 8607 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Ürün	Ürün Bazlı İhracat Değeri (*1000 USD)	Tüm İhracat Değeri (*1000 USD)	Ürün Bazlı İhracat / Tüm İhracat Oranı (%)
8603	270,673	758,642	99,9
8605	377,492		
8607	110,432		
Toplam	**758,597**		

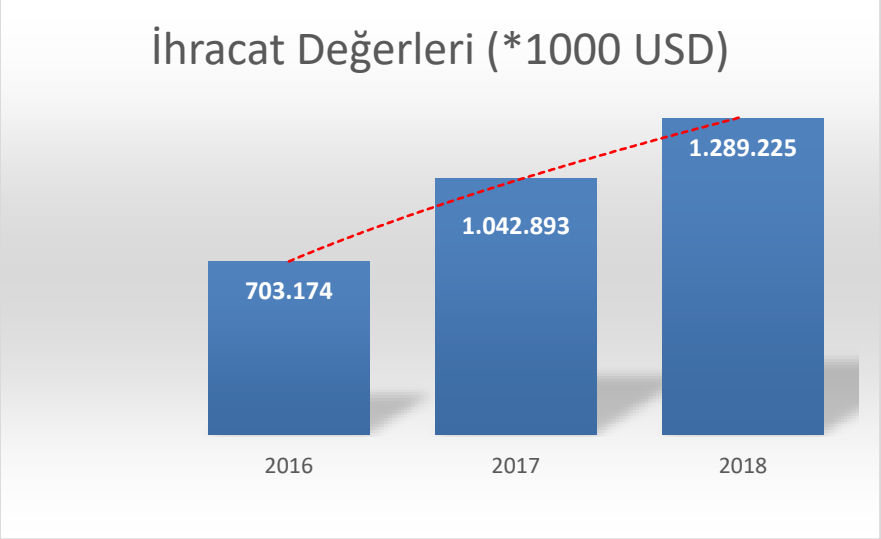
Kısacası; 2018 yılında dünyada raylı sistemler endüstrisinde gerçekleştirilen toplam ihracatın yaklaşık 4%'ü Japonya tarafından gerçekleştirilmiştir. Japonya tarafından gerçekleştirilen en önemli ihracat kalemi, toplam ihracatının yaklaşık 43%'ünü oluşturan "Kendinden Tahrikli Demiryolu veya Tramvay Araçları (Tramvay, EMU, Metro, YHT) (GTİP 8603)" ürün grunudadır. Japonya'nın en önemli ihracat partneri Birleşik Krallık olup, toplam ihracatının yaklaşık 46%'sını bu ülkeye gerçekleştirmiştir. Japonya'nın Birleşik Krallığa gerçekleştirdiği ihracatın neredeyse tamamını (yaklaşık 99,9%'u) kendinden tahrikli demiryolu veya tramvay araçları (tramvay, EMU, metro, YHT) (GTİP 8603), yolcu vagonları, özel amaçlı vagonlar (GTİP 8605), demiryolu araçlarının parça ve aksamları (GTİP 8607) ürün gruplarındandır.

2.2.7. Polonya'nın raylı sistem endüstrisi pazar analizi

Polonya, 2018 yılında raylı sistemler endüstrisinde 1,2 Milyar dolardan fazla ihracat gerçekleştirmiştir. Polonya'nın 2016, 2017 ve 2018 yılları içerisindeki raylı sistemler pazarındaki toplam ihracat değerleri Çizelge 2.61 ve Şekil 2.16'da gösterildiği gibi artış eğilimi göstermektedir.

Çizelge 2.61. Polonya'nın raylı sistemler endüstrisinde 2016, 2017, 2018 yıllarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Yıllar	Raylı Sistemlerde Toplam İhracat Değeri (*1000 USD)
2016 Yılı	703,174
2017 Yılı	1,042,893
2018 Yılı	1,289,225



Şekil 2.16. Polonya'nın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki Raylı Sistemler Pazarında İhracat Eğilimi

Raylı sistemler sektöründe, ürün bazlı bakıldığında Polonya'nın ihracat değerleri Çizelge 2.62'de görülmektedir.

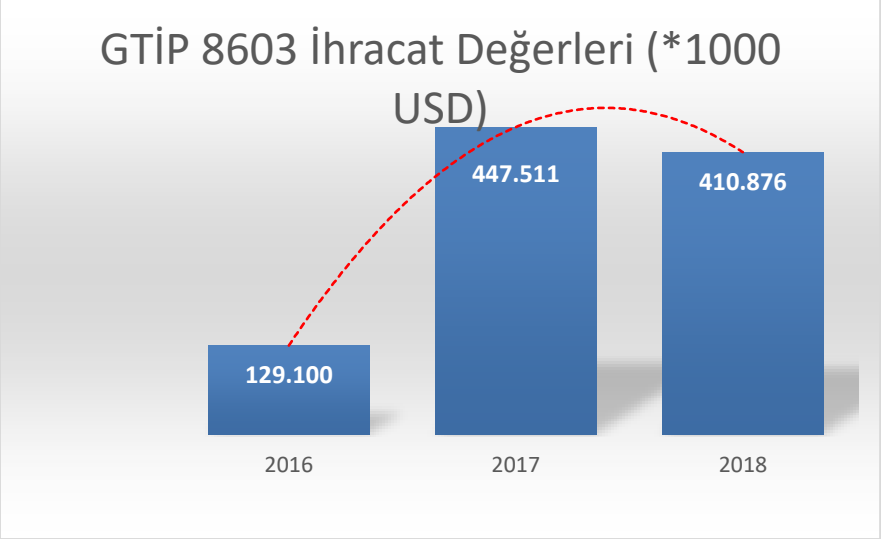
Çizelge 2.62. Polonya'nın dünya raylı sistemler sektöründeki ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

GTİP Kodu	Ürün Adı	2016 (*1000 dolar)	2017 (*1000 dolar)	2018 (*1000 dolar)
8601	Elektrikli Lokomotifler (Elektrik beslemesini dışardan alanlar veya elektrik batarya sistemi olanlar)	2,991	83	0
8602	Lokomotifler (Elektrikli Lokomotifler hariç)	1,353	1,608	2,093
8603	Kendinden Tahrikli Demiryolu veya Tramvay Araçları (Tramvay, EMU, Metro, YHT)	129,100	447,511	410,876
8604	Demiryolu Hat Bakım ve Servis Bakım için tasarlanmış Özel Araçlar (Balast Sıkıştırma Vagonları, Vinçli Vagonlar vb.)	1	1,607	1,288
8605	Kendinden Tahrikli Olmayan Yolcu Vagonları, Bagaj Furgonları, Özel Amaçlı Vagonlar	17,745	297	1,772
8606	Kendinden Tahrikli Olmayan Yük Taşımaya Uygun Demiryolu Vagonları	66,613	85,547	146,520
8607	Demiryolu Araçlarının veya Tramvayların Parça ve Aksamları	362,152	373,244	555,470
8608	Demiryolu ve Tramvay Hat Üstyapısı için Malzemeler (Travers hariç, Mekanik işaretler, Emniyet, Kontrol Kumanda Cihazları vb.)	21,286	14,986	10,591
8609	Farklı taşıma şekillerine göre özel olarak yapılmış ve donatılmış konteynerler	101,934	118,011	160,616

Polonya'nın raylı sistemler endüstrisindeki en önemli ihracat kaleminlerini "Kendinden Tahrikli Demiryolu veya Tramvay Araçları (Tramvay, EMU, Metro, YHT) (GTİP 8603)" ve "Demiryolu Araçlarının Parça ve Aksamları (GTİP 8607)" ürün grupları oluşturmaktadır. Kendinden tahrikli demiryolu veya tramvay araçları (tramvay, EMU, metro, YHT) ihracatında son yıllarda azalış eğilimleri görülmektedir (Çizelge 2.63 ve Şekil 2.17). Demiryolu araçlarının parça ve aksamları ihracatında son yıllarda artış eğilimleri görülmektedir (Çizelge 2.64 ve Şekil 2.18). 2018 yılında "Kendinden Tahrikli Demiryolu veya Tramvay Araçları (Tramvay, EMU, Metro, YHT)" ürün grubunda dünyada yapılan tüm ihracatın 8,4%'ü Polonya tarafından gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 2.63. Polonya'nın raylı sistemler endüstrisinde kendinden tahrikli demiryolu veya tramvay araçlarına (tramvay, EMU, metro, YHT) ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8603 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

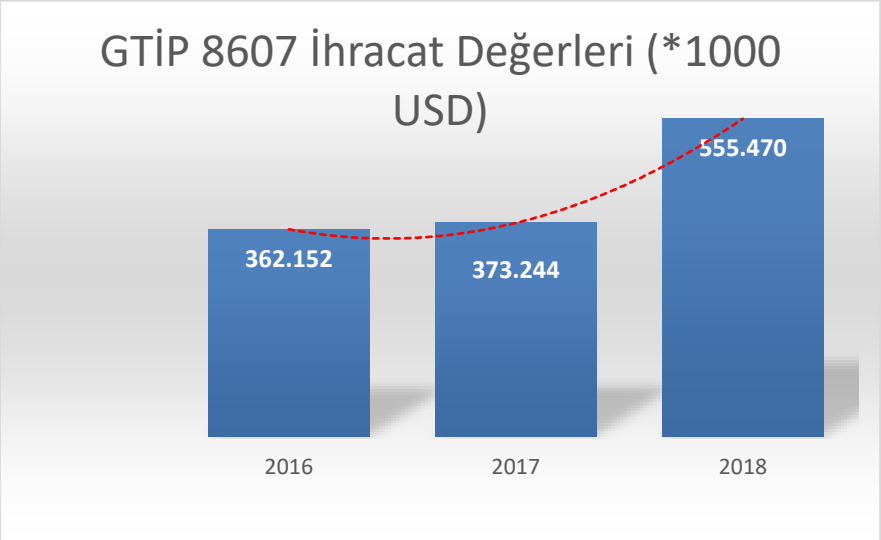
Yıllar	GTİP 8603 Segmentindeki Toplam İhracat Değeri (*1000 USD)
2016 Yılı	129,100
2017 Yılı	447,511
2018 Yılı	410,876



Şekil 2.17. Polonya'nın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler endüstrisindeki kendinden tahrikli demiryolu veya tramvay araçlarına (tramvay, EMU, metro, YHT) ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8603 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Çizelge 2.64. Polonya'nın raylı sistemler endüstrisinde demiryolu araçlarının parça ve aksamlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8607 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Yıllar	GTİP 8607 Segmentindeki Toplam İhracat Değeri (*1000 USD)
2016 Yılı	362,152
2017 Yılı	373,244
2018 Yılı	555,470



Şekil 2.18. Polonya'nın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler endüstrisindeki demiryolu araçlarının parça ve aksamlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8607 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

2018 yılında raylı sistemler endüstrisinde Polonya ihracatının yaklaşık 82%'sini 10 ülkeye gerçekleştirmiştir. En yüksek ihracatını 31,6% oranı ile Almanya'ya yapmıştır (Çizelge 2.65).

Çizelge 2.65. 2018 yılında Polonya'nın raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

No	İthalatçı Ülkeler	İhracat Değerleri (*1000 USD)	Polonya'nın Raylı Sistemler İhracatındaki Oranı (%)
1	Almanya	407,741	31.6
2	Suudi Arabistan	165,540	12.8
3	Norveç	109,967	8.5
4	Fransa	94,345	7.3
5	İtalya	77,056	6
6	Bulgaristan	46,779	3.6
7	İsveç	43,813	3.4
8	İsviçre	41,954	3.3
9	Çekya	41,312	3.2
10	Birleşik Krallık	29,080	2.3
TOPLAM		1,057,587	82

Polonya'nın önemli ihracat partnerlerine 2016 yılı ile 2018 yılı arasında gerçekleştirdiği ihracat değerlerini kıyasladığımızda, ortalama 135% oranında artış görülmektedir (Çizelge 2.66).

Çizelge 2.66. 2016 yılı ile 2018 yılı arasındaki Polonya'nın raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracattaki yüzdelik artış oranları – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

No	İthalatçı Ülkeler	İhracat Değerleri (*1000 USD)			2016 – 2018 Yüzdelik Artış (%)
		2016 (*1000 dolar)	2017 (*1000 dolar)	2018 (*1000 dolar)	
1	Almanya	193,686	230,675	407,741	111
2	Suudi Arabistan	404	126,324	165,540	40875
3	Norveç	6,317	117,754	109,967	1641
4	Fransa	80,341	74,683	94,345	17
5	İtalya	84,854	34,823	77,056	-9
6	Bulgaristan	456	665	46,779	Çok yüksek
7	İsveç	45,361	40,987	43,813	-3
8	İsviçre	11,826	56,616	41,954	255
9	Çekya	10,100	11,560	41,312	309
10	Birleşik Krallık	16,494	23,018	29,080	76
TOPLAM		449,839	717,105	1,057,587	135

2018 yılında Polonya'nın en önemli ihracat partneri durumunda bulunan Almanya'ya gerçekleştirdiği ihracatın ana ürününü; demiryolu araçlarının parça ve aksamları (GTİP 8607) oluşturmuştur (Çizelge 2.67). Polonya'dan Almanya'ya gerçekleştirilen ihracatın 52,7% sini bu ürün grubu oluşturmaktadır (Çizelge 2.67).

Çizelge 2.67. 2018 yılında Polonya'nın raylı sistemler endüstrisinde almanya'ya yaptığı demiryolu araçlarının parça ve aksamları ürün grubuna ait ihracat değeri- GTİP 8607 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Ürün	Ürün Bazlı İhracat Değeri (*1000 USD)	Tüm İhracat Değeri (*1000 USD)	Ürün Bazlı İhracat / Tüm İhracat Oranı (%)
8607	215,237	407,741	52,7

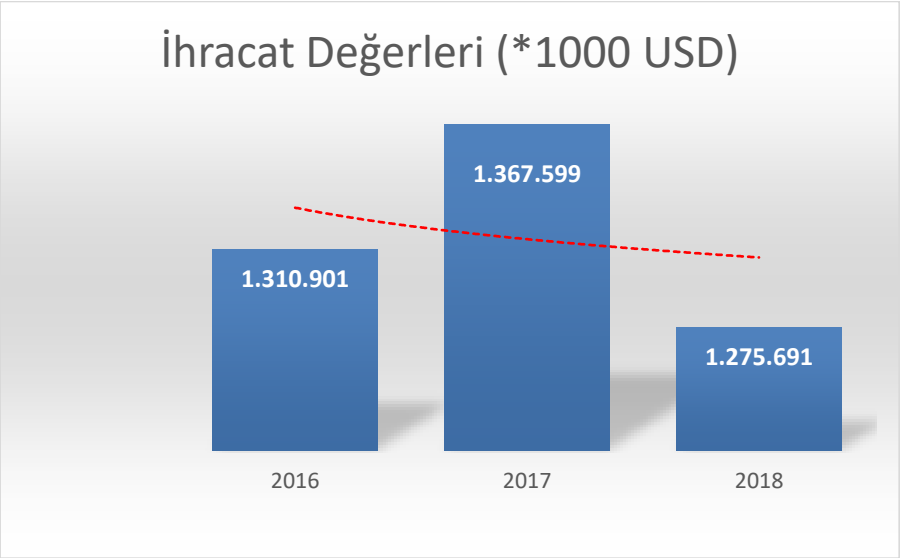
Kısacası; 2018 yılında dünyada raylı sistemler endüstrisinde gerçekleştirilen toplam ihracatın yaklaşık 3,2%'si Polonya tarafından gerçekleştirilmiştir. Polonya tarafından gerçekleştirilen en önemli ihracat kalemleri, toplam ihracatının yaklaşık 75%'ini oluşturan "Kendinden Tahrikli Demiryolu veya Tramvay Araçları (Tramvay, EMU, Metro, YHT) (GTİP 8603)" ve "Demiryolu Araçlarının Parça ve Aksamları (GTİP 8607)" ürün gruplarındadır. Polonya'nın en önemli ihracat partneri Almanya olup, toplam ihracatının yaklaşık 31,6%'sını bu ülkeye gerçekleştirmiştir. Polonya'nın Almanya'ya gerçekleştirdiği ihracatın yaklaşık 52,7%'si demiryolu araçlarının parça ve aksamları (GTİP 8607) ürün grubundandır.

2.2.8. Avusturya'nın raylı sistem endüstrisi pazar analizi

Avusturya, 2018 yılında raylı sistemler endüstrisinde 1,2 Milyar dolardan fazla ihracat gerçekleştirmiştir. Avusturya'nın 2016, 2017 ve 2018 yılları içerisindeki raylı sistemler pazarındaki toplam ihracat değerleri Çizelge 2.68 ve Şekil 2.19'da gösterildiği gibi düşüş eğilimi göstermektedir.

Çizelge 2.68. Avusturya'nın raylı sistemler endüstrisinde 2016, 2017, 2018 yıllarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Yıllar	Raylı Sistemlerde Toplam İhracat Değeri (*1000 USD)
2016 Yılı	1,310,901
2017 Yılı	1,367,599
2018 Yılı	1,275,691



Şekil 2.19. Avusturya'nın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler pazarında ihracat eğilimi

Raylı sistemler sektöründe, ürün bazlı bakıldığında Avusturya'nın ihracat değerleri Çizelge 2.69'da görülmektedir.

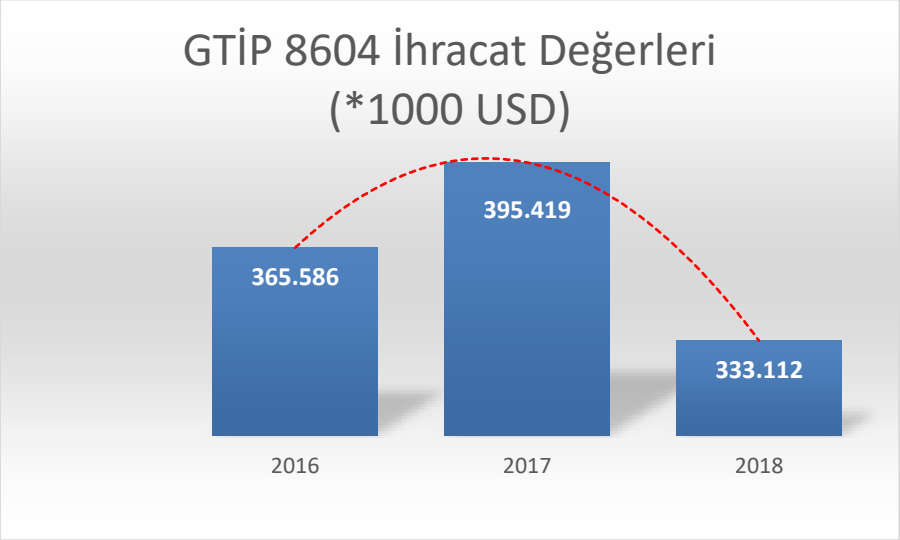
Çizelge 2.69. Avusturya'nın dünya raylı sistemler sektöründeki ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

GTİP Kodu	Ürün Adı	2016 (*1000 dolar)	2017 (*1000 dolar)	2018 (*1000 dolar)
8601	Elektrikli Lokomotifler (Elektrik beslemesini dışardan alanlar veya elektrik batarya sistemi olanlar)	68,734	31,898	35,548
8602	Lokomotifler (Elektrikli Lokomotifler hariç)	0	157	0
8603	Kendinden Tahrikli Demiryolu veya Tramvay Araçları (Tramvay, EMU, Metro, YHT)	111,128	183,037	91,469
8604	Demiryolu Hat Bakım ve Servis Bakım için tasarlanmış Özel Araçlar (Balast Sıkıştırma Vagonları, Vinçli Vagonlar vb.)	365,586	395,419	333,112
8605	Kendinden Tahrikli Olmayan Yolcu Vagonları, Bagaj Furgonları, Özel Amaçlı Vagonlar	19	0	33,002
8606	Kendinden Tahrikli Olmayan Yük Taşımaya Uygun Demiryolu Vagonları	2,980	18,188	15,375
8607	Demiryolu Araçlarının veya Tramvayların Parça ve Aksamları	680,668	663,897	692,436
8608	Demiryolu ve Tramvay Hat Üstyapısı için Malzemeler (Travers hariç, Mekanik işaretler, Emniyet, Kontrol Kumanda Cihazları vb.)	53,706	65,454	58,758
8609	Farklı taşıma şekillerine göre özel olarak yapılmış ve donatılmış konteynerler	28,080	9,549	15,991

Avusturya'nın raylı sistemler endüstrisindeki en önemli ihracat kaleminlerini "Demiryolu Hat Bakım ve Servis Bakım için tasarlanmış Özel Araçlar (GTİP 8604)" ve "Demiryolu Araçlarının Parça ve Aksamları (GTİP 8607)" ürün grupları oluşturmaktadır. Demiryolu hat bakım ve servis bakım için tasarlanmış özel araçların ihracatında son yıllarda düşüş eğilimi (Çizelge 2.70 ve Şekil 2.20), demiryolu araçlarının parça ve aksamları ihracatında artış eğilimi görülmektedir (Çizelge 2.71 ve Şekil 2.21). 2018 yılında "Demiryolu Hat Bakım ve Servis Bakım için tasarlanmış Özel Araçlar" ürün grubunda dünyada yapılan tüm ihracatın 29,8%'i Avusturya tarafından gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 2.70. Avusturya'nın raylı sistemler endüstrisinde demiryolu hat bakım ve servis bakım için tasarlanmış özel araçlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8604 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

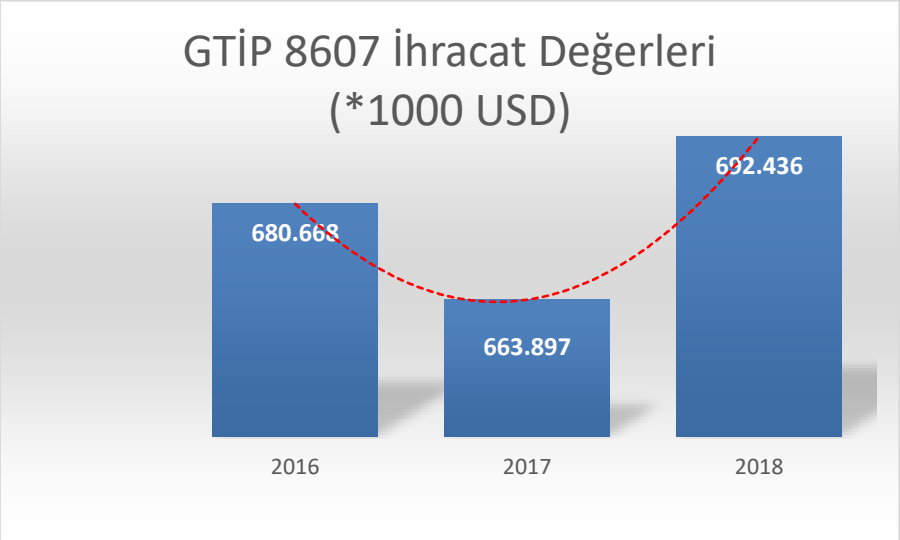
Yıllar	**GTİP 8604 Segmentindeki Toplam İhracat Değeri (*1000 USD)**
2016 Yılı	365,586
2017 Yılı	395,419
2018 Yılı	333,112



Şekil 2.20. Avusturya'nın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler endüstrisindeki demiryolu hat bakım ve servis bakım için tasarlanmış özel araçlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8604 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Çizelge 2.71. Avusturya'nın raylı sistemler endüstrisinde demiryolu araçlarının parça ve aksamlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8607 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Yıllar	GTİP 8607 Segmentindeki Toplam İhracat Değeri (*1000 USD)
2016 Yılı	680,668
2017 Yılı	663,897
2018 Yılı	692,436



Şekil 2.21. Avusturya'nın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler endüstrisindeki demiryolu araçlarının parça ve aksamlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8607 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

2018 yılında raylı sistemler endüstrisinde Avusturya ihracatının yaklaşık 76,2%'sini 10 ülkeye gerçekleştirmiştir. En yüksek ihracatını 45,9% oranı ile Almanya'ya yapmıştır (Çizelge 2.72).

Çizelge 2.72. 2018 yılında Avusturya'nın raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

No	İthalatçı Ülkeler	İhracat Değerleri (*1000 USD)	Avusturya'nın Raylı Sistemler İhracatındaki Oranı (%)
1	Almanya	585,304	45.9
2	İtalya	58,794	4.6
3	Japonya	58,607	4.6
4	İsviçre	57,984	4.5
5	Güney Kore	41,793	3.3
6	Çekya	38,012	3
7	Hindistan	37,910	3
8	Malezya	33,592	2.6
9	Polonya	31,973	2.5
10	Fransa	28,514	2.2
TOPLAM		972,483	76,2

Avusturya'nın önemli ihracat partnerlerine 2016 yılı ile 2018 yılı arasında gerçekleştirdiği ihracat değerlerini kıyasladığımızda, ortalama 25% oranında artış görülmektedir (Çizelge 2.73).

Çizelge 2.73. 2016 yılı ile 2018 yılı arasındaki Avusturya'nın raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracattaki yüzdelik artış oranları – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

No	İthalatçı Ülkeler	İhracat Değerleri (*1000 USD)			2016 – 2018 Yüzdelik Artış (%)
		2016 (*1000 dolar)	2017 (*1000 dolar)	2018 (*1000 dolar)	
1	Almanya	474,221	592,961	585,304	23
2	İtalya	39,873	64,686	58,794	47
3	Japonya	35,818	49,980	58,607	64
4	İsviçre	65,153	117,465	57,984	-11
5	Güney Kore	13,177	368	41,793	217
6	Çekya	22,632	57,651	38,012	68
7	Hindistan	39,165	47,565	37,910	-3
8	Malezya	31,899	14,076	33,592	5
9	Polonya	20,967	20,113	31,973	52
10	Fransa	34,195	40,684	28,514	-17
TOPLAM		777,100	1,005,549	972,483	25

2018 yılında Avusturya'nın en önemli ihracat partneri durumunda bulunan Almanya'ya gerçekleştirdiği ihracatın ana ürününü; demiryolu araçlarının parça ve aksamları (GTİP 8607) ürün grubu oluşturmuştur (Çizelge 2.74). Avusturya'dan Almanya'ya gerçekleştirilen ihracatın 67%'sini bu ürün grubu oluşturmaktadır (Çizelge 2.74).

Çizelge 2.74. 2018 yılında Avusturya'nın raylı sistemler endüstrisinde Almanya'ya yaptığı demiryolu araçlarının parça ve aksamları ürün grubuna ait ihracat değeri –GTİP 8607 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Ürün	Ürün Bazlı İhracat Değeri (*1000 USD)	Tüm İhracat Değeri (*1000 USD)	Ürün Bazlı İhracat / Tüm İhracat Oranı (%)
8607	393,846	585,304	67,2

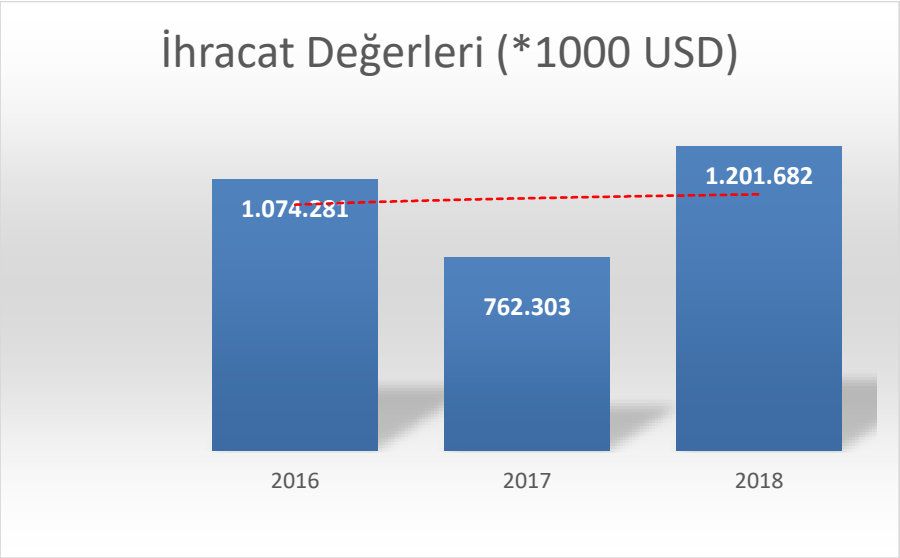
Kısacası; 2018 yılında dünyada raylı sistemler endüstrisinde gerçekleştirilen toplam ihracatın yaklaşık 3,2%'si Avusturya tarafından gerçekleştirilmiştir. Avusturya tarafından gerçekleştirilen en önemli ihracat kalemleri, toplam ihracatının yaklaşık 80%'ini oluşturan "Demiryolu Hat Bakım ve Servis Bakım için tasarlanmış Özel Araçlar (GTİP 8604)" ve "Demiryolu Araçlarının Parça ve Aksamları (GTİP 8607)" ürün gruplarındadır. Avusturya'nın en önemli ihracat partneri Almanya olup, toplam ihracatının yaklaşık 46%'sını bu ülkeye gerçekleştirmiştir. Avusturya'nın Almanya'ya gerçekleştirdiği ihracatın yaklaşık 67%'si demiryolu araçlarının parça ve aksamları (GTİP 8607) ürün grubundadır.

2.2.9. Fransa'nın raylı sistem endüstrisi pazar analizi

Fransa, 2018 yılında raylı sistemler endüstrisinde 1,2 Milyar dolardan fazla ihracat gerçekleştirmiştir. Fransa'nın 2016, 2017 ve 2018 yılları içerisindeki raylı sistemler pazarındaki toplam ihracat değerleri Çizelge 2.75 ve Şekil 2.22'de gösterildiği gibi artış eğilimi görülmektedir.

Çizelge 2.75. Fransa'nın raylı sistemler endüstrisinde 2016, 2017, 2018 yıllarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Yıllar	Raylı Sistemlerde Toplam İhracat Değeri (*1000 USD)
2016 Yılı	1,074,281
2017 Yılı	762,303
2018 Yılı	1,201,682



Şekil 2.22. Fransa'nın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler pazarında ihracat eğilimi

Raylı sistemler sektöründe, ürün bazlı bakıldığında Fransa'nın ihracat değerleri Çizelge 2.76'da görülmektedir.

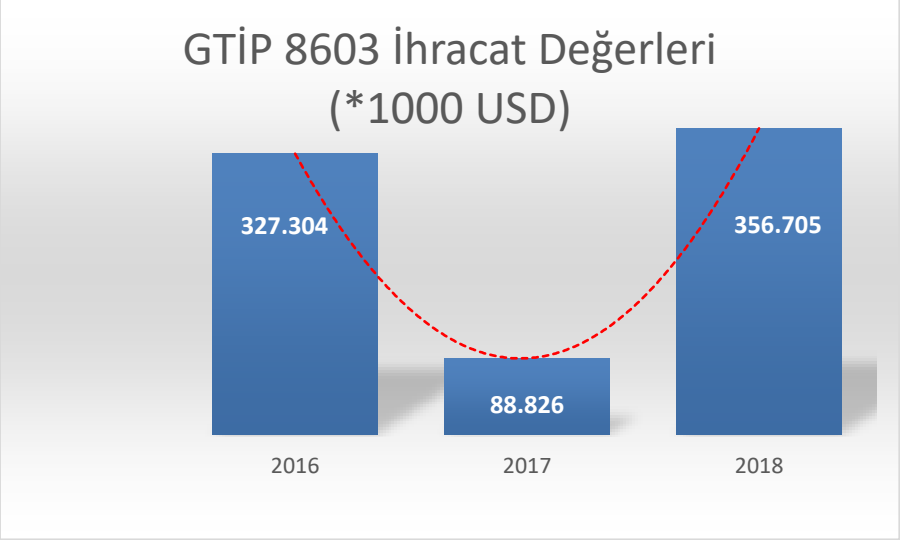
Çizelge 2.76. Fransa'nın dünya raylı sistemler sektöründeki ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

GTİP Kodu	Ürün Adı	2016 (*1000 dolar)	2017 (*1000 dolar)	2018 (*1000 dolar)
8601	Elektrikli Lokomotifler (Elektrik beslemesini dışardan alanlar veya elektrik batarya sistemi olanlar)	77,649	5,502	11,349
8602	Lokomotifler (Elektrikli Lokomotifler hariç)	23,910	4,647	924
8603	Kendinden Tahrikli Demiryolu veya Tramvay Araçları (Tramvay, EMU, Metro, YHT)	327,304	88,826	356,705
8604	Demiryolu Hat Bakım ve Servis Bakım için tasarlanmış Özel Araçlar (Balast Sıkıştırma Vagonları, Vinçli Vagonlar vb.)	40,330	23,142	32,155
8605	Kendinden Tahrikli Olmayan Yolcu Vagonları, Bagaj Furgonları, Özel Amaçlı Vagonlar	19,293	110	17,541
8606	Kendinden Tahrikli Olmayan Yük Taşımaya Uygun Demiryolu Vagonları	24,151	16,582	7,381
8607	Demiryolu Araçlarının veya Tramvayların Parça ve Aksamları	392,919	460,993	564,679
8608	Demiryolu ve Tramvay Hat Üstyapısı için Malzemeler (Travers hariç, Mekanik işaretler, Emniyet, Kontrol Kumanda Cihazları vb.)	59,457	51,130	61,370
8609	Farklı taşıma şekillerine göre özel olarak yapılmış ve donatılmış konteynerler	109,267	111,370	149,577

Fransa'nın Raylı Sistemler Endüstrisindeki en önemli ihracat kaleminlerini "Kendinden Tahrikli Demiryolu Araçları (Tramvay, EMU, Metro, YHT) (GTİP 8603)" ve "Demiryolu Araçlarının Parça ve Aksamları (GTİP 8607)" ürün grupları oluşturmaktadır. Kendinden tahrikli demiryolu araçlarının ihracatında ve demiryolu araçlarının parça ve aksamları ihracatında son yıllarda artış eğilimi görülmektedir (Çizelge 2.77, Şekil 2.23 ve Çizelge 2.78, Şekil 2.24). 2018 yılında "Kendinden Tahrikli Demiryolu Araçları" ürün grubunda dünyada yapılan tüm ihracatın 7,3%'ü Fransa tarafından gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 2.77. Fransa'nın raylı sistemler endüstrisinde kendinden tahrikli demiryolu araçlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8603 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

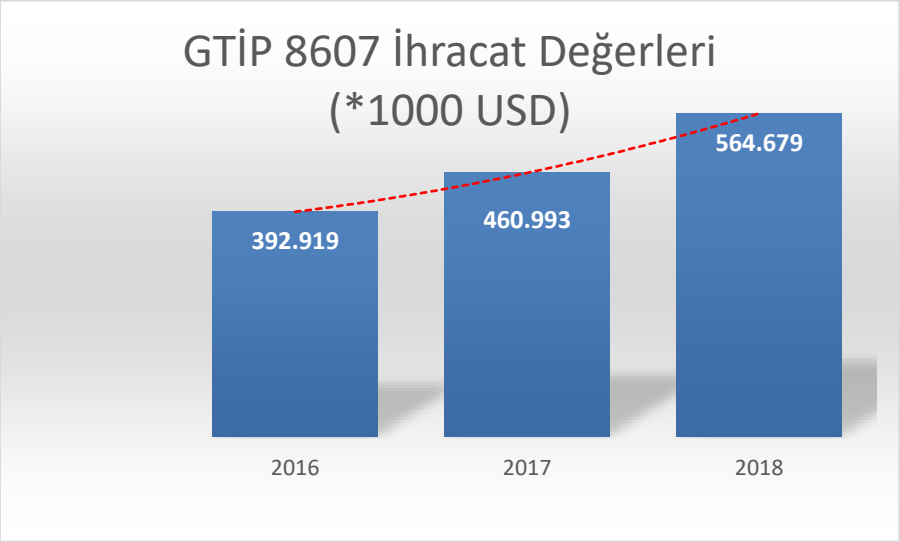
Yıllar	GTİP 8603 Segmentindeki Toplam İhracat Değeri (*1000 USD)
2016 Yılı	327,304
2017 Yılı	88,826
2018 Yılı	356,705



Şekil 2.23. Fransa'nın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler endüstrisindeki kendinden tahrikli demiryolu araçlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8603 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Çizelge 2.78. Fransa'nın raylı sistemler endüstrisinde demiryolu araçlarının parça ve aksamlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8607 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Yıllar	GTİP 8607 Segmentindeki Toplam İhracat Değeri (*1000 USD)
2016 Yılı	329,919
2017 Yılı	460,993
2018 Yılı	564,679



Şekil 2.24. Fransa'nın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler endüstrisindeki demiryolu araçlarının parça ve aksamlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8607 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

2018 yılında raylı sistemler endüstrisinde Fransa ihracatının yaklaşık 65,6%'sini 10 ülkeye gerçekleştirmiştir. En yüksek ihracatını 19,7% oranı ile Cezayir'e yapmıştır (Çizelge 2.79).

Çizelge 2.79. 2018 yılında Fransa'nın raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

No	İthalatçı Ülkeler	İhracat Değerleri (*1000 USD)	Fransa'nın Raylı Sistemler İhracatındaki Oranı (%)
1	Cezayir	236,294	19.7
2	İspanya	103,159	8.6
3	Amerika Birleşik Devletleri	87,682	7.3
4	Fas	67,437	5.6
5	Almanya	64,509	5.4
6	İsviçre	54,120	4.5
7	İtalya	50,885	4.2
8	Polonya	46,088	3.8
9	Kazakistan	39,717	3.3
10	Senegal	38,368	3.2
TOPLAM		788,259	65,6

Fransa'nın önemli ihracat partnerlerine 2016 yılı ile 2018 yılı arasında gerçekleştirdiği ihracat değerlerini kıyasladığımızda, ortalama 34% oranında artış görülmektedir (Çizelge 2.80).

Çizelge 2.80. 2016 yılı ile 2018 yılı arasındaki Fransa'nın raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracattaki yüzdelik artış oranları – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

No	İthalatçı Ülkeler	İhracat Değerleri (*1000 USD)			2016 – 2018 Yüzdelik Artış (%)
		2016 (*1000 dolar)	2017 (*1000 dolar)	2018 (*1000 dolar)	
1	Cezayir	15,670	20,086	236,294	1408
2	İspanya	31,878	53,316	103,159	224
3	Amerika Birleşik Devletleri	34,943	56,993	87,682	151
4	Fas	245,504	31,476	67,437	-73
5	Almanya	88,614	48,128	64,509	-27
6	İsviçre	31,047	85,494	54,120	74
7	İtalya	52,857	59,720	50,885	-4
8	Polonya	16,791	55,215	46,088	174
9	Kazakistan	70,529	7,124	39,717	-44
10	Senegal	673	4,447	38,368	5601
TOPLAM		588,506	421,999	788,259	34

2018 yılında Fransa'nın en önemli ihracat partneri durumunda bulunan Cezayir'e gerçekleştirdiği ihracatın ana ürününü; kendinden tahrikli demiryolu araçları (GTİP 8603) ürün grubu oluşturmuştur (Çizelge 2.81). Fransa'dan Cezayir'e gerçekleştirilen ihracatın 84%'ünü bu ürün grubu oluşturmaktadır (Çizelge 2.81).

Çizelge 2.81. 2018 yılında Fransa'nın raylı sistemler endüstrisinde cezayir'e yaptığı kendinden tahrikli demiryolu araçları ürün grubuna ait ihracat değeri – GTİP 8603 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Ürün	Ürün Bazlı İhracat Değeri (*1000 USD)	Tüm İhracat Değeri (*1000 USD)	Ürün Bazlı İhracat / Tüm İhracat Oranı (%)
8603	198,837	236,294	84,1

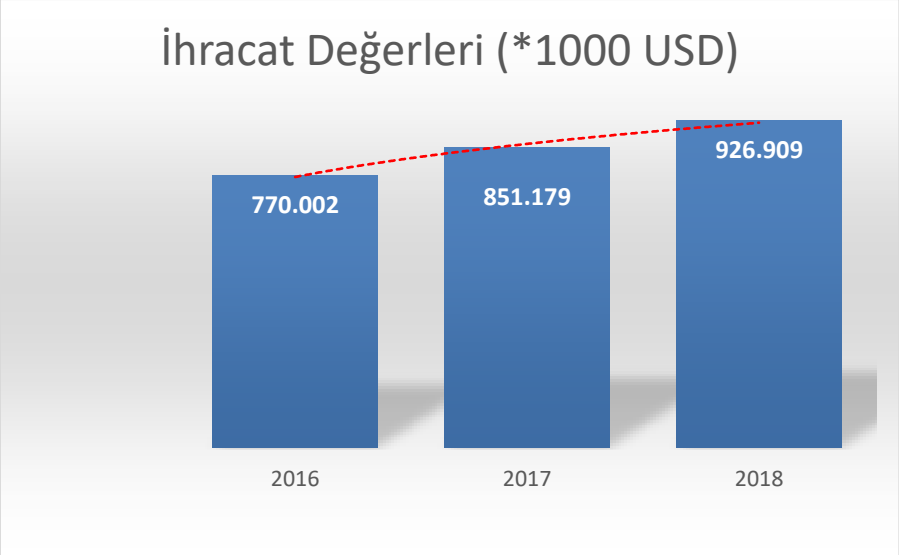
Kısacası; 2018 yılında dünyada raylı sistemler endüstrisinde gerçekleştirilen toplam ihracatın yaklaşık 3%'ü Fransa tarafından gerçekleştirilmiştir. Fransa tarafından gerçekleştirilen en önemli ihracat kalemleri, toplam ihracatının yaklaşık 77%'sini oluşturan "Kendinden Tahrikli Demiryolu Araçları (GTİP 8603)" ve "Demiryolu Araçlarının Parça ve Aksamları (GTİP 8607)" ürün gruplarındadır. Fransa'nın en önemli ihracat partneri Cezayir olup, toplam ihracatının yaklaşık 19,7%'sini bu ülkeye gerçekleştirmiştir. Fransa'nın Cezayir'e gerçekleştirdiği ihracatın yaklaşık 84%'ü kendinden tahrikli demiryolu araçları (GTİP 8603) ürün grubundadır.

2.2.10. Çekya'nın raylı sistem endüstrisi pazar analizi

Çekya, 2018 yılında raylı sistemler endüstrisinde 926 Milyon dolardan fazla ihracat gerçekleştirmiştir. Çekya'nın 2016, 2017 ve 2018 yılları içerisindeki raylı sistemler pazarındaki toplam ihracat değerleri Çizelge 2.82 ve Şekil 2.25'te gösterildiği gibi artış eğilimi göstermektedir.

Çizelge 2.82. Çekya'nın raylı sistemler endüstrisinde 2016, 2017, 2018 yıllarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Yıllar	Raylı Sistemlerde Toplam İhracat Değeri (*1000 USD)
2016 Yılı	770,002
2017 Yılı	851,179
2018 Yılı	926,909



Şekil 2.25. Çekya'nın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki Raylı Sistemler Pazarında İhracat Eğilimi

Raylı sistemler sektöründe, ürün bazlı bakıldığında Çekya'nın ihracat değerleri Çizelge 2.83'de görülmektedir.

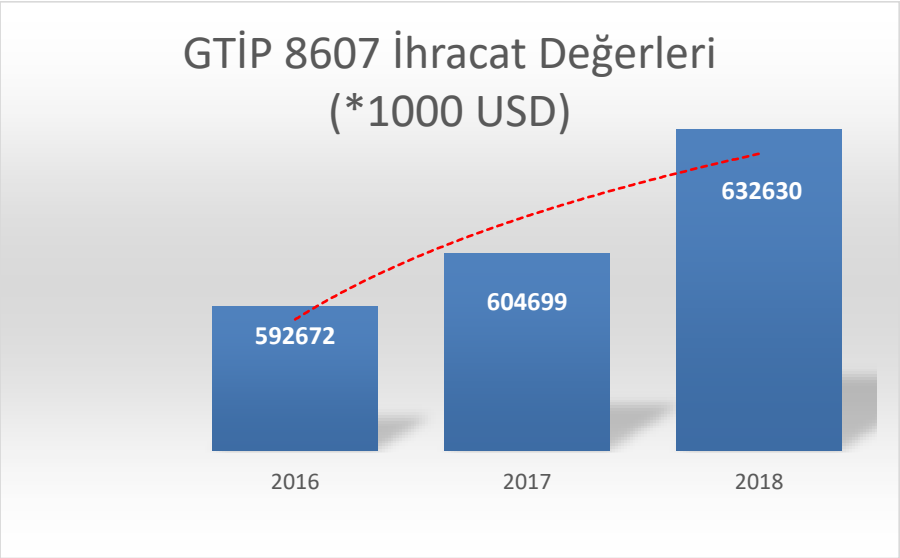
Çizelge 2.83. Çekya'nın dünya raylı sistemler sektöründeki ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

GTİP Kodu	Ürün Adı	2016 (*1000 dolar)	2017 (*1000 dolar)	2018 (*1000 dolar)
8601	Elektrikli Lokomotifler (Elektrik beslemesini dışardan alanlar veya elektrik batarya sistemi olanlar)	662	6,558	1,784
8602	Lokomotifler (Elektrikli Lokomotifler hariç)	13,005	21,442	46,392
8603	Kendinden Tahrikli Demiryolu veya Tramvay Araçları (Tramvay, EMU, Metro, YHT)	56,290	64,247	63,327
8604	Demiryolu Hat Bakım ve Servis Bakım için tasarlanmış Özel Araçlar (Balast Sıkıştırma Vagonları, Vinçli Vagonlar vb.)	1,312	5,273	6,555
8605	Kendinden Tahrikli Olmayan Yolcu Vagonları, Bagaj Furgonları, Özel Amaçlı Vagonlar	2,062	2,384	997
8606	Kendinden Tahrikli Olmayan Yük Taşımaya Uygun Demiryolu Vagonları	46,433	82,668	106,422
8607	Demiryolu Araçlarının veya Tramvayların Parça ve Aksamları	592,672	604,699	632,630
8608	Demiryolu ve Tramvay Hat Üstyapısı için Malzemeler (Travers hariç, Mekanik işaretler, Emniyet, Kontrol Kumanda Cihazları vb.)	4,965	10,193	10,086
8609	Farklı taşıma şekillerine göre özel olarak yapılmış ve donatılmış konteynerler	52,602	53,714	58,718

Çekya'nın raylı sistemler endüstrisindeki en önemli ihracat kaleminini "Demiryolu Araçlarının Parça ve Aksamları (GTİP 8607)" ürün grubu oluşturmaktadır. Demiryolu araçlarının parça ve aksamları ihracatında artış eğilimi görülmektedir (Çizelge 2.84 ve Şekil 2.26). 2018 yılında "Demiryolu Araçlarının Parça ve Aksamları" ürün grubunda dünyada yapılan tüm ihracatın 5,4%'ü Çekya tarafından gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 2.84. Çekya'nın raylı sistemler endüstrisinde demiryolu araçlarının parça ve aksamlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8607 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Yıllar	**GTİP 8607 Segmentindeki Toplam İhracat Değeri (*1000 USD)**
2016 Yılı	592,672
2017 Yılı	604,699
2018 Yılı	632,630



Şekil 2.26. Çekya'nın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler endüstrisindeki demiryolu araçlarının parça ve aksamlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8607 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

2018 yılında raylı sistemler endüstrisinde Çekya ihracatının yaklaşık 76,1%'ini 10 ülkeye gerçekleştirmiştir. En yüksek ihracatını 21,5% oranı ile Almanya'ya yapmıştır (Çizelge 2.85).

Çizelge 2.85. 2018 yılında Çekya'nın raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

No	İthalatçı Ülkeler	İhracat Değerleri (*1000 USD)	Çekya'nın Raylı Sistemler İhracatındaki Oranı (%)
1	Almanya	199,094	21,5
2	Slovakya	131,186	14,2
3	Fransa	103,870	11,2
4	Polonya	59,981	6,5
5	Avusturya	39,976	4,3
6	Birleşik Krallık	37,789	4,1
7	Rusya	37,253	4
8	Türkiye	33,433	3,6
9	İsviçre	31,147	3,4
10	Çin	30,310	3,3
TOPLAM		704,039	76,1

Çekya'nın önemli ihracat partnerlerine 2016 yılı ile 2018 yılı arasında gerçekleştirdiği ihracat değerlerini kıyasladığımızda, ortalama 29% oranında artış görülmektedir (Çizelge 2.86).

Çizelge 2.86. 2016 yılı ile 2018 yılı arasındaki Çekya'nın raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracattaki yüzdelik artış oranları – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

No	İthalatçı Ülkeler	İhracat Değerleri (*1000 USD)			2016 – 2018 Yüzdelik Artış (%)
		2016 (*1000 dolar)	2017 (*1000 dolar)	2018 (*1000 dolar)	
1	Almanya	150,805	189,210	199,094	32
2	Slovakya	110,838	110,263	131,186	18
3	Fransa	109,080	92,845	103,870	-5
4	Polonya	33,762	54,125	59,981	78
5	Avusturya	38,978	47,425	39,976	3
6	Birleşik Krallık	27,883	39,489	37,789	36
7	Rusya	31,421	48,628	37,253	19
8	Türkiye	4,707	5,853	33,433	610
9	İsviçre	26,056	28,169	31,147	20
10	Çin	12,808	24,260	30,310	137
TOPLAM		546,228	640,267	704,039	29

2018 yılında Çekya'nın en önemli ihracat partneri durumunda bulunan Almanya'ya gerçekleştirdiği ihracatın ana ürününü; demiryolu araçlarının parça ve aksamları (GTİP 8607) ürün grubu oluşturmuştur. Çekya'dan Almanya'ya gerçekleştirilen ihracatın 63%'ü bu ürün grubu oluşturmaktadır (Çizelge 2.87).

Çizelge 2.87. 2018 yılında Çekya'nın raylı sistemler endüstrisinde Almanya'ya yaptığı demiryolu araçlarının parça ve aksamları ürün grubuna ait ihracat değeri –GTİP 8607 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Ürün	Ürün Bazlı İhracat Değeri (*1000 USD)	Tüm İhracat Değeri (*1000 USD)	Ürün Bazlı İhracat / Tüm İhracat Oranı (%)
8607	125,315	199,095	62,9

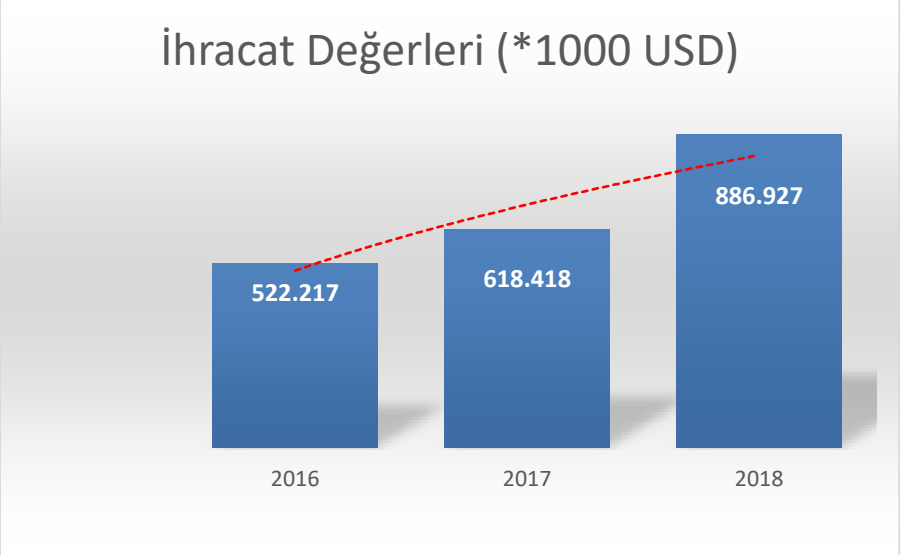
Kısacası; 2018 yılında dünyada raylı sistemler endüstrisinde gerçekleştirilen toplam ihracatın yaklaşık 2,3%'ü Çekya tarafından gerçekleştirilmiştir. Çekya tarafından gerçekleştirilen en önemli ihracat kalemleri, toplam ihracatının yaklaşık 80%'ini oluşturan "Kendinden Tahrikli Olmayan Yük Taşımaya Uygun Demiryolu Vagonları (GTİP 8606)" ve "Demiryolu Araçlarının Parça ve Aksamları (GTİP 8607)" ürün gruplarındadır. Çekya'nın en önemli ihracat partneri Almanya olup, toplam ihracatının yaklaşık 21,5%'ini bu ülkeye gerçekleştirmiştir. Çekya'nın Almanya'ya gerçekleştirdiği ihracatın yaklaşık 88%'i, demiryolu araçlarının parça ve aksamları (GTİP 8607) ve kendinden tahrikli olmayan yük taşımaya uygun demiryolu vagonları (GTİP 8606) ürün gruplarındadır.

2.2.11. Rusya'nın raylı sistem endüstrisi pazar analizi

Rusya, 2018 yılında raylı sistemler endüstrisinde 886 Milyon dolardan fazla ihracat gerçekleştirmiştir. Rusya'nın 2016, 2017 ve 2018 yılları içerisindeki raylı sistemler pazarındaki toplam ihracat değerleri Çizelge 2.88 ve Şekil 2.27'de gösterildiği gibi artış eğilimi göstermektedir.

Çizelge 2.88. Rusya'nın raylı sistemler endüstrisinde 2016, 2017, 2018 yıllarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Yıllar	Raylı Sistemlerde Toplam İhracat Değeri (*1000 USD)
2016 Yılı	522,217
2017 Yılı	618,418
2018 Yılı	886,927



Şekil 2.27. Rusya'nın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler pazarında ihracat eğilimi

Raylı sistemler sektöründe, ürün bazlı bakıldığında Rusya'nın ihracat değerleri Çizelge 2.89'da görülmektedir.

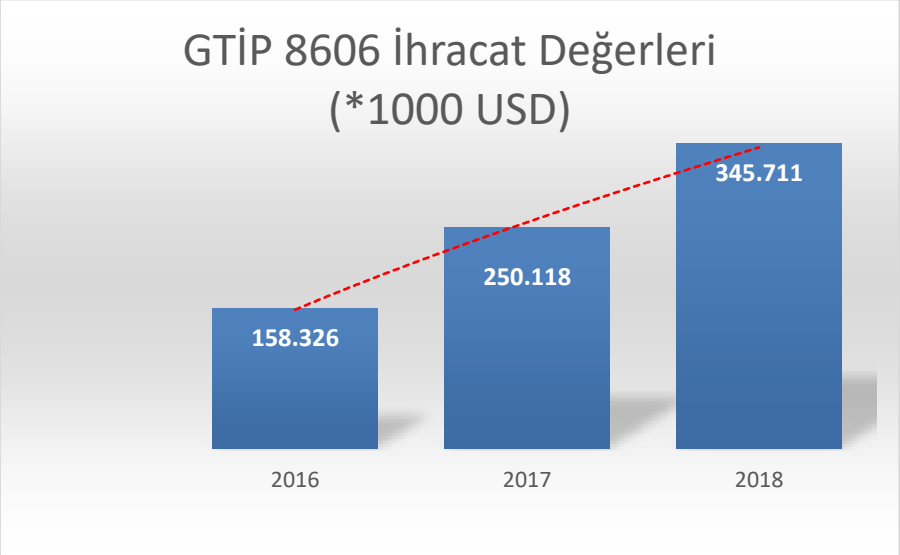
Çizelge 2.89. Rusya'nın dünya raylı sistemler sektöründeki ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

GTİP Kodu	Ürün Adı	2016 (*1000 dolar)	2017 (*1000 dolar)	2018 (*1000 dolar)
8601	Elektrikli Lokomotifler (Elektrik beslemesini dışardan alanlar veya elektrik batarya sistemi olanlar)	400	554	8,820
8602	Lokomotifler (Elektrikli Lokomotifler hariç)	10,334	44,211	76,472
8603	Kendinden Tahrikli Demiryolu veya Tramvay Araçları (Tramvay, EMU, Metro, YHT)	91,031	1	106,024
8604	Demiryolu Hat Bakım ve Servis Bakım için tasarlanmış Özel Araçlar (Balast Sıkıştırma Vagonları, Vinçli Vagonlar vb.)	10,792	12,997	18,074
8605	Kendinden Tahrikli Olmayan Yolcu Vagonları, Bagaj Furgonları, Özel Amaçlı Vagonlar	6,016	53,124	36,583
8606	Kendinden Tahrikli Olmayan Yük Taşımaya Uygun Demiryolu Vagonları	158,326	250,118	345,711
8607	Demiryolu Araçlarının veya Tramvayların Parça ve Aksamları	145,696	224,183	243,779
8608	Demiryolu ve Tramvay Hat Üstyapısı için Malzemeler (Travers hariç, Mekanik işaretler, Emniyet, Kontrol Kumanda Cihazları vb.)	35,973	27,917	43,122
8609	Farklı taşıma şekillerine göre özel olarak yapılmış ve donatılmış konteynerler	63,650	5,313	8,342

Rusya'nın raylı sistemler endüstrisindeki en önemli ihracat kaleminlerini "Kendinden Tahrikli Demiryolu veya Tramvay Araçları (Tramvay, EMU, Metro, YHT) (GTİP 8603)", "Kendinden Tahrikli Olmayan Yük Taşımaya Uygun Demiryolu Vagonları (GTİP 8606)" ve "Demiryolu Araçlarının Parça ve Aksamları (GTİP 8607)" ürün grupları oluşturmaktadır. Kendinden tahrikli olmayan yük taşımaya uygun demiryolu vagonları ihracatında son yıllarda artış eğilimleri görülmektedir (Çizelge 2.90 ve Şekil 2.28). 2018 yılında "Kendinden Tahrikli Olmayan Yük Taşımaya Uygun Demiryolu Vagonları" ürün grubunda dünyada yapılan tüm ihracatın 7,4%'ü Rusya tarafından gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 2.90. Rusya'nın raylı sistemler endüstrisinde kendinden tahrikli olmayan yük taşımaya uygun demiryolu vagonlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8606 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Yıllar	**GTİP 8606 Segmentindeki Toplam İhracat Değeri (*1000 USD)**
2016 Yılı	158,326
2017 Yılı	250,118
2018 Yılı	345,711



Şekil 2.28. Rusya'nın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler endüstrisindeki kendinden tahrikli olmayan yük taşımaya uygun demiryolu vagonlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8606 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

2018 yılında raylı sistemler endüstrisinde Rusya'nın ihracatının yaklaşık 90%'nı 10 ülkeye gerçekleştirmektedir. En yüksek ihracatını 36,6% oranında Kazakistan'a yapmaktadır (Çizelge 2.91).

Çizelge 2.91. 2018 yılında Rusya'nın raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

No	İthalatçı Ülkeler	İhracat Değerleri (*1000 USD)	Rusya'nın Raylı Sistemler İhracatındaki Oranı (%)
1	Kazakistan	324,179	37
2	Belarus	115,799	13
3	Ukrayna	99,893	11
4	Macaristan	92,015	10
5	Küba	47,572	5
6	Amerika Birleşik Devletleri	28,624	3
7	Estonya	28,311	3
8	Özbekistan	23,281	3
9	İran	20,213	2
10	Litvanya	19,816	2
TOPLAM		799,703	90

Rusya'nın önemli ihracat partnerlerine 2016 yılı ile 2018 yılı arasında gerçekleştirdiği ihracat değerlerini kıyasladığımızda, ortalama 150% oranında artış görülmektedir (Çizelge 2.92).

Çizelge 2.92. 2016 yılı ile 2018 yılı arasındaki Rusya'nın raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracattaki yüzdelik artış oranları – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

No	İthalatçı Ülkeler	İhracat Değerleri (*1000 USD)			2016 – 2018 Yüzdelik Artış (%)
		2016 (*1000 dolar)	2017 (*1000 dolar)	2018 (*1000 dolar)	
1	Kazakistan	116,800	270,823	324,179	178
2	Belarus	32,800	52,166	115,799	253
3	Ukrayna	58,857	89,644	99,893	70
4	Macaristan	187	2,491	92,015	49106
5	Küba	26,294	32,642	47,572	81
6	Amerika Birleşik Devletleri	13,248	24,890	28,624	116
7	Estonya	6,489	17,629	28,311	336
8	Özbekistan	26,855	15,133	23,281	-13
9	İran	26,076	37,362	20,213	-22
10	Litvanya	12,274	17,026	19,816	61
TOPLAM		319,880	559,806	799,703	150

2018 yılında Rusya'nın en önemli ihracat partneri durumunda bulunan Kazakistan'a gerçekleştirdiği ihracatın ana ürününü "Kendinden Tahrikli Olmayan Yük Taşımaya Uygun Demiryolu Vagonları (GTİP 8606)" oluşturmaktadır (Çizelge 2.93). Rusya'dan Kazakistan'a yapılan ihracatın yaklaşık 63%'ü bu ürün grubundadır.

Çizelge 2.93. 2018 yılında Rusya'nın raylı sistemler endüstrisinde Kazakistan'a yaptığı kendinden tahrikli olmayan yük taşımaya uygun demiryolu vagonlarının ihracat değeri – GTİP 8606 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Ürün	Ürün Bazlı İhracat Değeri (*1000 USD)	Tüm İhracat Değeri (*1000 USD)	Ürün Bazlı İhracat / Tüm İhracat Oranı (%)
8606	205,394	324,179	63,3

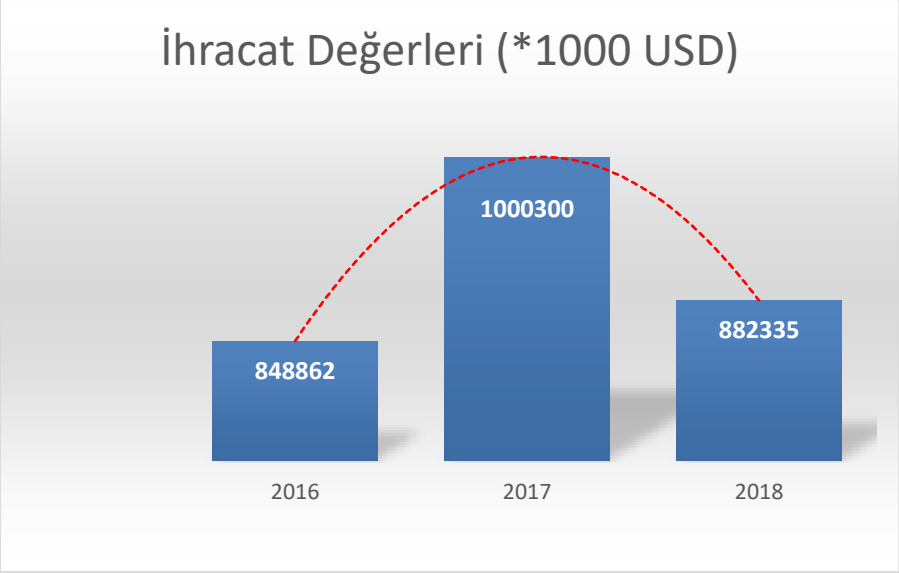
Kısacası; 2018 yılında dünyada raylı sistemler endüstrisinde gerçekleştirilen toplan ihracatın yaklaşık 2,2%'si Rusya tarafından gerçekleştirilmiştir. Rusya tarafından gerçekleştirilen en önemli ihracat kalemleri, toplam ihracatının yaklaşık 78,4%'ünü oluşturan "Kendinden Tahrikli Demiryolu veya Tramvay Araçları (Tramvay, EMU, Metro, YHT) (GTİP 8603)", "Kendinden Tahrikli Olmayan Yük Taşımaya Uygun Demiryolu Vagonları (GTİP 8606)" ve "Demiryolu Araçlarının Parça ve Aksamları (GTİP 8607)" ürün gruplarındadır. Rusya'nın en önemli ihracat partneri Kazakistan olup, toplam ihracatının yaklaşık 37%'sini bu ülkeye gerçekleştirmiştir. Rusya'nın Kazakistan'a gerçekleştirdiği ihracatın yaklaşık 85%'i "Kendinden Tahrikli Olmayan Yük Taşımaya Uygun Demiryolu Vagonları (GTİP 8606)" ve "Demiryolu Araçlarının Parça ve Aksamları (GTİP 8607)" ürün gruplarındadır.

2.2.12. İtalya'nın raylı sistem endüstrisi pazar analizi

İtalya, 2018 yılında raylı sistemler endüstrisinde 885 Milyon dolardan fazla ihracat gerçekleştirmiştir. İtalya'nın 2016, 2017 ve 2018 yılları içerisindeki raylı sistemler pazarındaki toplam ihracat değerleri Çizelge 2.94 ve Şekil 2.29'da gösterildiği gibi azalış eğilimi göstermektedir.

Çizelge 2.94. İtalya'nın raylı sistemler endüstrisinde 2016, 2017, 2018 yıllarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Yıllar	Raylı Sistemlerde Toplam İhracat Değeri (*1000 USD)
2016 Yılı	848,862
2017 Yılı	1,000,300
2018 Yılı	882,335



Şekil 2.29. İtalya'nın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki Raylı Sistemler Pazarında İhracat Eğilimi

Raylı sistemler sektöründe, ürün bazlı bakıldığında İtalya'nın ihracat değerleri Çizelge 2.95'de görülmektedir.

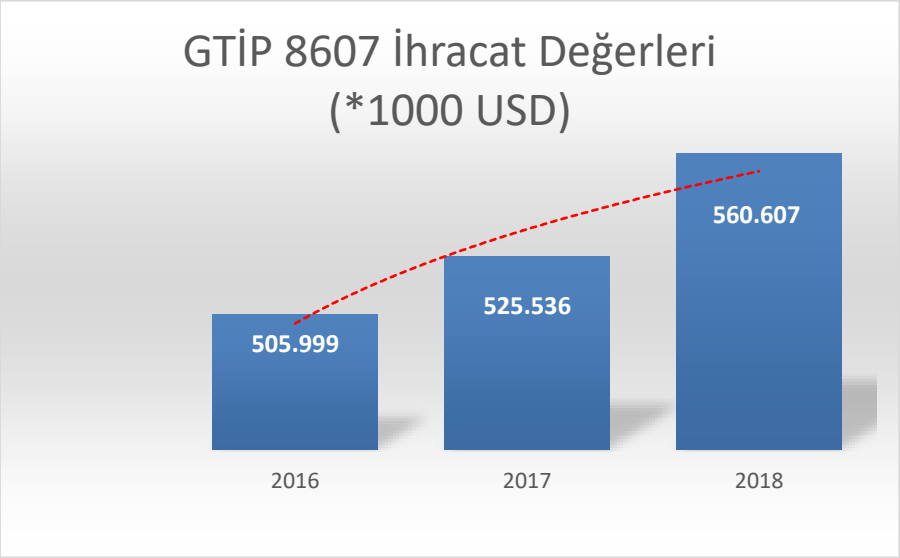
Çizelge 2.95. İtalya'nın dünya raylı sistemler sektöründeki ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

GTİP Kodu	Ürün Adı	2016 (*1000 dolar)	2017 (*1000 dolar)	2018 (*1000 dolar)
8601	Elektrikli Lokomotifler (Elektrik beslemesini dışardan alanlar veya elektrik batarya sistemi olanlar)	927	235	29
8602	Lokomotifler (Elektrikli Lokomotifler hariç)	17,639	13,568	17,845
8603	Kendinden Tahrikli Demiryolu veya Tramvay Araçları (Tramvay, EMU, Metro, YHT)	137,820	242,115	55,067
8604	Demiryolu Hat Bakım ve Servis Bakım için tasarlanmış Özel Araçlar (Balast Sıkıştırma Vagonları, Vinçli Vagonlar vb.)	52,694	39,766	66,850
8605	Kendinden Tahrikli Olmayan Yolcu Vagonları, Bagaj Furgonları, Özel Amaçlı Vagonlar	23,026	44,924	24,756
8606	Kendinden Tahrikli Olmayan Yük Taşımaya Uygun Demiryolu Vagonları	2,430	949	557
8607	Demiryolu Araçlarının veya Tramvayların Parça ve Aksamları	505,999	525,536	560,607
8608	Demiryolu ve Tramvay Hat Üstyapısı için Malzemeler (Travers hariç, Mekanik işaretler, Emniyet, Kontrol Kumanda Cihazları vb.)	40,914	46,862	54,028
8609	Farklı taşıma şekillerine göre özel olarak yapılmış ve donatılmış konteynerler	67,413	86,345	102,596

İtalya'nın raylı sistemler endüstrisindeki en önemli ihracat kalemini "Demiryolu Araçlarının Parça ve Aksamları (GTİP 8607)" oluşturmaktadır. Bu ürünün ihracatında son yıllarda artış eğilimi görülmektedir (Çizelge 2.96 ve Şekil 2.30). 2018 yılında bu segmentte dünyada yapılan tüm ihracatın 4,8%'i İtalya tarafından gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 2.96. İtalya'nın raylı sistemler endüstrisinde demiryolu araçlarının parça ve aksamlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8607 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Yıllar	GTİP 8607 Segmentindeki Toplam İhracat Değeri (*1000 USD)
2016 Yılı	505,999
2017 Yılı	525,536
2018 Yılı	560,607



Şekil 2.30. İtalya'nın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler endüstrisindeki demiryolu araçlarının parça ve aksamlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8607 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

2018 yılında raylı sistemler endüstrisinde İtalya ihracatının yaklaşık 72%'sini 10 ülkeye gerçekleştirmiştir. En yüksek ihracatını 15% oranı ile Fransa'ya yapmıştır (Çizelge 2.97).

Çizelge 2.97. 2018 yılında İtalya'nın raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

No	İthalatçı Ülkeler	İhracat Değerleri (*1000 USD)	İtalya'nın Raylı Sistemler İhracatındaki Oranı (%)
1	Fransa	136,782	15
2	Çin	110,357	13
3	Almanya	94,651	11
4	Amerika Birleşik Devletleri	55,726	6
5	Peru	55,448	6
6	İsviçre	52,585	6
7	Birleşik Krallık	39,227	4
8	İspanya	34,837	4
9	Polonya	28,833	3
10	Belçika	25,184	3
TOPLAM		633,630	72

İtalya'nın önemli ihracat partnerlerine 2016 yılı ile 2018 yılı arasında gerçekleştirdiği ihracat değerlerini kıyasladığımızda, ortalama sadece 3% oranında artış görülmektedir (Çizelge 2.98).

Çizelge 2.98. 2016 yılı ile 2018 yılı arasındaki İtalya'nın raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracattaki yüzdelik artış oranları – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

No	İthalatçı Ülkeler	İhracat Değerleri (*1000 USD)			2016 – 2018 Yüzdelik Artış (%)
		2016 (*1000 dolar)	2017 (*1000 dolar)	2018 (*1000 dolar)	
1	Fransa	142,497	116,610	136,782	-4
2	Çin	102,522	93,349	110,357	7,6
3	Almanya	76,564	90,277	94,651	23,6
4	Amerika Birleşik Devletleri	33,312	59,880	55,726	67,2
5	Peru	67,130	165,703	55,448	-17,4
6	İsviçre	96,031	94,226	52,585	-45
7	Birleşik Krallık	25,424	47,318	39,227	54
8	İspanya	22,817	26,464	34,837	52,6
9	Polonya	22,376	22,330	28,833	28,8
10	Belçika	25,966	23,324	25,184	-3
TOPLAM		614,639	739,481	633,630	3

2018 yılında İtalya'nın en önemli ihracat partneri durumunda bulunan Fransa'ya gerçekleştirdiği ihracatın ana ürünlerini; demiryolu araçlarının parça ve aksamları (GTİP 8607) ve farklı taşıma şekillerine göre özel olarak yapılmış ve donatılmış konteynerler (GTİP 8609) ürün grupları oluşturmuştur (Çizelge 2.99). İtalya'dan Birleşik Krallığa gerçekleştirilen ihracatın neredeyse tamamını (94,7%'si) bu ürün grupları oluşturmaktadır (Çizelge 2.99).

Çizelge 2.99. 2018 yılında İtalya'nın raylı sistemler endüstrisinde fransa'ya yaptığı farklı ürün gruplarına ait ihracat değeri – GTİP 8607, GTİP 8609 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Ürün	Ürün Bazlı İhracat Değeri (*1000 USD)	Tüm İhracat Değeri (*1000 USD)	Ürün Bazlı İhracat / Tüm İhracat Oranı (%)
8607	92,886	135,857	94,7
8609	35,788		
Toplam	**128,674**		

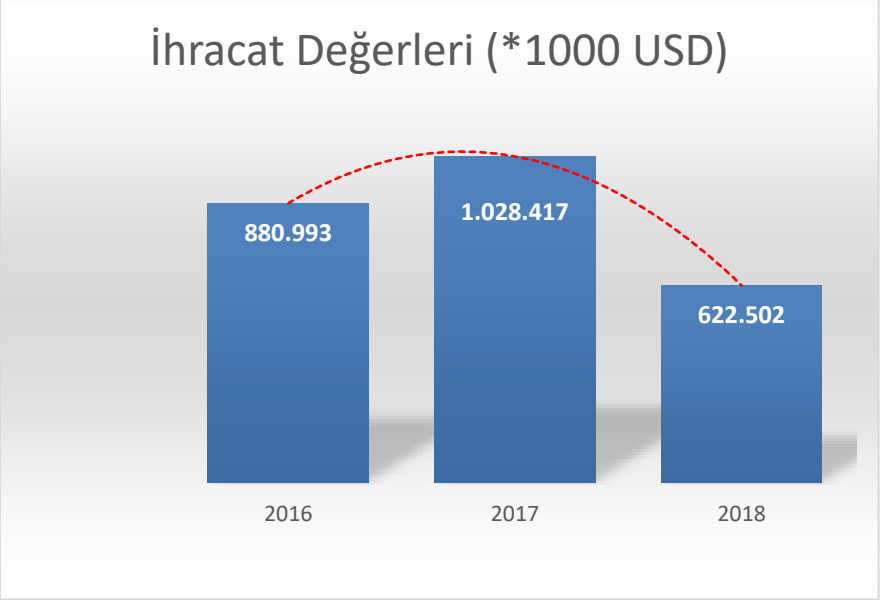
Kısacası; 2018 yılında dünyada raylı sistemler endüstrisinde gerçekleştirilen toplam ihracatın yaklaşık 2,2%'si İtalya tarafından gerçekleştirilmiştir. İtalya tarafından gerçekleştirilen en önemli ihracat kalemleri, toplam ihracatının yaklaşık 75%'ini oluşturan demiryolu araçlarının parça ve aksamları (GTİP 8607) ve farklı taşıma şekillerine göre özel olarak yapılmış ve donatılmış konteynerler (GTİP 8609) ürün gruplarındadır. İtalya'nın en önemli ihracat partneri Fransa olup, toplam ihracatının yaklaşık 15%'ini bu ülkeye gerçekleştirmiştir. İtalya'nın Fransa'ya gerçekleştirdiği ihracatın neredeyse tamamını (yaklaşık 94,7%'si) demiryolu araçlarının parça ve aksamları (GTİP 8607) ve farklı taşıma şekillerine göre özel olarak yapılmış ve donatılmış konteynerler (GTİP 8609) ürün gruplarındandır.

2.2.13. İsviçre'nin raylı sistem endüstrisi pazar analizi

İsviçre, 2018 yılında raylı sistemler endüstrisinde 622 Milyon dolardan fazla ihracat gerçekleştirmiştir. İsviçre'nin 2016, 2017 ve 2018 yılları içerisindeki raylı sistemler pazarındaki toplam ihracat değerleri Çizelge 2.100 ve Şekil 2.31'de gösterildiği gibi düşüş eğilimi göstermektedir.

Çizelge 2.100. İsviçre'nin raylı sistemler endüstrisinde 2016, 2017, 2018 yıllarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Yıllar	Raylı Sistemlerde Toplam İhracat Değeri (*1000 USD)
2016 Yılı	880,995
2017 Yılı	1,028,417
2018 Yılı	622,502



Şekil 2.31. İsviçre'nin 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler pazarında ihracat eğilimi

Raylı sistemler sektöründe, ürün bazlı bakıldığında İsviçre'nın ihracat değerleri Çizelge 2.101'de görülmektedir.

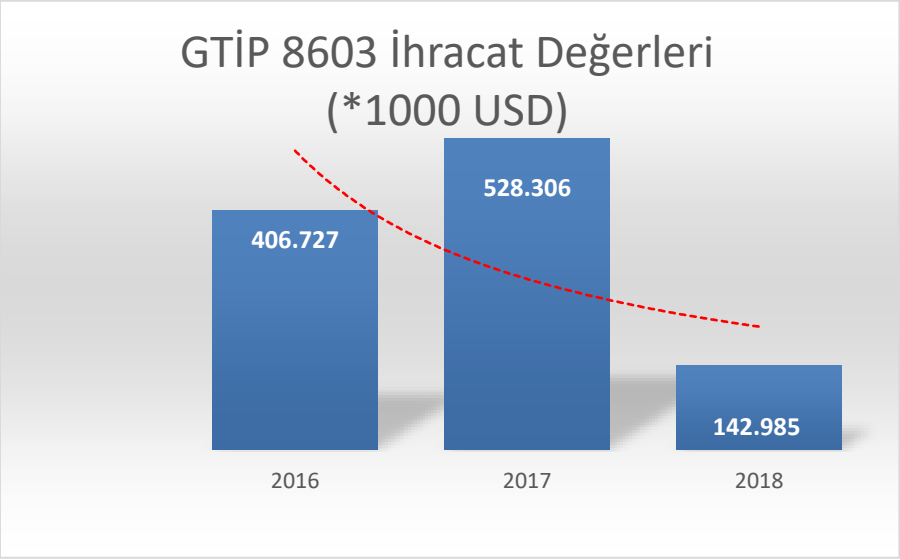
Çizelge 2.101. İsviçre'nın dünya raylı sistemler sektöründeki ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

GTİP Kodu	Ürün Adı	2016 (*1000 dolar)	2017 (*1000 dolar)	2018 (*1000 dolar)
8601	Elektrikli Lokomotifler (Elektrik beslemesini dışardan alanlar veya elektrik batarya sistemi olanlar)	31,641	27,200	16,062
8602	Lokomotifler (Elektrikli Lokomotifler hariç)	6,267	8,428	259
8603	Kendinden Tahrikli Demiryolu veya Tramvay Araçları (Tramvay, EMU, Metro, YHT)	406,727	528,306	142,985
8604	Demiryolu Hat Bakım ve Servis Bakım için tasarlanmış Özel Araçlar (Balast Sıkıştırma Vagonları, Vinçli Vagonlar vb.)	54,625	108,967	108,924
8605	Kendinden Tahrikli Olmayan Yolcu Vagonları, Bagaj Furgonları, Özel Amaçlı Vagonlar	7,778	30,785	26,127
8606	Kendinden Tahrikli Olmayan Yük Taşımaya Uygun Demiryolu Vagonları	18,363	28,040	21,583
8607	Demiryolu Araçlarının veya Tramvayların Parça ve Aksamları	326,334	264,333	282,112
8608	Demiryolu ve Tramvay Hat Üstyapısı için Malzemeler (Travers hariç, Mekanik işaretler, Emniyet, Kontrol Kumanda Cihazları vb.)	25,346	28,679	21,541
8609	Farklı taşıma şekillerine göre özel olarak yapılmış ve donatılmış konteynerler	3,913	3,678	2,908

İsviçre'nin raylı sistemler endüstrisindeki en önemli ihracat kaleminlerini "Kendinden Tahrikli Demiryolu veya Tramvay Araçları (Tramvay, EMU, Metro, YHT) (GTİP 8603)" ve "Demiryolu Araçlarının Parça ve Aksamları (GTİP 8607)" ürün grupları oluşturmaktadır. Her iki ürün grubunda da son yıllarda ihracatta düşüş eğilimleri görülmektedir (Çizelge 2.102, Şekil 2.32 ve Çizelge 2.103, Şekil 2.33). Aynı zamanda, 2018 yılında "Demiryolu Hat Bakım ve Servis Bakım için tasarlanmış Özel Araçlar (GTİP 8604)" ürün grubunda dünyada yapılan tüm ihracatın 9,7%'si İsviçre tarafından gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 2.102. İsviçre'nin raylı sistemler endüstrisinde kendinden tahrikli demiryolu veya tramvay araçlarına (tramvay, EMU, metro, YHT) ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8603 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

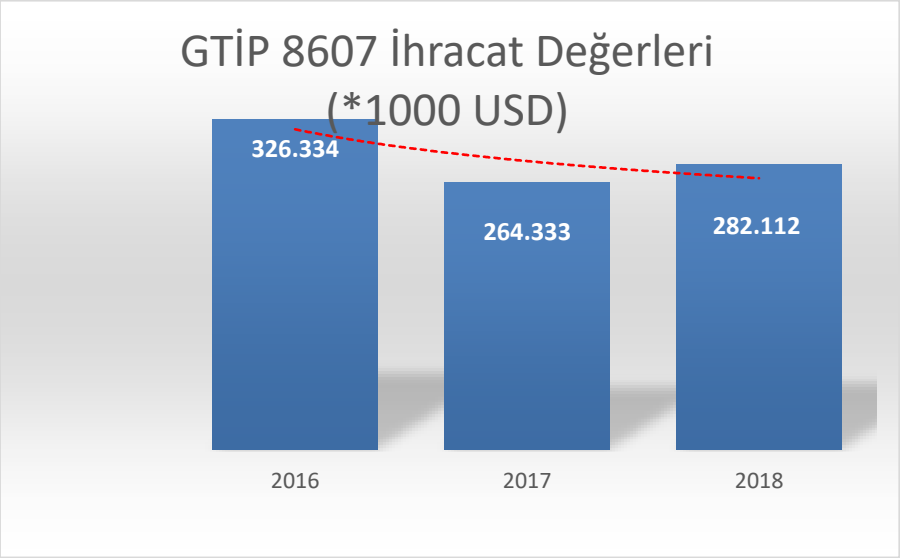
Yıllar	GTİP 8603 Segmentindeki Toplam İhracat Değeri (*1000 USD)
2016 Yılı	406,707
2017 Yılı	528,306
2018 Yılı	142,985



Şekil 2.32. İsviçre'nin 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler endüstrisindeki kendinden tahrikli demiryolu veya tramvay araçlarına (tramvay, EMU, metro, YHT) ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8603 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Çizelge 2.103. İsviçre'nin raylı sistemler endüstrisinde demiryolu araçlarının parça ve aksamlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8607 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Yıllar	GTİP 8607 Segmentindeki Toplam İhracat Değeri (*1000 USD)
2016 Yılı	326,334
2017 Yılı	264,333
2018 Yılı	282,112



Şekil 2.33. İsviçre'nin 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler endüstrisindeki demiryolu araçlarının parça ve aksamlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8607 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

2018 yılında İsviçre'nin raylı sistemler endüstrisinde gerçekleştirdiği ihracatının yaklaşık 90%'nı 10 ülkeye gerçekleştirmiştir. En yüksek ihracatını 24,6% oranında Almanya'ya yapmıştır (Çizelge 2.104).

Çizelge 2.104. 2018 yılında İsviçre'nin raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

No	İthalatçı Ülkeler	İhracat Değerleri (*1000 USD)	İsviçre'nin Raylı Sistemler İhracatındaki Oranı (%)
1	Almanya	153,002	24,6
2	Polonya	121,320	19,5
3	İtalya	91,334	14,7
4	Fransa	68,883	11,1
5	İsveç	57,922	9,3
6	Avusturya	18,108	2,9
7	Belçika	17,825	2,9
8	Amerika Birleşik Devletleri	11,453	1,8
9	Birleşik Krallık	10,438	1,7
10	İspanya	8,436	1,4
TOPLAM		558,721	89,9

İsviçre'nin önemli ihracat partnerlerine 2016 yılı ile 2018 yılı arasında gerçekleştirdiği ihracat değerlerini kıyasladığımızda, ortalama sadece 2,8% oranında artış görülmektedir (Çizelge 2.105).

Çizelge 2.105. 2016 yılı ile 2018 yılı arasındaki İsviçre'nin raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracattaki yüzdelik artış oranları – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

No	İthalatçı Ülkeler	İhracat Değerleri (*1000 USD)			2016 – 2018 Yüzdelik Artış (%)
		2016 (*1000 dolar)	2017 (*1000 dolar)	2018 (*1000 dolar)	
1	Almanya	194,240	156,527	153,002	-21
2	Polonya	78,480	50,132	121,320	54,5
3	İtalya	128,906	169,165	91,334	-29
4	Fransa	25,306	65,925	68,883	172
5	İsveç	2,093	13,513	57,922	2667
6	Avusturya	19,195	179,731	18,108	-5,6
7	Belçika	5,188	4,937	17,825	243,5
8	Amerika Birleşik Devletleri	61,740	34,004	11,453	-81
9	Birleşik Krallık	11,748	5,065	10,438	-11
10	İspanya	16,191	7,105	8,436	-47,9
TOPLAM		543,087	686,104	558,721	2,8

2018 yılında İsviçre'nin en önemli ihracat partneri durumunda bulunan Almanya'ya gerçekleştirdiği ihracatın ana ürününü demiryolu araçlarının parça ve aksamları (GTİP 8607) oluşturmuştur (Çizelge 2.106). İsviçre'den Almanya'ya gerçekleştirilen ihracatın 64,5%'ini bu ürün grubu oluşturmaktadır (Çizelge 2.106).

Çizelge 2.106. 2018 yılında İsviçrenin raylı sistemler endüstrisinde Almanya'ya yaptığı demiryolu araçlarının parça ve aksamlarının ihracat değeri – GTİP 8607 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Ürün	Ürün Bazlı İhracat Değeri (*1000 USD)	Tüm İhracat Değeri (*1000 USD)	Ürün Bazlı İhracat / Tüm İhracat Oranı (%)
8607	98,800	153,002	64,5

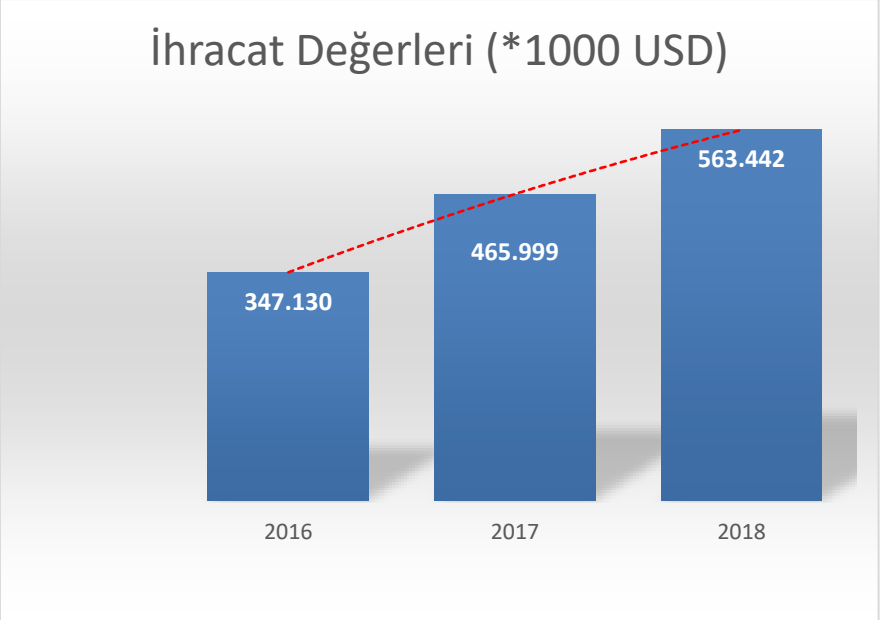
Kısacası; 2018 yılında dünyada raylı sistemler endüstrisinde gerçekleştirilen toplan ihracatın yaklaşık 1,5%'i İsviçre tarafından gerçekleştirilmiştir. İsviçre tarafından gerçekleştirilen en önemli ihracat kalemini toplam ihracatının yaklaşık 85,7%'sini oluşturan "Kendinden Tahrikli Demiryolu veya Tramvay Araçları (Tramvay, EMU, Metro, YHT) (GTİP 8603)", "Demiryolu Hat Bakım ve Servis Bakım için tasarlanmış Özel Araçlar (GTİP 8604)" ve "Demiryolu Araçlarının Parça ve Aksamları (GTİP 8607)" ürün gruplarındadır. İsviçre'nin en önemli ihracat partneri Almanya olup, toplam ihracatının yaklaşık 24,6%'sını bu ülkeye gerçekleştirmiştir. İsviçre'nin Almanya'ya gerçekleştirdiği ihracatın yaklaşık 64,5%'i "Demiryolu Araçlarının Parça ve Aksamları (GTİP 8607)" ürün grubundandır.

2.2.14. Slovakya'nın raylı sistem endüstrisi pazar analizi

Slovakya, 2018 yılında raylı sistemler endüstrisinde 500 Milyon dolardan fazla ihracat gerçekleştirmiştir. Slovakya'nın 2016, 2017 ve 2018 yılları içerisindeki raylı sistemler pazarındaki toplam ihracat değerleri Çizelge 2.107 ve Şekil 2.34'te gösterildiği gibi artış eğilimi göstermektedir.

Çizelge 2.107. Slovakya'nın raylı sistemler endüstrisinde 2016, 2017, 2018 yıllarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Yıllar	Raylı Sistemlerde Toplam İhracat Değeri (*1000 USD)
2016 Yılı	347,130
2017 Yılı	465,999
2018 Yılı	563,442



Şekil 2.34. Slovakya'nın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler pazarında ihracat eğilimi

Raylı sistemler sektöründe, ürün bazlı bakıldığında Slovakya'nın ihracat değerleri Çizelge 2.108'de görülmektedir.

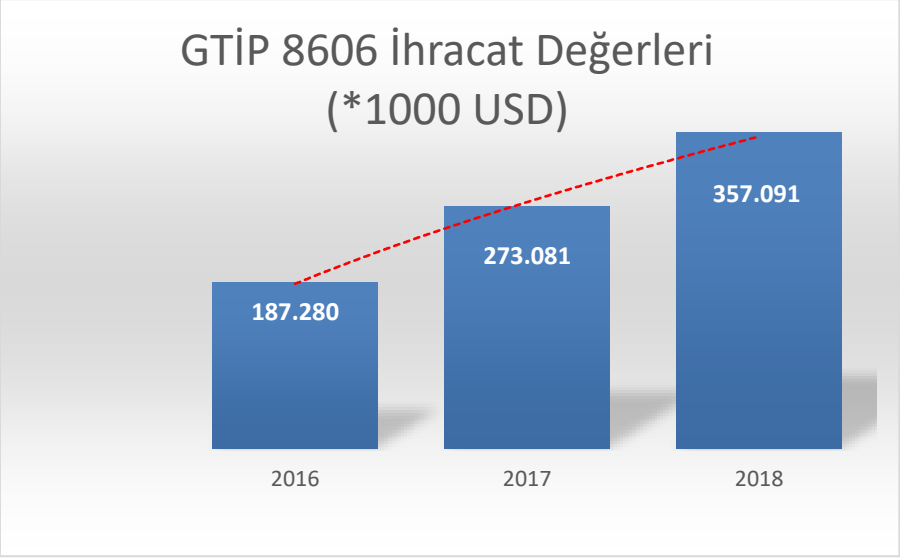
Çizelge 2.108. Slovakya'nın dünya raylı sistemler sektöründeki ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

GTİP Kodu	Ürün Adı	2016 (*1000 dolar)	2017 (*1000 dolar)	2018 (*1000 dolar)
8601	Elektrikli Lokomotifler (Elektrik beslemesini dışardan alanlar veya elektrik batarya sistemi olanlar)	833	1,513	670
8602	Lokomotifler (Elektrikli Lokomotifler hariç)	2,689	1,333	10,322
8603	Kendinden Tahrikli Demiryolu veya Tramvay Araçları (Tramvay, EMU, Metro, YHT)	180	298	0
8604	Demiryolu Hat Bakım ve Servis Bakım için tasarlanmış Özel Araçlar (Balast Sıkıştırma Vagonları, Vinçli Vagonlar vb.)	0	1,012	35
8605	Kendinden Tahrikli Olmayan Yolcu Vagonları, Bagaj Furgonları, Özel Amaçlı Vagonlar	0	12,580	0
8606	Kendinden Tahrikli Olmayan Yük Taşımaya Uygun Demiryolu Vagonları	187,280	273,081	357,091
8607	Demiryolu Araçlarının veya Tramvayların Parça ve Aksamları	51,802	63,501	61,865
8608	Demiryolu ve Tramvay Hat Üstyapısı için Malzemeler (Travers hariç, Mekanik işaretler, Emniyet, Kontrol Kumanda Cihazları vb.)	4,438	2,363	2,841
8609	Farklı taşıma şekillerine göre özel olarak yapılmış ve donatılmış konteynerler	99,909	110,319	130,618

Slovakya'nın raylı sistemler endüstrisindeki en önemli ihracat kaleminlerini "Kendinden Tahrikli Olmayan Yük Taşımaya Uygun Demiryolu Vagonları (GTİP 8606)" ve "Farklı taşıma şekillerine göre özel olarak yapılmış ve donatılmış konteynerler (GTİP 8609)" ürün grupları oluşturmaktadır. Bu ürün gruplarının ihracatında son yıllarda artış eğilimleri görülmektedir (Çizelge 2.109, Şekil 2.35 ve Çizelge 2.110, Şekil 2.36). 2018 yılında "Kendinden Tahrikli Olmayan Yük Taşımaya Uygun Demiryolu Vagonları" ürün grubunda dünyada yapılan tüm ihracatın 7,6%'sı Slovakya tarafından gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 2.109. Slovakya'nın raylı sistemler endüstrisinde kendinden tahrikli olmayan yük taşımaya uygun demiryolu vagonlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8606 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

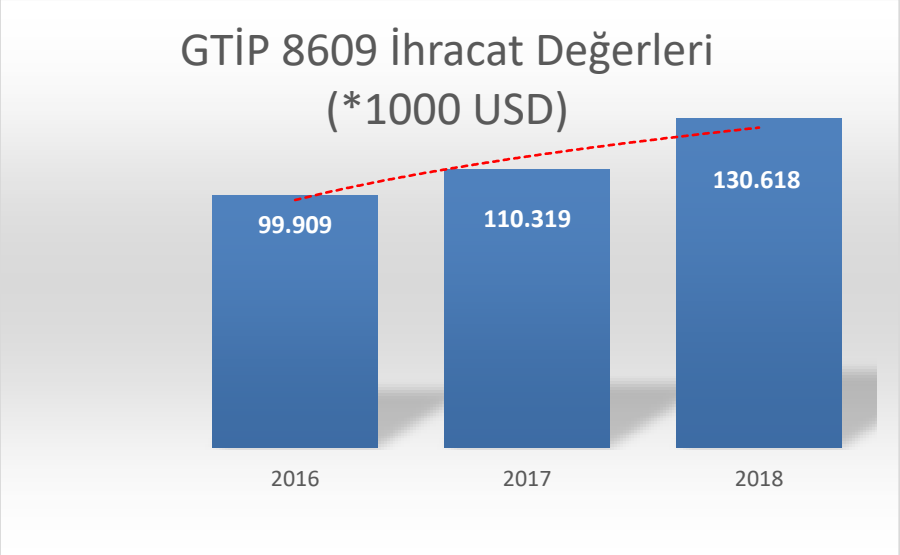
Yıllar	GTİP 8606 Segmentindeki Toplam İhracat Değeri (*1000 USD)
2016 Yılı	187,280
2017 Yılı	273,081
2018 Yılı	357,091



Şekil 2.35. Slovakya'nın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler endüstrisindeki kendinden tahrikli olmayan yük taşımaya uygun demiryolu vagonlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8606 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Çizelge 2.110. Slovakya'nın raylı sistemler endüstrisinde farklı taşıma şekillerine göre özel olarak yapılmış ve donatılmış konteynerlerine ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8609 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Yıllar	GTİP 8609 Segmentindeki Toplam İhracat Değeri (*1000 USD)
2016 Yılı	99,909
2017 Yılı	110,319
2018 Yılı	130,618



Şekil 2.36. Slovakya'nın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler endüstrisindeki farklı taşıma şekillerine göre özel olarak yapılmış ve donatılmış konteynerlerine ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8609 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

2018 yılında Slovakya'nın raylı sistemler endüstrisinde gerçekleştirdiği ihracatının yaklaşık 93,3%'ü 10 ülkeye gerçekleştirmektedir. En yüksek ihracatını 34,6% oranında Almanya'ya yapmaktadır (Çizelge 2.111).

Çizelge 2.111. 2018 yılında Slovakya'nın raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

No	İthalatçı Ülkeler	İhracat Değerleri (*1000 USD)	Slovakya'nın Raylı Sistemler İhracatındaki Oranı (%)
1	Almanya	195,168	34,6
2	Avusturya	93,669	16,6
3	Çekya	78,919	14
4	Polonya	56,093	10
5	İsviçre	39,248	7
6	Fransa	18,862	3,3
7	Romanya	15,987	2,8
8	İtalya	10,531	1,9
9	Azerbaycan	10,028	1,8
10	İspanya	7,406	1,3
TOPLAM		525,911	93,3

Slovakya'nın önemli ihracat partnerlerine 2016 yılı ile 2018 yılı arasında gerçekleştirdiği ihracat değerlerini kıyasladığımızda, ortalama 71% oranında artış görülmektedir (Çizelge 2.112).

Çizelge 2.112. 2016 yılı ile 2018 yılı arasındaki Slovakya'nın raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracattaki yüzdelik artış oranları – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

No	İthalatçı Ülkeler	İhracat Değerleri (*1000 USD)			2016 – 2018 Yüzdelik Artış (%)
		2016 (*1000 dolar)	2017 (*1000 dolar)	2018 (*1000 dolar)	
1	Almanya	120,680	163,559	195,168	61.7
2	Avusturya	37,731	51,280	93,669	148.3
3	Çekya	50,397	57,887	78,919	56.6
4	Polonya	21,190	18,916	56,093	164.7
5	İsviçre	43,582	66,996	39,248	-9.9
6	Fransa	21,194	18,760	18,862	-11.0
7	Romanya	630	1,968	15,987	2437.6
8	İtalya	10,094	9,877	10,531	4.3
9	Azerbaycan	1,427	15,445	10,028	602.7
10	İspanya	370	1,329	7,406	1901.6
TOPLAM		307,295	406,017	525,911	71

2018 yılında Slovakya'nın en önemli ihracat partneri durumunda bulunan Almanya'ya gerçekleştirdiği ihracatın ana ürünlerini; "Kendinden Tahrikli Olmayan Yük Taşımaya Uygun Demiryolu Vagonları (GTİP 8606)" ve "Farklı taşıma şekillerine göre özel olarak yapılmış ve donatılmış konteynerler (GTİP 8609)" ürün grupları oluşturmuştur (Çizelge 2.113). Slovakya'dan Almanya'ya gerçekleştirilen ihracatın neredeyse tamamını (92,7%'si) bu ürün grupları oluşturmaktadır (Çizelge 2.113).

Çizelge 2.113. 2018 yılında Slovakya'nın raylı sistemler endüstrisinde Almanya'ya yaptığı farklı ürün gruplarına ait ihracat değeri – GTİP 8606, GTİP 8609 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Ürün	Ürün Bazlı İhracat Değeri (*1000 USD)	Tüm İhracat Değeri (*1000 USD)	Ürün Bazlı İhracat / Tüm İhracat Oranı (%)
8606	129,065	195,168	92,7
8609	51,930		
Toplam	**180,995**		

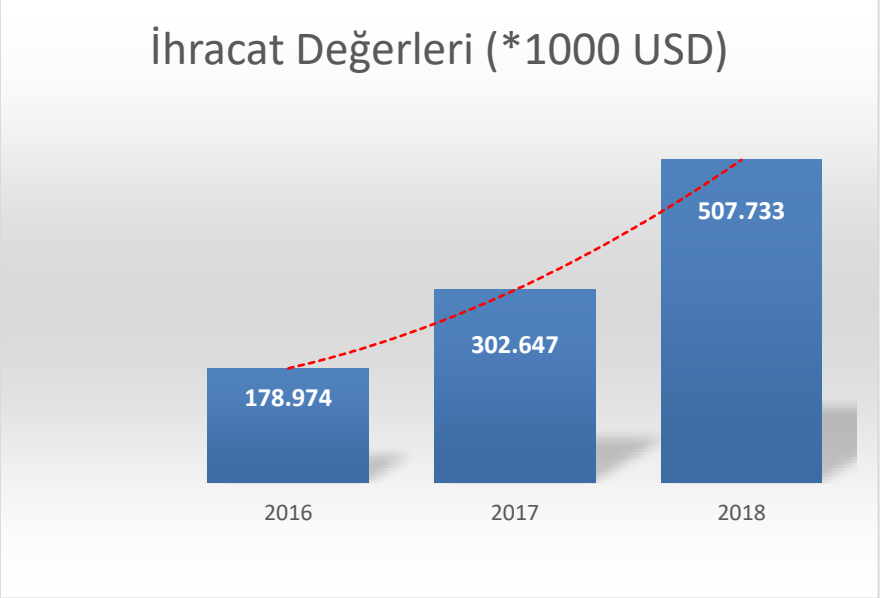
Kısacası; 2018 yılında dünyada raylı sistemler endüstrisinde gerçekleştirilen toplan ihracatın yaklaşık 1,4%'ü Slovakya tarafından gerçekleştirilmiştir. Slovakya tarafından gerçekleştirilen en önemli ihracat kalemini toplam ihracatının yaklaşık 87%'sini oluşturan "Kendinden Tahrikli Olmayan Yük Taşımaya Uygun Demiryolu Vagonları (GTİP 8606)" ve "Farklı taşıma şekillerine göre özel olarak yapılmış ve donatılmış konteynerler (GTİP 8609)" ürün gruplarındadır. Slovakya'nın en önemli ihracat partneri Almanya olup, toplam ihracatının yaklaşık 34,6%'sını bu ülkeye gerçekleştirmiştir. Slovakya'nın Almanya'ya gerçekleştirdiği ihracatın neredeyse tamamını (yaklaşık 93%) yine "Kendinden Tahrikli Olmayan Yük Taşımaya Uygun Demiryolu Vagonları (GTİP 8606)" ve "Farklı taşıma şekillerine göre özel olarak yapılmış ve donatılmış konteynerler (GTİP 8609)" ürün gruplarındandır.

2.2.15. Hindistan'ın raylı sistem endüstrisi pazar analizi

Hindistan, 2018 yılında raylı sistemler endüstrisinde 500 Milyon dolardan fazla ihracat gerçekleştirmiştir. Hindistan'ın 2016, 2017 ve 2018 yılları içerisindeki raylı sistemler pazarındaki toplam ihracat değerleri Çizelge 2.114 ve Şekil 2.37'de gösterildiği gibi artış eğilimi göstermektedir.

Çizelge 2.114. Hindistan'ın raylı sistemler endüstrisinde 2016, 2017, 2018 yıllarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Yıllar	Raylı Sistemlerde Toplam İhracat Değeri (*1000 USD)
2016 Yılı	178,974
2017 Yılı	302,647
2018 Yılı	507,733



Şekil 2.37. Hindistan'ın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler pazarında ihracat eğilimi

Raylı sistemler sektöründe, ürün bazlı bakıldığında Hindistan'ın ihracat değerleri Çizelge 2.115'te görülmektedir.

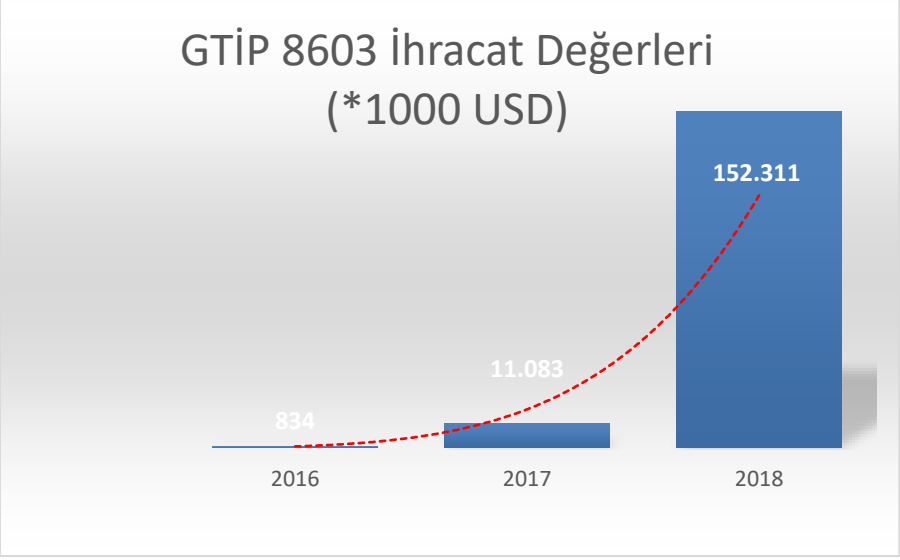
Çizelge 2.115. Hindistan'ın dünya raylı sistemler sektöründeki ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

GTİP Kodu	Ürün Adı	2016 (*1000 dolar)	2017 (*1000 dolar)	2018 (*1000 dolar)
8601	Elektrikli Lokomotifler (Elektrik beslemesini dışardan alanlar veya elektrik batarya sistemi olanlar)	1	10,640	33
8602	Lokomotifler (Elektrikli Lokomotifler hariç)	3,671	11,867	15,878
8603	Kendinden Tahrikli Demiryolu veya Tramvay Araçları (Tramvay, EMU, Metro, YHT)	834	11,083	152,311
8604	Demiryolu Hat Bakım ve Servis Bakım için tasarlanmış Özel Araçlar (Balast Sıkıştırma Vagonları, Vinçli Vagonlar vb.)	1,376	387	824
8605	Kendinden Tahrikli Olmayan Yolcu Vagonları, Bagaj Furgonları, Özel Amaçlı Vagonlar	100,600	167,929	204,087
8606	Kendinden Tahrikli Olmayan Yük Taşımaya Uygun Demiryolu Vagonları	0	7,459	2,711
8607	Demiryolu Araçlarının veya Tramvayların Parça ve Aksamları	62,390	79,035	112,314
8608	Demiryolu ve Tramvay Hat Üstyapısı için Malzemeler (Travers hariç, Mekanik işaretler, Emniyet, Kontrol Kumanda Cihazları vb.)	5,550	7,614	8,760
8609	Farklı taşıma şekillerine göre özel olarak yapılmış ve donatılmış konteynerler	4,551	6,631	10,814

Hindistan'ın raylı sistemler endüstrisindeki en önemli ihracat kaleminlerini "Kendinden Tahrikli Demiryolu veya Tramvay Araçları (Tramvay, EMU, Metro, YHT) (GTİP 8603)", "Kendinden Tahrikli Olmayan Yolcu Vagonları (GTİP 8605)" ve "Demiryolu Araçlarının Parça ve Aksamları (GTİP 8607)" ürün grupları oluşturmaktadır. Bu ürün gruplarının ihracatında son yıllarda artış eğilimleri görülmektedir (Çizelge 2.116 ile Şekil 2.38 ve Çizelge 2.117 ile Şekil 2.39 ve Çizelge 2.118 ile Şekil 2.40). 2018 yılında "Kendinden Tahrikli Olmayan Yolcu Vagonları (GTİP 8605)" ürün grubunda dünyada yapılan tüm ihracatın 11,4%'ü Hindistan tarafından gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 2.116. Hindistan'ın raylı sistemler endüstrisinde kendinden tahrikli demiryolu veya tramvay araçlarına (tramvay, EMU, metro, YHT) ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8603 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

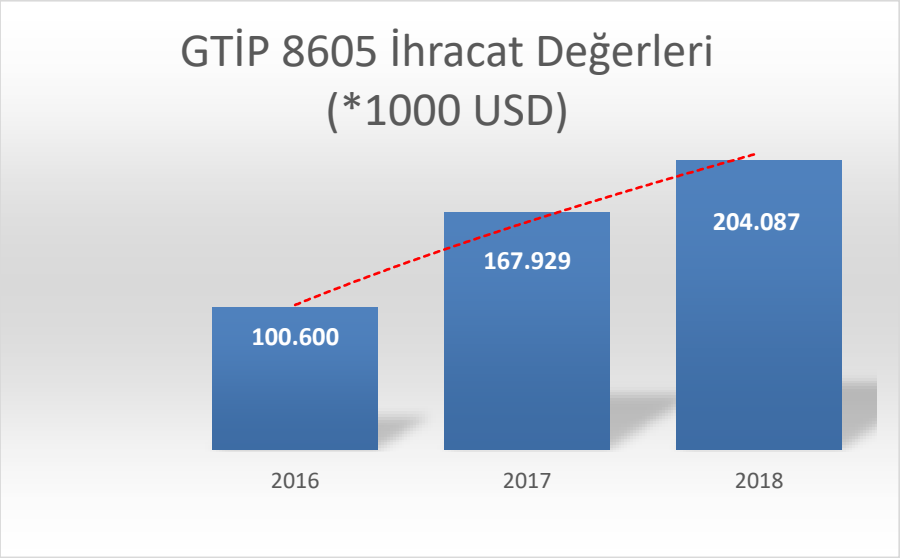
Yıllar	**GTİP 8603 Segmentindeki Toplam İhracat Değeri (*1000 USD)**
2016 Yılı	834
2017 Yılı	11,083
2018 Yılı	152,311



Şekil 2.38. Hindistan'ın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler endüstrisindeki kendinden tahrikli demiryolu veya tramvay araçlarına (tramvay, EMU, metro, YHT) ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8603 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Çizelge 2.117. Hindistan'ın raylı sistemler endüstrisinde kendinden tahrikli olmayan yolcu vagonlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8605 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

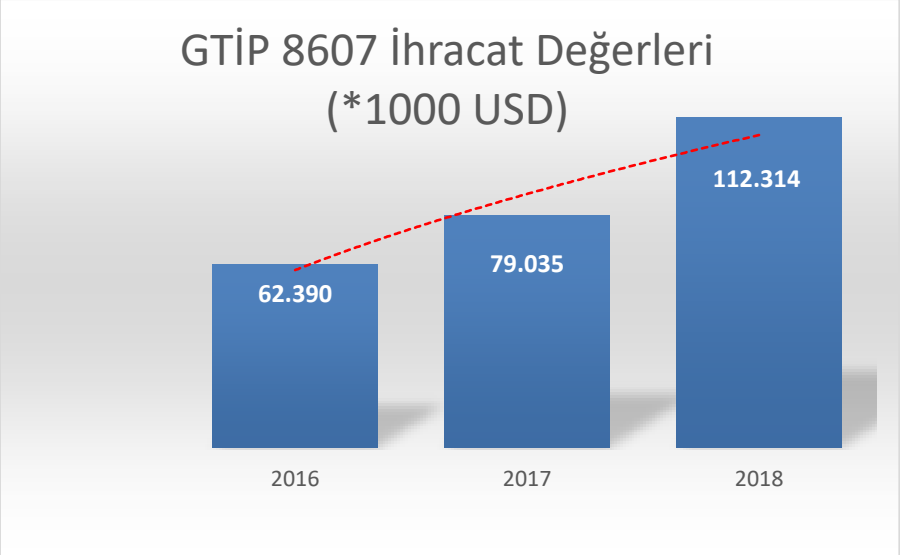
Yıllar	GTİP 8605 Segmentindeki Toplam İhracat Değeri (*1000 USD)
2016 Yılı	100,600
2017 Yılı	167,929
2018 Yılı	204,087



Şekil 2.39. Hindistan'ın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler endüstrisindeki kendinden tahrikli olmayan yolcu vagonlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8605 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Çizelge 2.118. Hindistan'ın raylı sistemler endüstrisinde demiryolu araçlarının parça ve aksamlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8607 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Yıllar	GTİP 8607 Segmentindeki Toplam İhracat Değeri (*1000 USD)
2016 Yılı	62,390
2017 Yılı	79,035
2018 Yılı	112,314



Şekil 2.40. Hindistan'ın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler endüstrisindeki demiryolu araçlarının parça ve aksamlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8607 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

2018 yılında Hindistan'ın raylı sistemler endüstrisinde gerçekleştirdiği ihracatının yaklaşık 94,1%'ini 10 ülkeye gerçekleştirmiştir. En yüksek ihracatını 69,2% oranında Avustralya'ya yapmıştır (Çizelge 2.119).

Çizelge 2.119. 2018 yılında Hindistan'ın raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

No	İthalatçı Ülkeler	İhracat Değerleri (*1000 USD)	Hindistan'ın Raylı Sistemler İhracatındaki Oranı (%)
1	Avustralya	351,279	69,2
2	Amerika Birleşik Devletleri	61,074	12
3	Sri Lanka	15,552	3,1
4	Myanmar	11,182	2,2
5	Almanya	9,928	2
6	Meksika	9,926	2
7	Birleşik Krallık	5,610	1,1
8	Güney Kore	4,595	0,9
9	Fransa	4,235	0,8
10	Çin	3,917	0,8
TOPLAM		477,298	94,1

Hindistan'ın önemli ihracat partnerlerine 2016 yılı ile 2018 yılı arasında gerçekleştirdiği ihracat değerlerini kıyasladığımızda, ortalama 324% oranında artış görülmektedir (Çizelge 2.120).

Çizelge 2.120. 2016 yılı ile 2018 yılı arasındaki Hindistan'ın raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracattaki yüzdelik artış oranları – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

No	İthalatçı Ülkeler	İhracat Değerleri (*1000 USD)			2016 – 2018 Yüzdelik Artış (%)
		2016 (*1000 dolar)	2017 (*1000 dolar)	2018 (*1000 dolar)	
1	Avustralya	67,486	167,397	351,279	421
2	Amerika Birleşik Devletleri	12,243	14,131	61,074	399
3	Sri Lanka	4,267	1,364	15,552	265
4	Myanmar	312	22,392	11,182	3484
5	Almanya	6,141	7,677	9,928	62
6	Meksika	4,031	6,281	9,926	146
7	Birleşik Krallık	2,206	3,214	5,610	154
8	Güney Kore	5,682	1,684	4,595	-19
9	Fransa	8,535	10,597	4,235	-50
10	Çin	1,671	5,393	3,917	134,4
TOPLAM		112,574	240,130	477,298	324

2018 yılında Hindistan'ın en önemli ihracat partneri durumunda bulunan Avustralya'ya gerçekleştirdiği ihracatın ana ürünlerini; "Kendinden Tahrikli Demiryolu veya Tramvay Araçları (Tramvay, EMU, Metro, YHT) (GTİP 8603)" ve "Kendinden Tahrikli Olmayan Yolcu Vagonları (GTİP 8605)" ürün grupları oluşturmuştur (Çizelge 2.121). Hindistan'dan Avustralya'ya gerçekleştirilen ihracatın neredeyse tamamını (98,5%'i) bu ürün grupları oluşturmaktadır (Çizelge 2.121).

Çizelge 2.121. 2018 yılında Hindistan'ın raylı sistemler endüstrisinde Avustralya'ya yaptığı farklı ürün gruplarına ait ihracat değeri – GTİP 8607, GTİP 8609 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Ürün	Ürün Bazlı İhracat Değeri (*1000 USD)	Tüm İhracat Değeri (*1000 USD)	Ürün Bazlı İhracat / Tüm İhracat Oranı (%)
8603	147,239	346,111	98,5
8605	198,872		
Toplam	**351,278**		

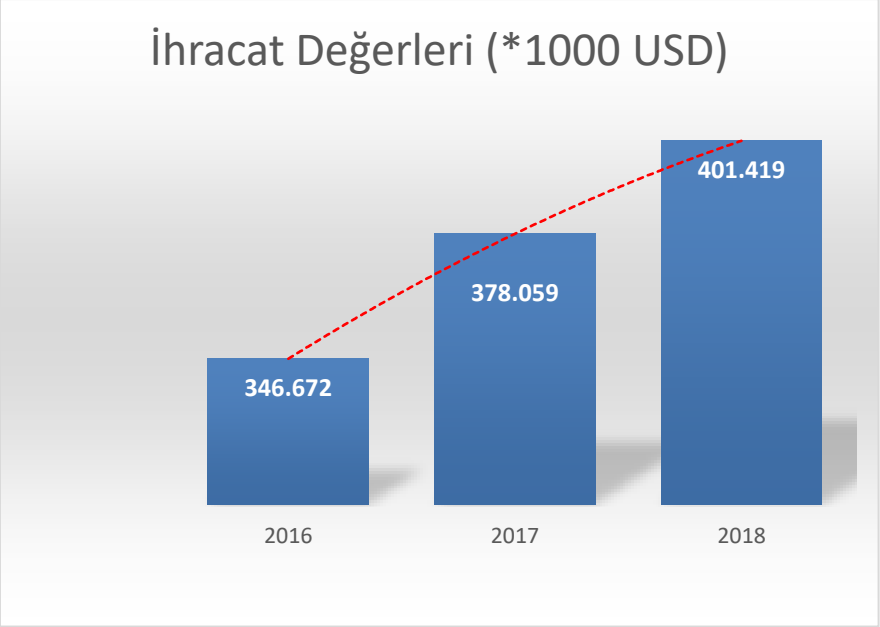
Kısacası; 2018 yılında dünyada raylı sistemler endüstrisinde gerçekleştirilen toplam ihracatın yaklaşık 1,3%'ü Hindistan tarafından gerçekleştirilmiştir. Hindistan tarafından gerçekleştirilen en önemli ihracat kalemini toplam ihracatının yaklaşık 92,3%'ünü oluşturan "Kendinden Tahrikli Demiryolu veya Tramvay Araçları (Tramvay, EMU, Metro, YHT) (GTİP 8603)", "Kendinden Tahrikli Olmayan Yolcu Vagonları (GTİP 8605)" ve "Demiryolu Araçlarının Parça ve Aksamları (GTİP 8607)" ürün gruplarındadır. Hindistan'ın en önemli ihracat partneri Avustralya olup, toplam ihracatının yaklaşık 69%'unu bu ülkeye gerçekleştirmiştir. Hindistan'ın Avustralya'ya gerçekleştirdiği ihracatın neredeyse tamamını (yaklaşık 98,5%) "Kendinden Tahrikli Demiryolu veya Tramvay Araçları (Tramvay, EMU, Metro, YHT) (GTİP 8603)" ve "Kendinden Tahrikli Olmayan Yolcu Vagonları (GTİP 8605)" ürün grupları oluşturmuştur.

2.2.16. Macaristan'ın raylı sistem endüstrisi pazar analizi

Macaristan, 2018 yılında raylı sistemler endüstrisinde 400 Milyon dolardan fazla ihracat gerçekleştirmiştir. Macaristan'ın 2016, 2017 ve 2018 yılları içerisindeki raylı sistemler pazarındaki toplam ihracat değerleri Çizelge 2.122 ve Şekil 2.41'de gösterildiği gibi artış eğilimi göstermektedir.

Çizelge 2.122. Macaristan'ın raylı sistemler endüstrisinde 2016, 2017, 2018 yıllarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Yıllar	Raylı Sistemlerde Toplam İhracat Değeri (*1000 USD)
2016 Yılı	346,672
2017 Yılı	378,059
2018 Yılı	401,419



Şekil 2.41. Macaristan'ın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler pazarında ihracat eğilimi

Raylı sistemler sektöründe, ürün bazlı bakıldığında Macaristan'ın ihracat değerleri Çizelge 2.123'de görülmektedir.

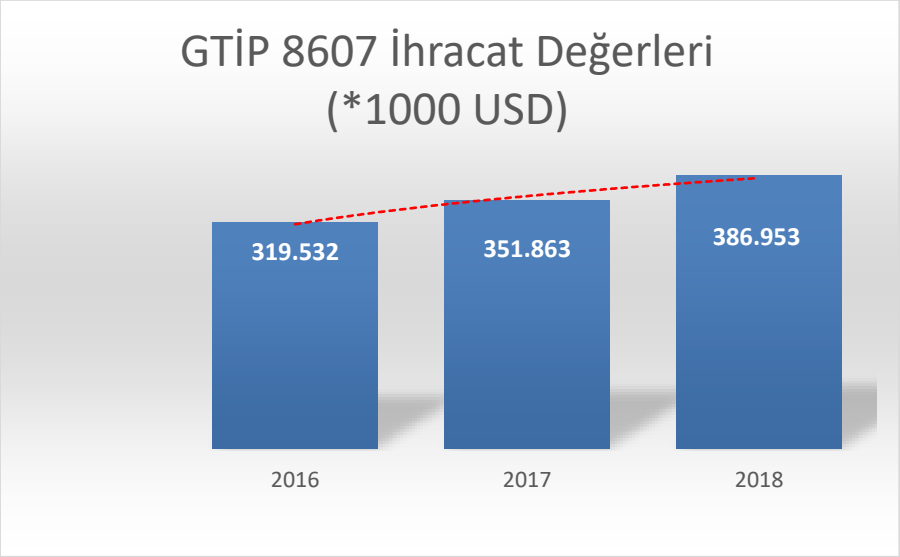
Çizelge 2.123. Macaristan'ın dünya raylı sistemler sektöründeki ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

GTİP Kodu	Ürün Adı	2016 (*1000 dolar)	2017 (*1000 dolar)	2018 (*1000 dolar)
8601	Elektrikli Lokomotifler (Elektrik beslemesini dışardan alanlar veya elektrik batarya sistemi olanlar)	0	0	0
8602	Lokomotifler (Elektrikli Lokomotifler hariç)	0	0	0
8603	Kendinden Tahrikli Demiryolu veya Tramvay Araçları (Tramvay, EMU, Metro, YHT)	0	1	0
8604	Demiryolu Hat Bakım ve Servis Bakım için tasarlanmış Özel Araçlar (Balast Sıkıştırma Vagonları, Vinçli Vagonlar vb.)	417	2,647	54
8605	Kendinden Tahrikli Olmayan Yolcu Vagonları, Bagaj Furgonları, Özel Amaçlı Vagonlar	0	0	0
8606	Kendinden Tahrikli Olmayan Yük Taşımaya Uygun Demiryolu Vagonları	17,270	12,209	2,302
8607	Demiryolu Araçlarının veya Tramvayların Parça ve Aksamları	319,532	351,863	386,953
8608	Demiryolu ve Tramvay Hat Üstyapısı için Malzemeler (Travers hariç, Mekanik işaretler, Emniyet, Kontrol Kumanda Cihazları vb.)	6,004	8,008	11,334
8609	Farklı taşıma şekillerine göre özel olarak yapılmış ve donatılmış konteynerler	3,449	3,331	776

Macaristan'ın raylı sistemler endüstrisindeki en önemli ihracat kalemini "Demiryolu Araçlarının Parça ve Aksamları (GTİP 8607)" ürün grubu oluşturmaktadır. Bu ürün grubunun ihracatında son yıllarda artış eğilimi görülmektedir (Çizelge 2.124 ve Şekil 2.42). 2018 yılında "Demiryolu Araçlarının veya Tramvayların Parça ve Aksamları" ürün grubunda dünyada yapılan tüm ihracatın 3,3%'ü Macaristan tarafından gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 2.124. Macaristan'ın raylı sistemler endüstrisinde demiryolu araçlarının parça ve aksamlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8607 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Yıllar	GTİP 8607 Segmentindeki Toplam İhracat Değeri (*1000 USD)
2016 Yılı	319,532
2017 Yılı	351,863
2018 Yılı	386,953



Şekil 2.42. Macaristan'ın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler endüstrisindeki demiryolu araçlarının parça ve aksamlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8607 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

2018 yılında Macaristan'ın raylı sistemler endüstrisinde gerçekleştirdiği ihracatının yaklaşık 92,4%'ünü 10 ülkeye gerçekleştirmektedir. En yüksek ihracatını 61,8% oranında Almanya'ya yapmaktadır (Çizelge 2.125).

Çizelge 2.125. 2018 yılında Macaristan'ın raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

No	İthalatçı Ülkeler	İhracat Değerleri (*1000 USD)	Macaristan'ın Raylı Sistemler İhracatındaki Oranı (%)
1	Almanya	248,109	61,8
2	Avusturya	31,181	7,8
3	Çekya	15,885	4
4	Polonya	14,474	3,6
5	İsviçre	12,929	3,2
6	Fransa	12,846	3,2
7	Romanya	11,802	2,9
8	İtalya	9,945	2,5
9	Azerbaycan	8,722	2,2
10	İspanya	4,837	1,2
TOPLAM		370,730	92,4

Macaristan'ın önemli ihracat partnerlerine 2016 yılı ile 2018 yılı arasında gerçekleştirdiği ihracat değerlerini kıyasladığımızda, ortalama 71% oranında artış görülmektedir (Çizelge 2.126).

Çizelge 2.126. 2016 yılı ile 2018 yılı arasındaki Macaristan'ın raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracattaki yüzdelik artış oranları – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

No	İthalatçı Ülkeler	İhracat Değerleri (*1000 USD)			2016 – 2018 Yüzdelik Artış (%)
		2016 (*1000 dolar)	2017 (*1000 dolar)	2018 (*1000 dolar)	
1	Almanya	118,673	182,356	248,109	109
2	Avusturya	48,975	24,216	31,181	-36
3	Çekya	35,607	31,226	15,885	-55
4	Polonya	21,569	18,455	14,474	-33
5	İsviçre	8,841	9,678	12,929	46
6	Fransa	7,370	14,328	12,846	74
7	Romanya	14,105	8,102	11,802	-16
8	İtalya	60,003	41,056	9,945	-83
9	Azerbaycan	6,335	6,664	8,722	38
10	İspanya	3,649	4,419	4,837	33
TOPLAM		307,295	406,017	525,911	71

2018 yılında Macaristan'ın en önemli ihracat partneri durumunda bulunan Almanya'ya gerçekleştirdiği ihracatın ana ürününü demiryolu araçlarının parça ve aksamları (GTİP 8607) oluşturmuştur (Çizelge 2.127). Macaristan'dan Almanya'ya gerçekleştirilen ihracatın neredeyse tamamını (99,6%) bu ürün grubu oluşturmaktadır (Çizelge 2.127).

Çizelge 2.127. 2018 yılında Macaristan'ın raylı sistemler endüstrisinde Almanya'ya yaptığı demiryolu araçlarının parça ve aksamlarının ihracat değeri – GTİP 8607 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Ürün	Ürün Bazlı İhracat Değeri (*1000 USD)	Tüm İhracat Değeri (*1000 USD)	Ürün Bazlı İhracat / Tüm İhracat Oranı (%)
8607	247,229	248,110	99,6

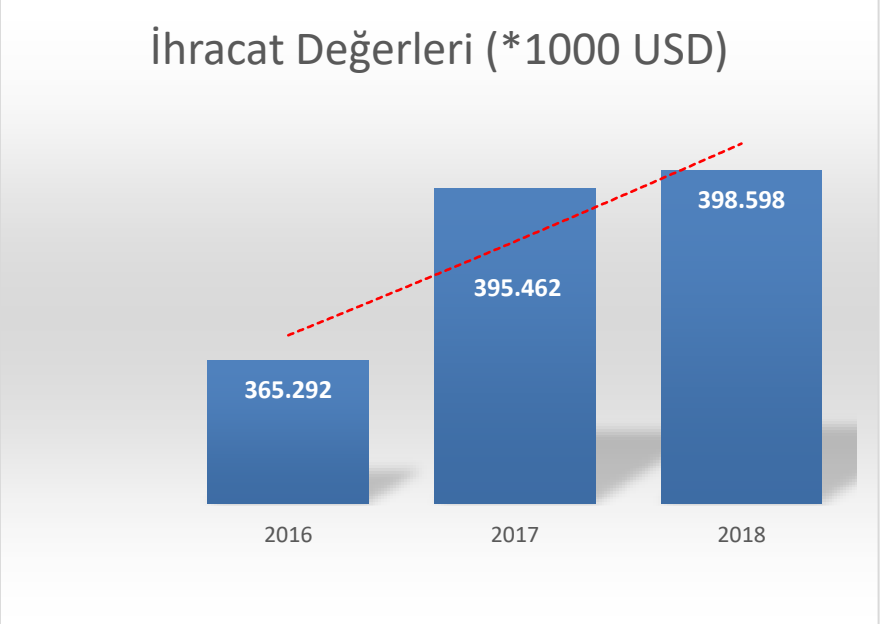
Kısacası; 2018 yılında dünyada raylı sistemler endüstrisinde gerçekleştirilen toplan ihracatın yaklaşık 1%'i Macaristan tarafından gerçekleştirilmiştir. Macaristan tarafından gerçekleştirilen en önemli ihracat kalemi, toplam ihracatının neredeyse tamamını (96,3%) oluşturan "Demiryolu Araçlarının Parça ve Aksamları (GTİP 8607)" ürün grubundandır. Macaristan'ın en önemli ihracat partneri Almanya olup, toplam ihracatının yaklaşık 61,8%'ini bu ülkeye gerçekleştirmiştir. Macaristan'ın Almanya'ya gerçekleştirdiği ihracatın neredeyse tamamı (yaklaşık 99,6%) yine "Demiryolu Araçlarının Parça ve Aksamları (GTİP 8607)" ürün grubundandır.

2.2.17. Birleşik Krallığın raylı sistem endüstrisi pazar analizi

Birleşik Krallık, 2018 yılında raylı sistemler endüstrisinde yaklaşık 400 Milyon dolar ihracat gerçekleştirmiştir. Birleşik Krallık'nın 2016, 2017 ve 2018 yılları içerisindeki raylı sistemler pazarındaki toplam ihracat değerleri Çizelge 2.128 ve Şekil 2.43'te gösterildiği gibi artış eğilimi göstermektedir.

Çizelge 2.128. Birleşik Krallığın raylı sistemler endüstrisinde 2016, 2017, 2018 yıllarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Yıllar	Raylı Sistemlerde Toplam İhracat Değeri (*1000 USD)
2016 Yılı	365,292
2017 Yılı	395,462
2018 Yılı	398,597



Şekil 2.43. Birleşik Krallığın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler pazarında ihracat eğilimi

Raylı sistemler sektöründe, ürün bazlı bakıldığında Birleşik Krallığın ihracat değerleri Çizelge 2.129'da görülmektedir.

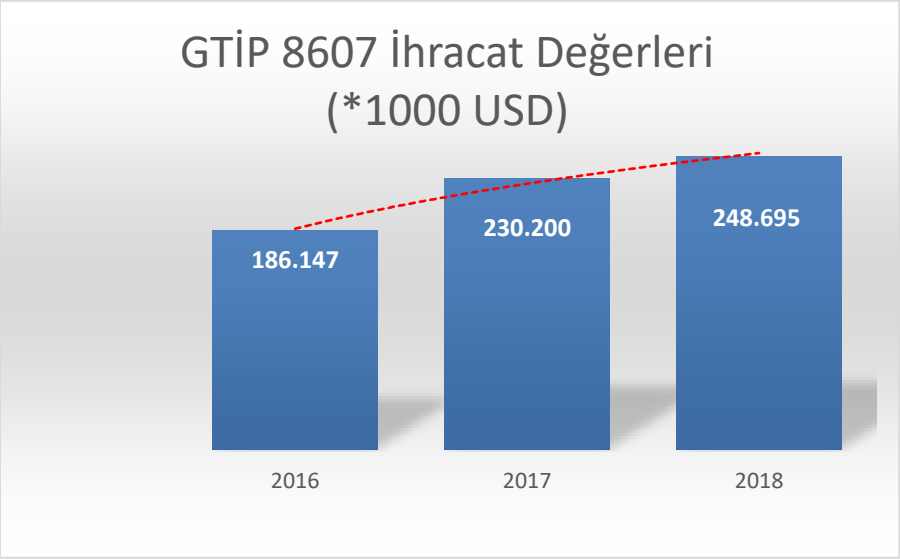
Çizelge 2.129. Birleşik Krallığın dünya raylı sistemler sektöründeki ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

GTİP Kodu	Ürün Adı	2016 (*1000 dolar)	2017 (*1000 dolar)	2018 (*1000 dolar)
8601	Elektrikli Lokomotifler (Elektrik beslemesini dışardan alanlar veya elektrik batarya sistemi olanlar)	10,536	9,710	871
8602	Lokomotifler (Elektrikli Lokomotifler hariç)	24,376	21,302	1,766
8603	Kendinden Tahrikli Demiryolu veya Tramvay Araçları (Tramvay, EMU, Metro, YHT)	1,412	676	622
8604	Demiryolu Hat Bakım ve Servis Bakım için tasarlanmış Özel Araçlar (Balast Sıkıştırma Vagonları, Vinçli Vagonlar vb.)	3,074	2,505	7,377
8605	Kendinden Tahrikli Olmayan Yolcu Vagonları, Bagaj Furgonları, Özel Amaçlı Vagonlar	9,946	84	1,828
8606	Kendinden Tahrikli Olmayan Yük Taşımaya Uygun Demiryolu Vagonları	911	260	784
8607	Demiryolu Araçlarının veya Tramvayların Parça ve Aksamları	186,147	230,200	248,695
8608	Demiryolu ve Tramvay Hat Üstyapısı için Malzemeler (Travers hariç, Mekanik işaretler, Emniyet, Kontrol Kumanda Cihazları vb.)	61,870	54,781	61,731
8609	Farklı taşıma şekillerine göre özel olarak yapılmış ve donatılmış konteynerler	67,020	75,944	74,923

Birleşik Krallığın raylı sistemler endüstrisindeki en önemli ihracat kalemlerini "Demiryolu Araçlarının Parça ve Aksamları (GTİP 8607)", "Demiryolu ve Tramvay Hat Üstyapısı için Malzemeler (GTİP 8608)" ve "Farklı taşıma şekillerine göre özel olarak yapılmış ve donatılmış konteynerler (GTİP 8609)" ürün grupları oluşturmaktadır. "Demiryolu Araçlarının Parça ve Aksamları (GTİP 8607)" ürün grubunun ihracatında son yıllarda artış eğilimi görülmektedir (Çizelge 2.130 ve Şekil 2.44). 2018 yılında "Demiryolu ve Tramvay Hat Üstyapısı için Malzemeler (GTİP 8608)" ürün grubunda dünyada yapılan tüm ihracatın 6,1%'i Birleşik Krallık tarafından gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 2.130. Birleşik Krallığın raylı sistemler endüstrisinde demiryolu araçlarının parça ve aksamlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8607 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Yıllar	**GTİP 8607 Segmentindeki Toplam İhracat Değeri (*1000 USD)**
2016 Yılı	186,147
2017 Yılı	230,200
2018 Yılı	248,695



Şekil 2.44. Birleşik Krallığın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler endüstrisindeki demiryolu araçlarının parça ve aksamlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8607 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

2018 yılında Birleşik Krallığın raylı sistemler endüstrisinde gerçekleştirdiği ihracatının yaklaşık 65,8%'ini 10 ülkeye gerçekleştirmiştir. En yüksek ihracatını 13,3% oranında Çin'e yapmıştır (Çizelge 2.131).

Çizelge 2.131. 2018 yılında Birleşik Krallığın raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

No	İthalatçı Ülkeler	İhracat Değerleri (*1000 USD)	Birleşik Krallığın Raylı Sistemler İhracatındaki Oranı (%)
1	Çin	53,180	13,3
2	Japonya	50,300	12,6
3	Almanya	40,966	10,3
4	İtalya	28,289	7,1
5	Amerika Birleşik Devletleri	26,424	6,6
6	Fransa	13,753	3,5
7	İsveç	13,626	3,4
8	İspanya	12,786	3,2
9	Hindistan	11,859	3
10	Brezilya	11,210	2,8
TOPLAM		262,393	65,8

Birleşik Krallığın önemli ihracat partnerlerine 2016 yılı ile 2018 yılı arasında gerçekleştirdiği ihracat değerlerini kıyasladığımızda, ortalama 27% oranında artış görülmektedir (Çizelge 2.132).

Çizelge 2.132. 2016 yılı ile 2018 yılı arasındaki Birleşik Krallığın raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracattaki yüzdelik artış oranları – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

No	İthalatçı Ülkeler	İhracat Değerleri (*1000 USD)			2016 – 2018 Yüzdelik Artış (%)
		2016 (*1000 dolar)	2017 (*1000 dolar)	2018 (*1000 dolar)	
1	Çin	20,976	25,937	53,180	154
2	Japonya	44,501	63,526	50,300	13
3	Almanya	61,992	57,885	40,966	-34
4	İtalya	7,398	19,950	28,289	282
5	Amerika Birleşik Devletleri	20,713	25,330	26,424	27,5
6	Fransa	23,970	31,184	13,753	-42,6
7	İsveç	14,514	14,851	13,626	-6,1
8	İspanya	6,635	8,831	12,786	92,7
9	Hindistan	5,124	6,589	11,859	131
10	Brezilya	817	680	11,210	1272
TOPLAM		206,640	254,763	262,393	27

2018 yılında Birleşik Krallığın en önemli ihracat partneri durumunda bulunan Çin'e gerçekleştirdiği ihracatın ana ürününü, "Demiryolu Araçlarının Parça ve Aksamları (GTİP 8607)" ürün grubu oluşturmuştur (Çizelge 2.133). Birleşik Krallık'tan Çin'e gerçekleştirilen ihracatın büyük çoğunluğunu (86,4%'ü) bu ürün grubu oluşturmaktadır (Çizelge 2.133).

Çizelge 2.133. 2018 yılında Birleşik Krallığın raylı sistemler endüstrisinde Çin'e yaptığı demiryolu araçlarının parça ve aksamlarına ait ihracat değeri – GTİP 8607 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Ürün	Ürün Bazlı İhracat Değeri (*1000 USD)	Tüm İhracat Değeri (*1000 USD)	Ürün Bazlı İhracat / Tüm İhracat Oranı (%)
8607	22,415	25,936	86,4

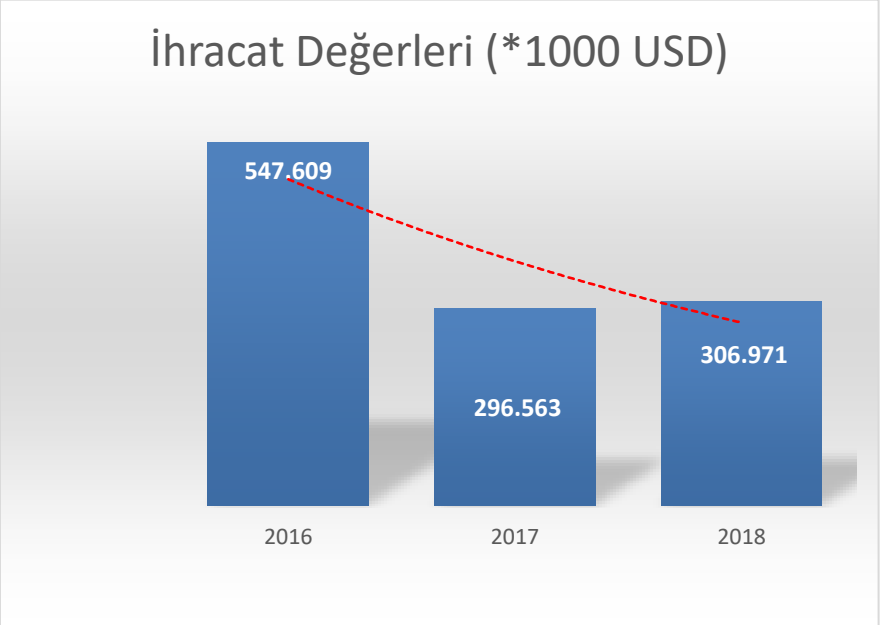
Kısacası; 2018 yılında dünyada raylı sistemler endüstrisinde gerçekleştirilen toplam ihracatın yaklaşık 1%'i Birleşik Krallık tarafından gerçekleştirilmiştir. Birleşik Krallık tarafından gerçekleştirilen en önemli ihracat kalemini toplam ihracatının yaklaşık 96,6%'sını oluşturan "Demiryolu Araçlarının Parça ve Aksamları (GTİP 8607)", "Demiryolu ve Tramvay Hat Üstyapısı için Malzemeler (GTİP 8608)" ve "Farklı taşıma şekillerine göre özel olarak yapılmış ve donatılmış konteynerler (GTİP 8609)" ürün gruplarındadır. Birleşik Krallığın en önemli ihracat partneri Çin olup, toplam ihracatının yaklaşık 13,3%'ünü bu ülkeye gerçekleştirmiştir. Birleşik Krallığın Çin'e gerçekleştirdiği ihracatın önemli kısmını (yaklaşık 86,4%) "Demiryolu Araçlarının Parça ve Aksamları (GTİP 8607)" ürün grubu oluşturmuştur.

2.2.18. Güney Kore'nin raylı sistem endüstrisi pazar analizi

Güney Kore, 2018 yılında raylı sistemler endüstrisinde 300 Milyon dolardan fazla ihracat gerçekleştirmiştir. Güney Kore'nin 2016, 2017 ve 2018 yılları içerisindeki raylı sistemler pazarındaki toplam ihracat değerleri Çizelge 2.134 ve Şekil 2.45'te gösterildiği gibi düşüş eğilimi göstermektedir.

Çizelge 2.134. Güney Kore'nin raylı sistemler endüstrisinde 2016, 2017, 2018 yıllarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Yıllar	Raylı Sistemlerde Toplam İhracat Değeri (*1000 USD)
2016 Yılı	547,609
2017 Yılı	296,562
2018 Yılı	306,973



Şekil 2.45. Güney Kore'nin 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler pazarında ihracat eğilimi

Raylı sistemler sektöründe, ürün bazlı bakıldığında Güney Kore'nin ihracat değerleri Çizelge 2.135'de görülmektedir.

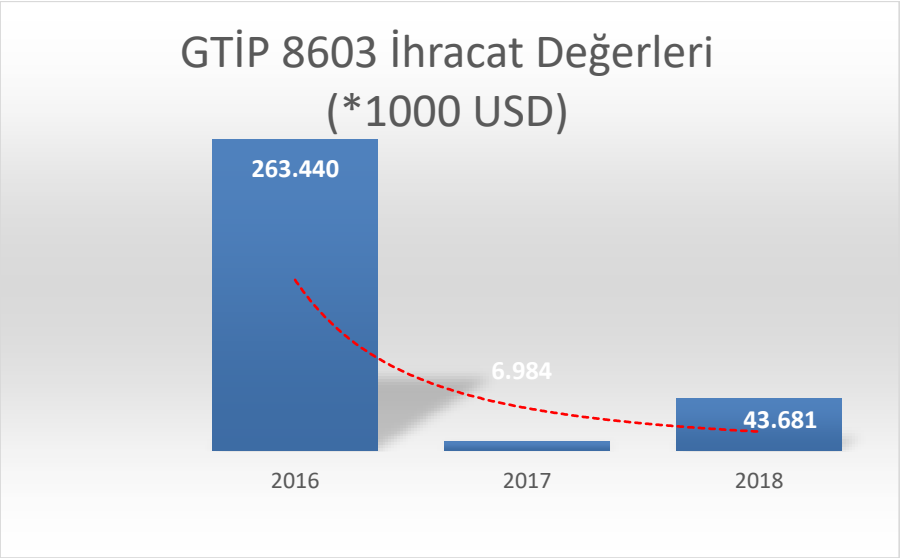
Çizelge 2.135. Güney Kore'nin dünya raylı sistemler sektöründeki ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

GTİP Kodu	Ürün Adı	2016 (*1000 dolar)	2017 (*1000 dolar)	2018 (*1000 dolar)
8601	Elektrikli Lokomotifler (Elektrik beslemesini dışardan alanlar veya elektrik batarya sistemi olanlar)	12,503	49,806	12,415
8602	Lokomotifler (Elektrikli Lokomotifler hariç)	3,777	0	2,813
8603	Kendinden Tahrikli Demiryolu veya Tramvay Araçları (Tramvay, EMU, Metro, YHT)	263,440	6,984	43,681
8604	Demiryolu Hat Bakım ve Servis Bakım için tasarlanmış Özel Araçlar (Balast Sıkıştırma Vagonları, Vinçli Vagonlar vb.)	272	7,515	22,363
8605	Kendinden Tahrikli Olmayan Yolcu Vagonları, Bagaj Furgonları, Özel Amaçlı Vagonlar	11	3	0
8606	Kendinden Tahrikli Olmayan Yük Taşımaya Uygun Demiryolu Vagonları	981	22	8,884
8607	Demiryolu Araçlarının veya Tramvayların Parça ve Aksamları	173,212	129,918	91,229
8608	Demiryolu ve Tramvay Hat Üstyapısı için Malzemeler (Travers hariç, Mekanik işaretler, Emniyet, Kontrol Kumanda Cihazları vb.)	4,944	13,122	6,899
8609	Farklı taşıma şekillerine göre özel olarak yapılmış ve donatılmış konteynerler	88,469	89,192	118,689

Güney Kore'nin raylı sistemler endüstrisindeki en önemli ihracat kaleminlerini "Kendinden Tahrikli Demiryolu veya Tramvay Araçları (Tramvay, EMU, Metro, YHT) (GTİP 8603)", "Demiryolu Araçlarının Parça ve Aksamları (GTİP 8607)" ve "Farklı taşıma şekillerine göre özel olarak yapılmış ve donatılmış konteynerler (GTİP 8609)" ürün grupları oluşturmaktadır. "Kendinden Tahrikli Demiryolu veya Tramvay Araçları (Tramvay, EMU, Metro, YHT)", "Demiryolu Araçlarının Parça ve Aksamları" ürün gruplarının ihracatında son yıllarda düşüş eğilimleri görülmektedir (Çizelge 2.136 ile Şekil 2.46 ve Çizelge 2.137 ile Şekil 2.47). "Farklı taşıma şekillerine göre özel olarak yapılmış ve donatılmış konteynerler" ürün grubunun ihracatında ise artış eğilimi görülmektedir (Çizelge 2.138 ile Şekil 2.48). 2018 yılında "Kendinden Tahrikli Demiryolu veya Tramvay Araçları (Tramvay, EMU, Metro, YHT) (GTİP 8603)" ürün grubunda dünyada yapılan tüm ihracatın sadece binde 9'u (0,9%) Güney Kore tarafından gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 2.136. Güney Kore'nin raylı sistemler endüstrisinde kendinden tahrikli demiryolu veya tramvay araçlarına (tramvay, EMU, metro, YHT) ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8603 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

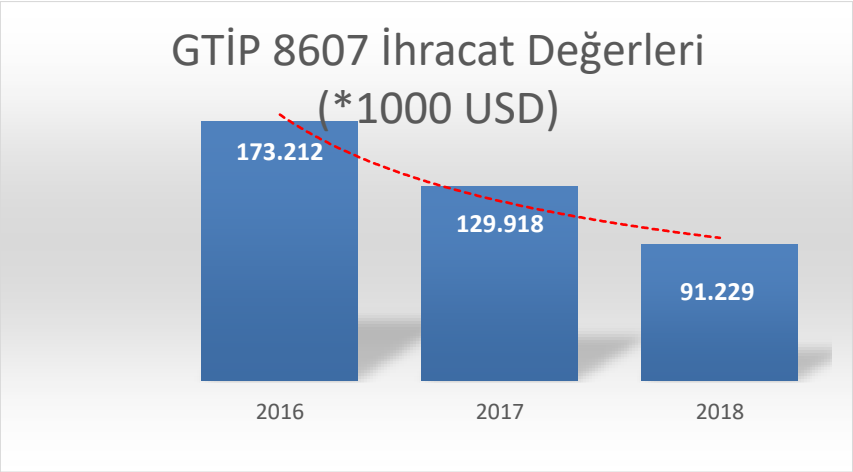
Yıllar	**GTİP 8603 Segmentindeki Toplam İhracat Değeri (*1000 USD)**
2016 Yılı	263,440
2017 Yılı	6,984
2018 Yılı	43,681



Şekil 2.46. Güney Kore'nin 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler endüstrisindeki kendinden tahrikli demiryolu veya tramvay araçlarına (tramvay, EMU, metro, YHT) ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8603 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Çizelge 2.137. Güney Kore'nin raylı sistemler endüstrisinde demiryolu araçlarının parça ve aksamlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8607 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

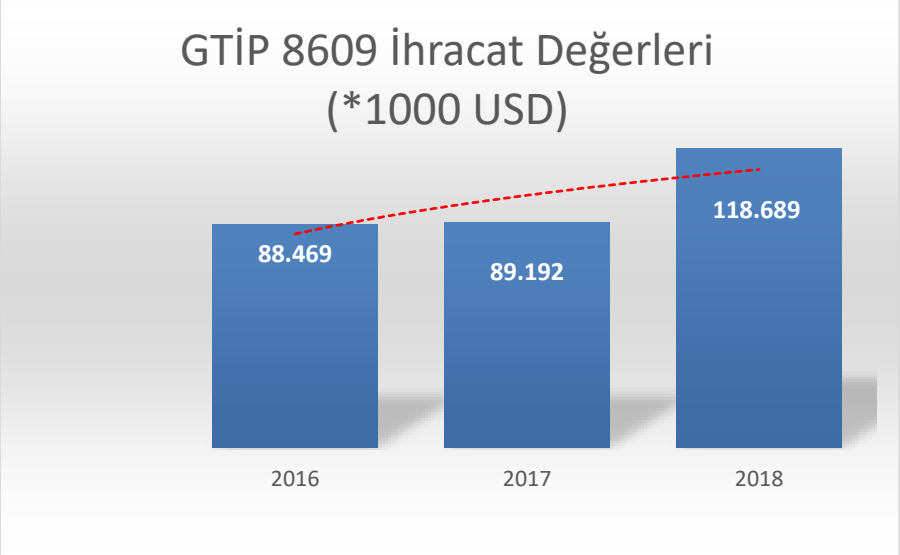
Yıllar	GTİP 8607 Segmentindeki Toplam İhracat Değeri (*1000 USD)
2016 Yılı	173,212
2017 Yılı	129,918
2018 Yılı	91,229



Şekil 2.47. Güney Kore'nin 2016, 2017, 2018 yıllarındaki demiryolu araçlarının parça ve aksamlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8607 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Çizelge 2.138. Güney Kore'nin raylı sistemler endüstrisinde farklı taşıma şekillerine göre özel olarak yapılmış ve donatılmış konteynerlerına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8609 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Yıllar	GTİP 8609 Segmentindeki Toplam İhracat Değeri (*1000 USD)
2016 Yılı	88,469
2017 Yılı	89,192
2018 Yılı	118,689



Şekil 2.48. Güney Kore'nin 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler endüstrisindeki farklı taşıma şekillerine göre özel olarak yapılmış ve donatılmış konteynerlerine ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8609 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

2018 yılında Güney Kore'nin raylı sistemler endüstrisinde gerçekleştirdiği ihracatının yaklaşık 86,1%'ini 10 ülkeye gerçekleştirmiştir. En yüksek ihracatını 20,5% oranında Endonezya'ya yapmıştır (Çizelge 2.139).

Çizelge 2.139. 2018 yılında Güney Kore'nin raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

No	İthalatçı Ülkeler	İhracat Değerleri (*1000 USD)	Güney Kore'nın Raylı Sistemler İhracatındaki Oranı (%)
1	Endonezya	63,041	20,5
2	Amerika Birleşik Devletleri	38,965	12,7
3	Çin	34,522	11,2
4	Hindistan	30,086	9,8
5	Türkiye	23,327	7,6
6	Hollanda	21,740	7,1
7	Malezya	16,516	5,4
8	Japonya	13,944	4,5
9	Hong Kong	13,023	4,2
10	Tayland	9,523	3,1
TOPLAM		264,687	86,1

Güney Kore'nın önemli ihracat partnerlerine 2016 yılı ile 2018 yılı arasında gerçekleştirdiği ihracat değerlerini kıyasladığımızda, ortalama 5% oranında düşüş görülmektedir (Çizelge 2.140).

Çizelge 2.140. 2016 yılı ile 2018 yılı arasındaki Güney Kore'nin raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracattaki yüzdelik artış oranları – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

No	İthalatçı Ülkeler	İhracat Değerleri (*1000 USD)			2016 – 2018 Yüzdelik Artış (%)
		2016 (*1000 dolar)	2017 (*1000 dolar)	2018 (*1000 dolar)	
1	Endonezya	296	8,577	63,041	21197,6
2	Amerika Birleşik Devletleri	28,465	39,710	38,965	36,9
3	Çin	16,961	23,807	34,522	103,5
4	Hindistan	159,668	41,130	30,086	-81,2
5	Türkiye	24,735	27,224	23,327	-5,7
6	Hollanda	7,017	10,122	21,740	209,8
7	Malezya	1,188	9,656	16,516	1290,2
8	Japonya	25,572	12,274	13,944	-45,5
9	Hong Kong	13,288	51,006	13,023	-2
10	Tayland	1,503	3,501	9,523	533,6
TOPLAM		278,693	227,007	264,687	-5

2018 yılında Güney Kore'nin en önemli ihracat partneri durumunda bulunan Endonezya'ya gerçekleştirdiği ihracatın ana ürünlerini; "Kendinden Tahrikli Demiryolu veya Tramvay Araçları (Tramvay, EMU, Metro, YHT) (GTİP 8603)" ve "Demiryolu Hat Bakım ve Servis Bakım için tasarlanmış Özel Araçlar (GTİP 8604)" ürün grupları oluşturmuştur (Çizelge 2.141). Güney Kore'den Endonezya'ya gerçekleştirilen ihracatın yaklaşık 81,2%'sini bu ürün grupları oluşturmaktadır (Çizelge 2.141).

Çizelge 2.141. 2018 yılında Güney Kore'nin raylı sistemler endüstrisinde Endonezya'ya yaptığı farklı ürün gruplarına ait ihracat değeri – GTİP 8603, GTİP 8604 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Ürün	Ürün Bazlı İhracat Değeri (*1000 USD)	Tüm İhracat Değeri (*1000 USD)	Ürün Bazlı İhracat / Tüm İhracat Oranı (%)
8603	39,918	63,042	81,2
8604	11,320		
Toplam	**51,238**		

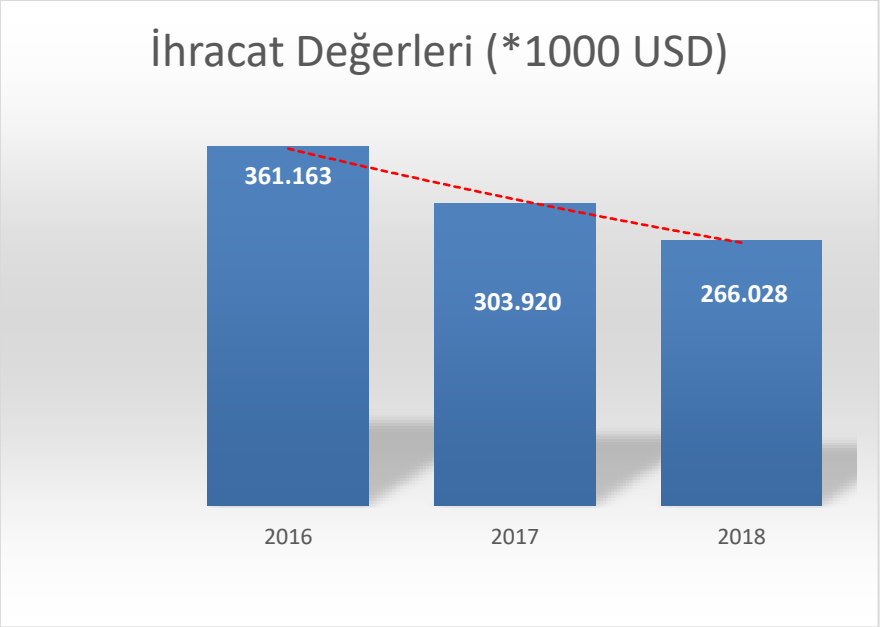
Kısacası; 2018 yılında dünyada raylı sistemler endüstrisinde gerçekleştirilen toplam ihracatın sadece binde 8'i (0,8%) Güney Kore tarafından gerçekleştirilmiştir. Güney Kore tarafından gerçekleştirilen en önemli ihracat kalemleri, toplam ihracatının yaklaşık 82,6%'sını oluşturan "Kendinden Tahrikli Demiryolu veya Tramvay Araçları (Tramvay, EMU, Metro, YHT) (GTİP 8603)", "Demiryolu Araçlarının Parça ve Aksamları (GTİP 8607)" ve "Farklı taşıma şekillerine göre özel olarak yapılmış ve donatılmış konteynerler (GTİP 8709)" ürün gruplarındadır. 2018 yılında, Güney Kore'nın en önemli ihracat partneri Endonezya olup toplam ihracatının yaklaşık 20,5%'ini bu ülkeye gerçekleştirmiştir. Güney Kore'nın Endonezya'ya gerçekleştirdiği ihracatın neredeyse önemli bir bölümünü (yaklaşık 81,2%) "Kendinden Tahrikli Demiryolu veya Tramvay Araçları (Tramvay, EMU, Metro, YHT) (GTİP 8603)" ve "Demiryolu Hat Bakım ve Servis Bakım için tasarlanmış Özel Araçlar (GTİP 8604)" ürün grupları oluşturmuştur.

2.2.19. Hollanda'nın raylı sistem endüstrisi pazar analizi

Hollanda, 2018 yılında raylı sistemler endüstrisinde 260 Milyon dolardan fazla ihracat gerçekleştirmiştir. Hollanda'nın 2016, 2017 ve 2018 yılları içerisindeki raylı sistemler pazarındaki toplam ihracat değerleri Çizelge 2.142 ve Şekil 2.49'da gösterildiği gibi düşüş eğilimi göstermektedir.

Çizelge 2.142. Hollanda'nın raylı sistemler endüstrisinde 2016, 2017, 2018 yıllarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Yıllar	Raylı Sistemlerde Toplam İhracat Değeri (*1000 USD)
2016 Yılı	361,163
2017 Yılı	303,920
2018 Yılı	266,028



Şekil 2.49. Hollanda'nın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler pazarında ihracat eğilimi

Raylı sistemler sektöründe, ürün bazlı bakıldığında Hollanda'nın ihracat değerleri Çizelge 2.143'de görülmektedir.

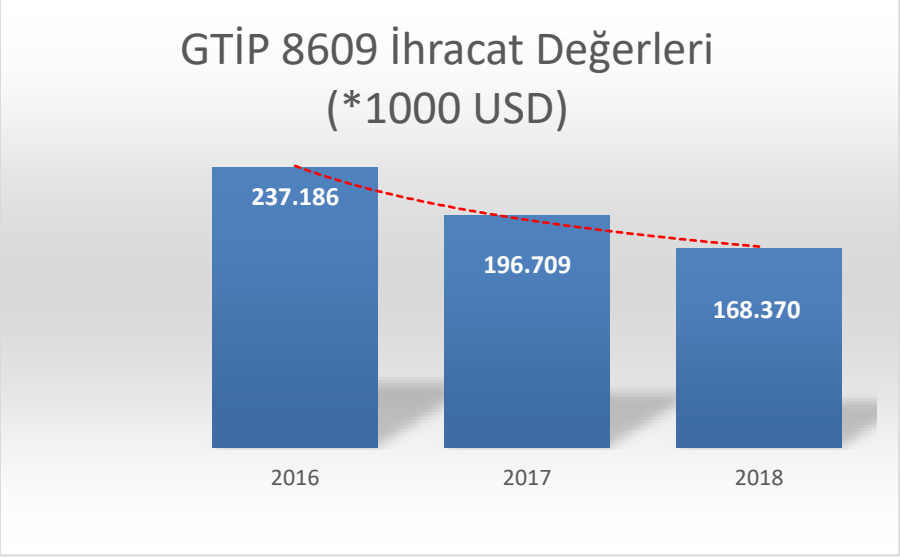
Çizelge 2.143. Hollanda'nın dünya raylı sistemler sektöründeki ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

GTİP Kodu	Ürün Adı	2016 (*1000 dolar)	2017 (*1000 dolar)	2018 (*1000 dolar)
8601	Elektrikli Lokomotifler (Elektrik beslemesini dışardan alanlar veya elektrik batarya sistemi olanlar)	2,680	474	6,424
8602	Lokomotifler (Elektrikli Lokomotifler hariç)	2,771	3,672	3,264
8603	Kendinden Tahrikli Demiryolu veya Tramvay Araçları (Tramvay, EMU, Metro, YHT)	3,816	15,171	30,514
8604	Demiryolu Hat Bakım ve Servis Bakım için tasarlanmış Özel Araçlar (Balast Sıkıştırma Vagonları, Vinçli Vagonlar vb.)	3,282	1,297	2,612
8605	Kendinden Tahrikli Olmayan Yolcu Vagonları, Bagaj Furgonları, Özel Amaçlı Vagonlar	57,633	36,149	345
8606	Kendinden Tahrikli Olmayan Yük Taşımaya Uygun Demiryolu Vagonları	2,938	1,887	2,256
8607	Demiryolu Araçlarının veya Tramvayların Parça ve Aksamları	38,079	33,560	39,135
8608	Demiryolu ve Tramvay Hat Üstyapısı için Malzemeler (Travers hariç, Mekanik işaretler, Emniyet, Kontrol Kumanda Cihazları vb.)	12,777	15,001	13,107
8609	Farklı taşıma şekillerine göre özel olarak yapılmış ve donatılmış konteynerler	237,186	196,709	168,370

Hollanda'nın raylı sistemler endüstrisindeki en önemli ihracat kalemini "Farklı taşıma şekillerine göre özel olarak yapılmış ve donatılmış konteynerler (GTİP 8609)" ürün grubu oluşturmaktadır. Bu ürün grubunun ihracatında son yıllarda düşüş eğilimi görülmektedir (Çizelge 2.144 ve Şekil 2.50). 2018 yılında "Farklı taşıma şekillerine göre özel olarak yapılmış ve donatılmış konteynerler" ürün grubunda dünyada yapılan tüm ihracatın 1,3%'ü Hollanda tarafından gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 2.144. Hollanda'nın raylı sistemler endüstrisinde farklı taşıma şekillerine göre özel olarak yapılmış ve donatılmış konteynerlerine ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8609 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Yıllar	GTİP 8609 Segmentindeki Toplam İhracat Değeri (*1000 USD)
2016 Yılı	233,186
2017 Yılı	196,709
2018 Yılı	168,370



Şekil 2.50. Hollanda'nın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler endüstrisindeki farklı taşıma şekillerine göre özel olarak yapılmış ve donatılmış konteynerlerine ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8609 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

2018 yılında Hollanda'nın raylı sistemler endüstrisinde gerçekleştirdiği ihracatının yaklaşık 76,1%'ini 10 ülkeye gerçekleştirmektedir. En yüksek ihracatını 23,2% oranında Almanya'ya yapmaktadır (Çizelge 2.145).

Çizelge 2.145. 2018 yılında Hollanda'nın raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

No	İthalatçı Ülkeler	İhracat Değerleri (*1000 USD)	Hollanda'nın Raylı Sistemler İhracatındaki Oranı (%)
1	Almanya	61,805	23,2
2	Çekya	36,071	13,6
3	Belçika	24,855	9,3
4	Birleşik Krallık	19,650	7,4
5	İsviçre	14,902	5,6
6	Fransa	14,054	5,3
7	Danimarka	11,809	4,4
8	Norveç	8,151	3,1
9	Çin	5,794	2,2
10	Amerika Birleşik Devletleri	5,261	2
TOPLAM		202,352	76,1

Hollanda'nın önemli ihracat partnerlerine 2016 yılı ile 2018 yılı arasında gerçekleştirdiği ihracat değerlerini kıyasladığımızda, ortalama 21% oranında düşüş görülmektedir (Çizelge 2.146).

Çizelge 2.146. 2016 yılı ile 2018 yılı arasındaki Hollanda'nın raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracattaki yüzdelik artış oranları – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

No	İthalatçı Ülkeler	İhracat Değerleri (*1000 USD)			2016 – 2018 Yüzdelik Artış (%)
		2016 (*1000 dolar)	2017 (*1000 dolar)	2018 (*1000 dolar)	
1	Almanya	58,862	62,744	61,805	5
2	Çekya	6,373	13,467	36,071	466
3	Belçika	27,429	25,570	24,855	-9
4	Birleşik Krallık	40,087	27,122	19,650	-51
5	İsviçre	5,688	11,330	14,902	162
6	Fransa	14,745	14,768	14,054	-5
7	Danimarka	5,594	4,353	11,809	111
8	Norveç	62,912	40,535	8,151	-87
9	Çin	10,918	13,468	5,794	-47
10	Amerika Birleşik Devletleri	22,823	11,140	5,261	-77
TOPLAM		255,431	224,497	202,352	-21

2018 yılında Hollanda'nın en önemli ihracat partneri durumunda bulunan Almanya'ya gerçekleştirdiği ihracatın ana ürününü "Farklı taşıma şekillerine göre özel olarak yapılmış ve donatılmış konteynerler (GTİP 8609)" oluşturmuştur (Çizelge 2.147). Hollanda'dan Almanya'ya gerçekleştirilen ihracatın yaklaşık 81%'ini bu ürün grubu oluşturmaktadır (Çizelge 2.147).

Çizelge 2.147. 2018 yılında Hollanda'nın raylı sistemler endüstrisinde Almanya'ya yaptığı farklı taşıma şekillerine göre özel olarak yapılmış ve donatılmış konteynerlerinin ihracat değeri – GTİP 8609 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Ürün	Ürün Bazlı İhracat Değeri (*1000 USD)	Tüm İhracat Değeri (*1000 USD)	Ürün Bazlı İhracat / Tüm İhracat Oranı (%)
8609	49,977	61,805	80,8

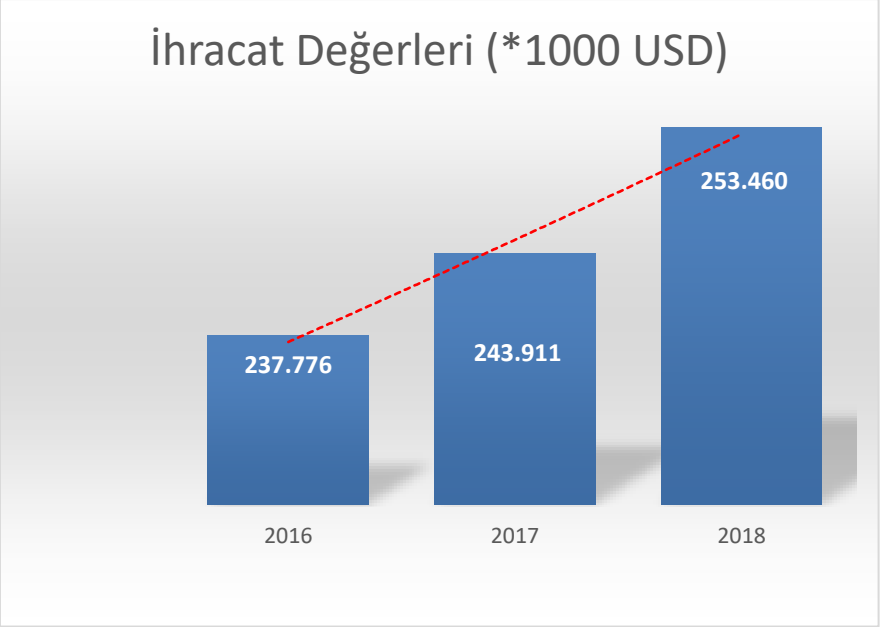
Kısacası; 2018 yılında dünyada raylı sistemler endüstrisinde gerçekleştirilen toplam ihracatın yaklaşık binde 7'si (0,7%) Hollanda tarafından gerçekleştirilmiştir. Hollanda tarafından gerçekleştirilen en önemli ihracat kalemi, toplam ihracatının yaklaşık 63,2%'sini oluşturan "Farklı taşıma şekillerine göre özel olarak yapılmış ve donatılmış konteynerler (GTİP 8609)" ürün grubundandır. Hollanda'nın en önemli ihracat partneri Almanya olup, toplam ihracatının yaklaşık 23,2%'sini bu ülkeye gerçekleştirmiştir. Hollanda'nın Almanya'ya gerçekleştirdiği ihracatının yaklaşık 81%'i yine "Farklı taşıma şekillerine göre özel olarak yapılmış ve donatılmış konteynerler (GTİP 8609)" ürün grubundandır.

2.2.20. Ukrayna'nın raylı sistem endüstrisi pazar analizi

Ukrayna, 2018 yılında raylı sistemler endüstrisinde 250 Milyon dolardan fazla ihracat gerçekleştirmiştir. Ukrayna'nın 2016, 2017 ve 2018 yılları içerisindeki raylı sistemler pazarındaki toplam ihracat değerleri Çizelge 2.148 ve Şekil 2.51'de gösterildiği gibi artış eğilimi göstermektedir.

Çizelge 2.148. Ukrayna'nın raylı sistemler endüstrisinde 2016, 2017, 2018 yıllarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Yıllar	Raylı Sistemlerde Toplam İhracat Değeri (*1000 USD)
2016 Yılı	237,776
2017 Yılı	243,911
2018 Yılı	253,460



Şekil 2.51. Ukrayna'nın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler pazarında ihracat eğilimi

Raylı sistemler sektöründe, ürün bazlı bakıldığında Ukrayna'nın ihracat değerleri Çizelge 2.149'da görülmektedir.

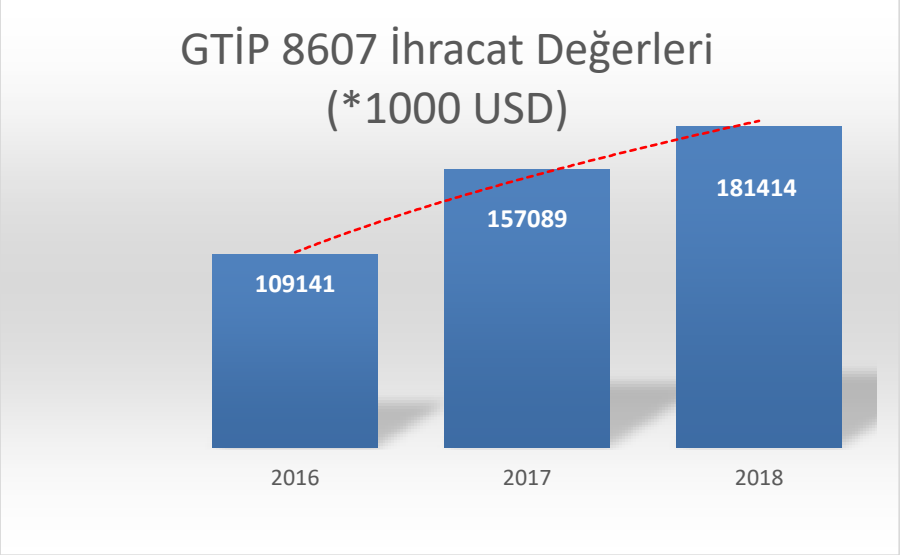
Çizelge 2.149. Ukrayna'nın dünya raylı sistemler sektöründeki ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

GTİP Kodu	Ürün Adı	2016 (*1000 dolar)	2017 (*1000 dolar)	2018 (*1000 dolar)
8601	Elektrikli Lokomotifler (Elektrik beslemesini dışardan alanlar veya elektrik batarya sistemi olanlar)	111,631	149,604	121,180
8602	Lokomotifler (Elektrikli Lokomotifler hariç)	16,719	17,506	23,400
8603	Kendinden Tahrikli Demiryolu veya Tramvay Araçları (Tramvay, EMU, Metro, YHT)	2,908	2,030	18,563
8604	Demiryolu Hat Bakım ve Servis Bakım için tasarlanmış Özel Araçlar (Balast Sıkıştırma Vagonları, Vinçli Vagonlar vb.)	5,901	14,407	15,641
8605	Kendinden Tahrikli Olmayan Yolcu Vagonları, Bagaj Furgonları, Özel Amaçlı Vagonlar	5,014	6,123	8,115
8606	Kendinden Tahrikli Olmayan Yük Taşımaya Uygun Demiryolu Vagonları	1,264	468	5,630
8607	Demiryolu Araçlarının veya Tramvayların Parça ve Aksamları	2,714	3,946	5,550
8608	Demiryolu ve Tramvay Hat Üstyapısı için Malzemeler (Travers hariç, Mekanik işaretler, Emniyet, Kontrol Kumanda Cihazları vb.)	4,193	3,232	5,068
8609	Farklı taşıma şekillerine göre özel olarak yapılmış ve donatılmış konteynerler	8,087	12,441	4,909

Ukrayna'nın raylı sistemler endüstrisindeki en önemli ihracat kalemini "Demiryolu Araçlarının Parça ve Aksamları (GTİP 8607)" oluşturmaktadır. Bu ürünün ihracatında son yıllarda artış eğilimi görülmektedir (Çizelge 2.150 ve Şekil 2.52) ve 2018 yılında bu segmentte dünyada gerçekleşen ihracatın 1,6%'sı Ukrayna tarafından gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 2.150. Ukrayna'nın raylı sistemler endüstrisinde demiryolu araçlarının parça ve aksamlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8607 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

Yıllar	GTİP 8607 Segmentindeki Toplam İhracat Değeri (*1000 USD)
2016 Yılı	109,141
2017 Yılı	157,089
2018 Yılı	181,414



Şekil 2.52. Ukrayna'nın 2016, 2017, 2018 yıllarındaki raylı sistemler endüstrisindeki demiryolu araçlarının parça ve aksamlarına ait toplam ihracat değerleri – GTİP 8607 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

2018 yılında Ukrayna'nın raylı sistemler endüstrisinde gerçekleştirdiği ihracatının yaklaşık 83,8%'ini 10 ülkeye gerçekleştirmektedir. En yüksek ihracatını 47,8% oranında Rusya'ya yapmaktadır (Çizelge 2.151).

Çizelge 2.151. 2018 yılında Ukrayna'nın raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracat değerleri – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

No	İthalatçı Ülkeler	İhracat Değerleri (*1000 USD)	Ukrayna'nın Raylı Sistemler İhracatındaki Oranı (%)
1	Rusya	121,180	47,8
2	Bulgaristan	23,400	9,2
3	Kazakistan	18,563	7,3
4	Beyaz Rusya	15,641	6,2
5	Amerika Birleşik Devletleri	8,115	3,2
6	Moğolistan	5,630	2,2
7	Almanya	5,550	2,2
8	Slovakya	5,068	2,0
9	Litvanya	4,909	1,9
10	Avusturya	4,508	1,8
TOPLAM		212,564	83,8

Ukrayna'nın önemli ihracat partnerlerine 2016 yılı ile 2018 yılı arasında gerçekleştirdiği ihracat değerlerini kıyasladığımızda, ortalama 32% oranında artış görülmektedir (Çizelge 2.152).

Çizelge 2.152. 2016 yılı ile 2018 yılı arasındaki Ukrayna'nın raylı sistemler endüstrisinde önemli ihracat partnerleri ve ihracattaki yüzdelik artış oranları – GTİP 86 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

No	İthalatçı Ülkeler	İhracat Değerleri (*1000 USD)			2016 – 2018 Yüzdelik Artış (%)
		2016 (*1000 dolar)	2017 (*1000 dolar)	2018 (*1000 dolar)	
1	Rusya	111,631	149,604	121,180	9
2	Bulgaristan	16,719	17,506	23,400	40
3	Kazakistan	2,908	2,030	18,563	538
4	Beyaz Rusya	5,901	14,407	15,641	165
5	Amerika Birleşik Devletleri	5,014	6,123	8,115	62
6	Moğolistan	1,264	468	5,630	345
7	Almanya	2,714	3,946	5,550	104
8	Slovakya	4,193	3,232	5,068	21
9	Litvanya	8,087	12,441	4,909	-39
10	Avusturya	1,719	1,232	4,508	162
TOPLAM		160,150	210,989	212,564	32

2018 yılında Ukrayna'nın en önemli ihracat partneri durumunda bulunan Rusya'ya gerçekleştirdiği ihracatın ana ürününü demiryolu araçlarının parça ve aksamları (GTİP 8607) oluşturmaktadır (Çizelge 2.153). Ukrayna'dan Rusya'ya yapılan ihracatın yaklaşık 83%'ü bu ürün grubundadır.

Çizelge 2.153. 2018 yılında Ukrayna'nın raylı sistemler endüstrisinde Rusya'ya yaptığı demiryolu araçlarının parça ve aksamlarının ihracat değeri – GTİP 8607 (*1000 dolar) (TradeMap, 2019)

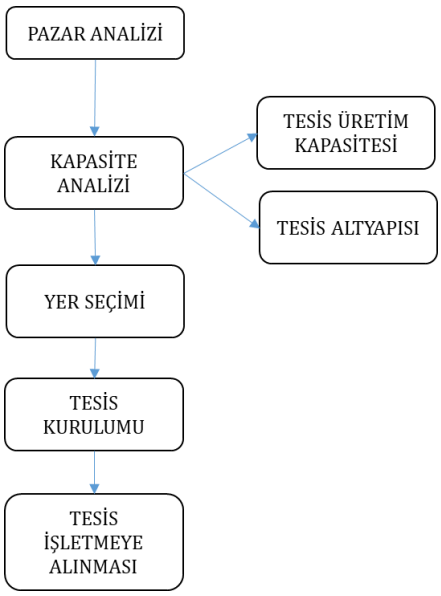
Ürün	Ürün Bazlı İhracat Değeri (*1000 USD)	Tüm İhracat Değeri (*1000 USD)	Ürün Bazlı İhracat / Tüm İhracat Oranı (%)
8607	100,378	121,179	82,8

Kısacası; 2018 yılında dünyada raylı sistemler endüstrisinde gerçekleştirilen toplan ihracatın yaklaşık binde 6'sı (0,6%) Ukrayna tarafından gerçekleştirilmiştir. Ukrayna tarafından gerçekleştirilen en önemli ihracat kalemini toplam ihracatının yaklaşık 71,5%'ini oluşturan "Demiryolu Araçlarının Parça ve Aksamları" ürün grubundadır. Ukrayna'nın en önemli ihracat partneri Rusya olup, toplam ihracatının yaklaşık 47,8%'ini bu ülkeye gerçekleştirmiştir. Ukrayna'nın Rusya'ya gerçekleştirdiği ihracatın önemli bir bölümünü (yaklaşık 82,8%) yine "Demiryolu Araçlarının Parça ve Aksamları" ürün grubu oluşturmaktadır.

2.3. Raylı Sistem Araçları Üretim Fabrikası

Günümüzde bir taraftan sürekli olarak yükselen yaşam düzeyinin, diğer taraftan hızla artan dünya nüfusunun etkisi ile geçmişe oranla çok daha karmaşık mamullerin büyük miktarlarda üretilmesi zorunluluğu ortaya çıkmıştır. Örneğin, otomobilde 13.000, dizel lokomotifinde 50.000 ve orta büyüklükte bir yolcu uçağında vida ve perçinler hariç 250.000 civarında farklı parça mevcuttur (Kobu, 1999). Benzer şekilde, genelde dört metro aracının birleştirilmesinden oluşan bir metro setinde sadece gövde üzerinde vidasından somununa kadar 100.000'den fazla parça bulunmaktadır. Bu şekilde çok sayıda parçadan oluşan bir ürünün üretilmesi için karar verme süreçlerinin çok dikkatli alınması ve kurulacak tesisin altyapısının pazardaki ihtiyaçlara göre inşa edilmesi, sürdürülebilirlik açısından büyük önem arz etmektedir.

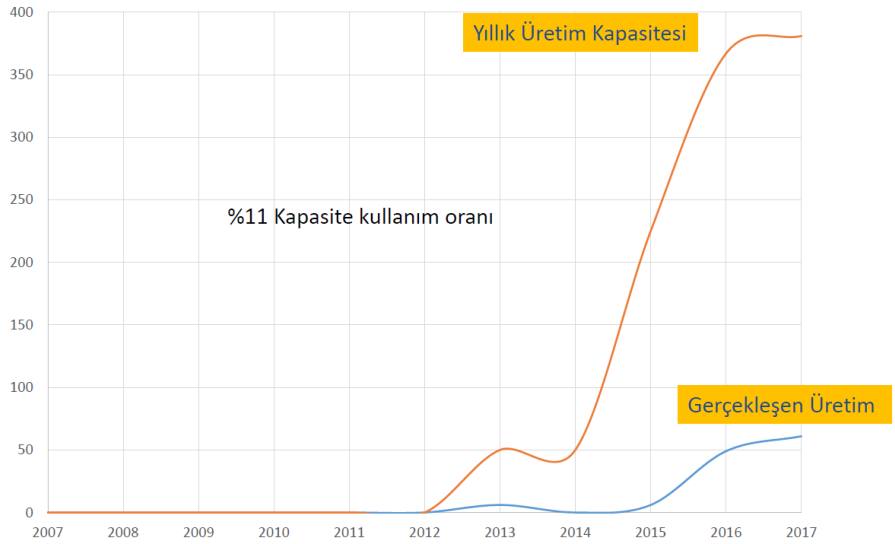
Dolayısıyla, raylı sistem araç üretim fabrikası kurulması öncesinde yurtiçi ve yurtdışı pazar analizlerinin yapılması, ardından kapasite analizlerinin yapılarak fabrikanın üretim altyapısının oluşturulması öncelikli bir süreçtir. Üretim altyapısı belirlendikten sonra, fabrikanın kurulacağı bölge ve yer seçimi yapılarak tesisin kurulumuna başlanılmalıdır.



Şekil 2.53. Raylı sistem araç üretim fabrikası kurulum aşamaları

2.3.1. Yurtiçi ve yurtdışı pazar analizi

Yeni bir raylı sistem araç üretim tesisi kurulmadan önce, detaylı şekilde yurtiçi ve yurtdışı pazar ihtiyaç analizi gerçekleştirilmelidir. Raylı sistemler pazarı, genelde olduğu gibi temin edilecek ürünlerin ve hizmetlerin daima bulunulabilirliğini talep etmektedir. Dolayısıyla, Raylı sistem araç üretimi için kurulması öngörülen üretim tesisleri pazardaki talepleri yerine getirecek yeterli kapasite sağlamak zorundadır. Türkiye'de metro ve tramvay üretiminde (Şekil 2.54)'de görüleceği üzere 2017 yılı itibariyle mevcut kapasitenin ancak 11%'ini kullanmaktadır. Türkiye'de yeni bir kapasite oluşturulması istenildiğinde, en doğru kapasitenin ilk kuruluş aşamasında saptanabilmesi önemlidir. İlk yatırım aşamasında doğru kapasitenin belirlenmesi, ileride modernizasyon yatırımlarına gitmek ya da ölçek ekonomilerinden yararlanamayan verimsiz bir işletmeyi yapay önlemlerle yaşatmaya çalışmak külfetini ortadan kaldıracaktır. Kısacası, yeni bir raylı sistem araçları üretim fabrikası kurulmadan önce çalışılması gereken en önemli konulardan birisi optimum kapasitenin hesaplanması ve planlanmasıdır. Yeni bir kapasite oluşturulması konusunda ciddi bir pazar araştırması yapılması da gerekmektedir.



Şekil 2.54. Türkiye'de metro ve tramvay üretim kapasitesi kullanım oranı

2.3.2. Raylı sistem araç üretim tesisi kapasite analizi

Yatırımcıların yeni bir raylı sistem araç üretim fabrikası kurulurken ana hedefi; müşteri talebini karşılayacak ve en düşük maliyetle üretim yapılmasını sağlayacak optimum kapasiteye uygun tesisin inşa edilmesidir. Fabrikanın kapasitesi ortaya çıkabilecek talepleri belirli bir süre içinde karşılayacak kadar büyük olmalıdır. Aynı zamanda, fabrikanın kapasitesi uzun dönemde atıl kalacak kadar çok büyük olmamalıdır.

Özetle, raylı sistem araç üretim fabrikası kapasite seçiminde yalnızca düşük maliyetin gözönünde tutulması yeterli değildir. Bunun yanısıra şu faktörler de dikkate alınmalıdır:

- Pazar durumu ve talep düzeyi,
- Üretilecek raylı sistem araçları ve hizmetlerin ihraç edileceği ülkelerde bu tür kuruluşların optimum kapasitesinin ne olduğunun tespiti,
- Kapasitenin büyütülmesiyle sağlanabilecek maliyet düşüklüğü,
- Tesisin altyapısı ve genişleme imkanları,

Raylı sistem sektöründe yeni kurulması öngörülen bir üretim fabrikası için ülkemizin mevcut kaynakları (sanayi, teknoloji, insan kaynağı vb.) dikkate alınarak, ihtiyaç duyulan kapasiteyi karşılayacak üretim tesisinin altyapısı planlanmalıdır. Tesisin planı, yerleşimi, üretim ve proses planlamaları, iş akışları ihtiyaç duyulan kapasiteyi sağlayacak şekilde yapılmalıdır.

2.3.3. Raylı sistem araç üretim tesis altyapısı

Entegre bir raylı sistem araç üretim tesisinde genel olarak aşağıda belirtilen atölyeler ve alanlar yer almaktadır:

- Araç Gövdesi Üretim Atölyesi,
- Araç Gövdesi Kumlama ve Boyama Atölyesi,
- Bogi Şasisi Üretim Atölyesi,
- Bogi Şasisi Kumlama ve Boyama Atölyesi,
- Bogi Montaj Atölyesi,
- Ekipman Hazırlama Atölyesi,
- Gövde Son Montaj Atölyesi,
- Araç Kablolama ve Kalite Kontrol Atölyesi,
- Dizi Test Atölyesi,
- Dizi Test Yolu,
- Ofisler ve Yaşam Alanları,
- Depo Alanı,
- Araç Stok ve Yükleme Alanı,
- Ekipman Depolama ve Kalite Kontrol Alanı.

Entegre bir raylı sistem araç üretim tesisinde aşağıda belirtilen proseslere uygun ekipman, makine, tezgâh, cihaz altyapısı kurulmaktadır:

- Gövde Üretim Atölyesi
    - CNC İşleme Merkezleri
    - CNC Torna Tezgâhları
    - Gövde Çatısı Kaynak Fikstürleri
    - Gövde Tabanı Kaynak Fikstürleri
    - Gövde Yan Duvar Kaynak Fikstürleri
    - Gövde Arka Duvar Kaynak Fikstürleri
    - Gövde Kupa Kaynak Fikstürleri
    - Kaynak Makinaları
    - Kaynak Robotları

    - Gövde Birleştirme (Evlendirme) Fikstürleri
    - Komple Gövde Birleştirme Kaynak Robotları
    - Komple Gövde İşleme Fikstürleri
    - Komple Gövde Birleştirme İşleme Merkezleri
    - Maniplatörler
    - Kaldırma ve Taşıma Ekipman ve Aparatları

- Araç Gövdesi Kumlama ve Boyama Atölyesi
    - Kumlama Kabinleri
    - Anti Pas Temizlik ve Maskeleme Kabinleri
    - İzolasyon Boya Kabinleri
    - Macun Zımpara Kabinleri
    - Stok Alanı
    - Arakat Fırınları
    - Son Kat Fırınları
    - Ölçüm ve Test Ekipmanları

- Bogi Şasisi Üretim Atölyesi
    - CNC Plazmalar
    - CNC Abkank
    - CNC İşleme Merkezleri
    - Bogi Yan Kiriş Çatma Fikstürleri
    - Motorlu Bogi Orta Kiriş Çatma Fikstürleri
    - Taşıyıcı Bogi Orta Kiriş Çatma Fikstürleri
    - Bogi Yan Kiriş Doğrultma Fikstürleri
    - Motor Bogi Şasisi Birleştirme Fikstürleri
    - Taşıyıcı Bogi Şasisi Birleştirme Fikstürleri
    - Bogi Isıl İşlem Merkezleri
    - Bogi Şasisi Doğrultma Fikstürleri
    - Bogi İşleme Fikstürleri

- Bogi Şasisi Kumlama ve Boyama Atölyesi
    - Kumlama Kabinleri
    - Anti Pas Temizlik ve Maskeleme Kabinleri
    - Boya Fırınları
    - Ölçüm ve Test Ekipmanları

- Bogi Montaj Atölyesi
    - Bogi Dengeleme Rigleri
    - Aks Set Toplama Presleri
    - Bogi Ekipman Montaj Fikstürleri
    - Muhtelif Kaldırma Ekipmanları

- Ekipman Hazırlama Atölyesi
    - Kalite Kontrol Masaları
    - Montaj Panoları ve Moniplatörleri
    - Kablo Demeti Hazırlama ve Dağıtım Masaları
    - Otomatik Kablo Ucu Açma, Pin Sıkma, Kablo Kesim Cihazları
    - Test, Kalite Kontrol ve Ölçüm Ekipmanları
        - Ölçüsel Kontrol Cihazları
        - Çekme Kuvveti Kontrol Cihazları
        - Krimp Mikrografi Cihazları

- Araç Gövdesi Son Montaj Atölyesi
    - Basınçlı Hava Tesisatı
    - Elektrik Besleme Tesisatı (220 VAC, 380 VAC)
    - Güvenlik Halatları
    - Platformlar (Sabit ve Hareketli)
    - Dummy Bogi
    - Takımlar, Aparatlar
    - Yük Kaldırma Ekipmanları
    - Ekipmana Özel Montaj Aparatları
    - Taşıyıcı Vinçler
    - Malzeme İstifleme ve Taşıma Arabaları

- Araç Kablolama ve Kalite Kontrol Atölyesi
    - Yağmurlama (Su Sızdırmazlık) Test Merkezi
    - Ağırlık Ölçüm Sistemi
    - Dielektrik Test Cihazları
    - Zil Testi Cihazları

- Dizi Test Atölyesi
    - Güvenlik Sistemleri
        - Kamera
        - Işıklı ve Sesli Uyarılar
        - SCADA ve Haberleşme Sistemi

    - Enerji Besleme Sistemleri
        - Ayarlanabilir DC Besleme Sistemi
            - 24 VDC
            - 72 VDC
            - 110 VDC
        - Katener Hattı Yüksek Gerilim Besleme Sistemi
            - 25 KVAC Beslemeli Katener Hattı
            - 1500 VDC Beslemeli Katener Hattı
            - 750 VDC Beslemeli Katener Hattı
        - Harici Besleme Yüksek Gerilim Sistemi
            - 1500 VDC Harici Besleme
            - 750 VDC Harici Besleme
        - AC Besleme Sistemi
            - 3 Faz 380 VAC Harici Besleme
            - Mono Faz 220 VAC Harici Besleme

    - Pnömatik Besleme Sistemi
    - Özel Test Cihazları, Alet, Aparatlar

- Dizi Test Yolu
    - Güvenlik Sistemleri
        - Kamera
        - Işıklı ve Sesli Uyarılar
        - SCADA ve Haberleşme Sistemi
    - Enerji Besleme Sistemleri
        - Katener Hattı Yüksek Gerilim Besleme Sistemi
            - 25 KVAC Beslemeli Katener Hattı
            - 1500 VDC Beslemeli Katener Hattı
            - 750 VDC Beslemeli Katener Hattı
        - 3. Ray Yüksek Gerilim Besleme Sistemi
            - 1500 VDC Beslemeli 3. Ray Hattı
            - 750 VDC Beslemeli 3. Ray Hattı
    - Dinamik Test Yolu
        - Düşük Hızda Cer/Fren testleri (Minimum 1000 metre uzunluğunda)
        - Geri Yönde Hareket Koruması Testi için 5% Eğimli Yol
        - EN 14363 Standardına Uygun Seyir Emniyeti Statik Testlerine Uygun Altyapı

- Araç Stok ve Yükleme Alanı
    - Yükleme Platformu
    - Araç Park ve Depolama Altyapısı

- Ekipman Depolama ve Kalite Kontrol Alanı
    - Güvenlik Sistemleri
    - Lazer 3D ölçüm cihazları
    - Ultrasonik kontrol cihazları
    - Gövde test standı
    - Giriş Kalite Kontrol Ekipmanları
    - Muhtelif Taşıyıcı Pleytler

2.3.4. Raylı sistem araç üretim tesisi yer seçimi

Raylı sistem araç üretimi tesisi için optimum kapasite analizi ve altyapı planlaması yapıldıktan sonra, bu kapasiteyi karşılayacak üretim tesisinin inşa edileceği kuruluş yeri seçiminin doğru yapılması, sürdürülebilirliğin sağlanması ve firmaların uzun ömürlü olması açısından çok önemlidir. Kuruluş yeri seçiminde maliyetin en düşük ve elde edilecek karı en yüksek olması önemli bir kriterdir. Dolayısıyla, kuruluş yeri seçiminde verimlilik ve karlılığın yüksek, maliyetlerin düşük olduğu bölgeler seçilmelidir. Uygun bir kuruluş yerine sahip olan fabrikalar ve işletmeler rekabet üstünlüğü sağlamaktadır. Bir işletme için en uygun kuruluş yeri, optimum kapasite düzeyinde firmanın çalışmasını olanaklı kılan yerdir.

Bir üretim sisteminin tasarımında tesislerin kurulacağı coğrafi bölgenin saptanması öncelik taşır. Coğrafi bölge fabrikanın iç yerleşme düzenini, yatırım ve işletme maliyetini ve hatta organizasyon yapısını önemli ölçüde etkiler (Kobu, 1999). Dolayısıyla, fabrikanın kuruluş yeri seçimi bir projenin en stratejik kararlarından biridir. Üretim tesisi için yer seçimi üç kademede yapılır;

- Öncelikle, tesisin kurulacağı bölgenin seçimi yapılır,
- Bölge seçimi sonrasında bu bölgede en elverişli “saha” seçimi yapılır,
- Belirlenen bölgenin belirli bir yerinin seçimi ve yer içerisinde tesisin kurulacağı alanın seçimi yapılır.

Kuruluş yeri seçimi ölçesi, belirlenen her aday bölge için ayrı ayrı yapılması gereken hesaplar şunlardır;

- Tesis Bedeli Hesabı
- İşletme Sermayesi Hesabı
- Ürün Maliyeti Hesabı
- Müşteri Maliyeti Hesabı

Her aday bölgesi için bu hesaplamaların yapılabilmesi için; Bölge Etütleri ve Saha Etüdleri gerçekleştirilmek zorundadır.

Bölge Etüdlerinin kapsamında;

- Bölgelerin harita üzerinde deniz yolu, demir yolu ve kara yolu bağlantıları incelenmeli,
- Bölgelere yakın şehir ve kasabalar harita üzerinde incelenmeli,
- Bölgelere ait elektrik yüksek gerilim şebekesi ile ham madde kaynakları harita üzerinde incelenmeli,
- Rakip üreticilerin yerleri ve üretim miktarları harita üzerinde belirlenmelidir.

Saha Etüdleri kapsamında;

- Araziler, akarsular, yol bağlantıları, işçi çekebilecek köyler, oturabilecek iskân sahaları incelenir,
- Sahanın jeolojik durumu örneğin fay hatları incelenir,
- Sahanın topografik özellikleri (Denizden yükseklik, Irmak kıyısına yakınlık vb.) incelenir,
- Sahanın konumu stratejik olarak incelenir ve lojistik yönden (hava meydanlarına yakınlığı, Otoyollara yakınlığı, Sanayi sahası olması vb.) değerlendirilir.

Raylı sistem araç üretim tesisinin yer seçiminde önemli rol oynayan ve dikkate alınması gereken etkenler aşağıdaki gibidir;

- Ekonomik Etkenler:
    - Raylı sistem araç alt ekipmanlarının ve hammaddelerinin temin durumu ile taşıma ve lojistik maliyetleri,
    - Raylı sistem araç pazarına yakınlık ve üretilen araçların nakliye bedelleri,
    - Raylı sistem araç üretiminde çalışan işgücü piyasası ve ücret düzeyi ile bunlara bağlı maliyetler,
    - Diğer Maliyetler;

        - Arazi birim metrekare maliyetleri
        - Altyapı ve Tesis Kurulum Birim metrekare maliyetleri
        - Operasyon Giderleri ve Değişken Maliyetler

- Nitel etkenler;
    - Raylı sistem üretiminde çalışacak nitelikli işgücü,
    - Üretim tesisinin çevreyle uyumluluğu,
    - Çevre halkının üretici kuruluşa karşı olası tutumu,
    - Üretim tesisinde çalışacak nitelikli personele sunulan sosyal ve kültürel imkanlar;
        - Eğitim ve Araştırma Merkezi Olanakları,
        - Ortak Yaşam Alanı Olanakları,
    - Isı, nem, ses ve gürültü düzeyleri gibi iklim ve ergonomik koşullar.

- Altyapısal Etkenler;
    - Ulaşım İmkanları
        - Otoyola Yakınlık
        - Demiryolu Hattına Yakınlık
        - Havayolu ve Limanlara Yakınlık
    - Enerji Kaynakları
        - Doğalgaz
        - Elektrik Beslemesi
    - Su Kaynakları
        - Temiz Su Kaynağı
        - Atık Su Kaynağı
    - Data ve Internet Altyapısı

- Ekonomi Dışı Etkenler;
    - Askeri, siyasi veya firmanın kendi stratejik hedefleri ile ilgili etkenler,
    - Devlet Teşvikleri.

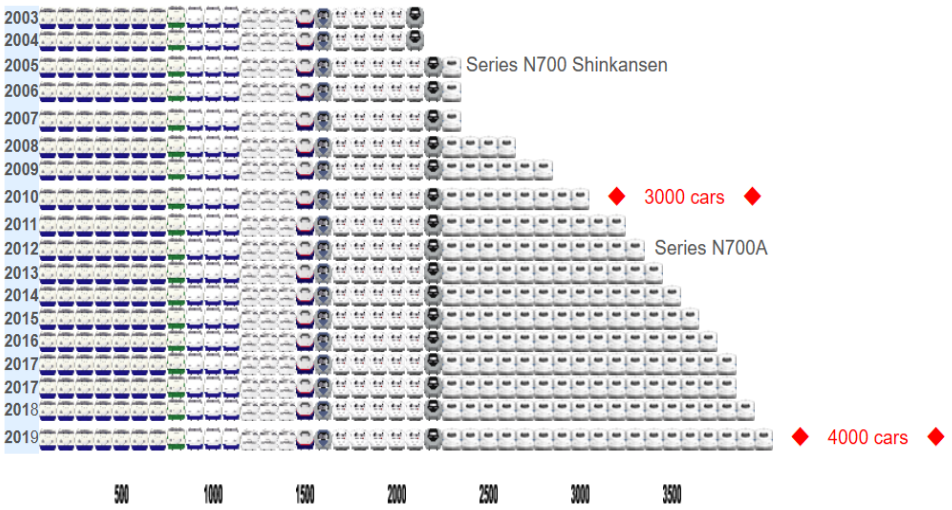
Başlangıçta ideal şartları karşılayan bir fabrika yeri, zamanla değişen çevre şartları, talep ve kaynaklarının yer ve hacimlerindeki değişmeler gibi nedenlerle bu özelliğini kaybedebilir (Kobu, 1999). Dolayısıyla her fabrikada olduğu gibi raylı sistem araç üretim tesisinde; bulunulan yerin uygunluğu, yer değiştirme ve diğer alternatifler üzerinde sık sık düşünülen sorunlardır.

2.4. Raylı Sistem Araç Üretim Tesisinin Kurulumu ve Gerçekleştirilen İşlemler

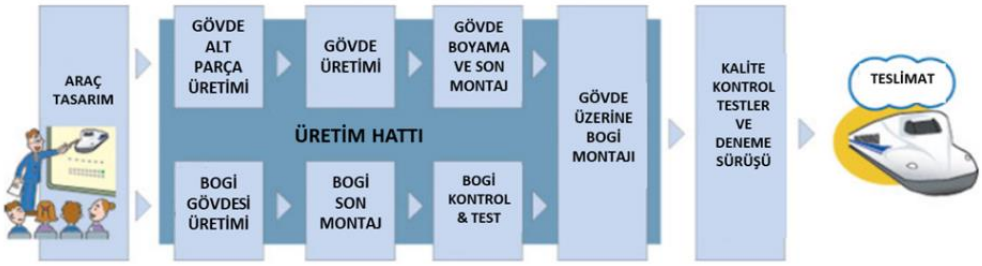
Dünyada raylı sistemler araç üreticilerinin kendi ülkelerinde yaptıkları üretimler genellikle entegre bir tesis içerisinde gerçekleştirilmektedir. Örnek vermek gerekirse, Japonya'da Shinkansen yüksek hızlı tren üretimini gerçekleştiren 1896 yılında kurulan Nippon Sharyo firması, toplam 316.000 metrekarelik TOYOKAWA entegre üretim tesisinde 1964 yılından 2 Ağustos 2019 tarihine kadar 4000'den fazla yüksek hızlı tren üretimi gerçekleştirmiştir.



Şekil 2.55. Japonya'da Nippon Sharyo firması üretim tesisi (Nippon Sharyo, 2020)



Şekil 2.56. Nippon Sharyo firması'nın yıllara dağıtılmış araç üretim sayıları (Nippon Sharyo, 2020)



Şekil 2.57. Nippon Sharyo firması'nın araç üretim süreçleri (Nippon Sharyo, 2020)

Entegre bir raylı sistem araç üretim tesisinde bulunan farklı atölyelerde özetle aşağıda belirtilen işlemler gerçekleştirilmektedir:

- Araç Gövdesi Üretim Atölyesi
    - Araç Gövdesi Alt Ekipmanların İmalat İşlemi
    - Araç Gövdesi Alt Ekipmanların Kaynak İşlemi
    - Araç Gövdesi Alt Ekipmanları Birleştirme (Evlendirme) Kaynak İşlemi
    - Araç Gövdesi Son İşleme İşlemi

- Araç Gövdesi Kumlama ve Boyama Atölyesi
    - Araç Gövdesi Kumlama İşlemi
    - Araç Gövdesi Boyama İşlemi

- Bogi Şasisi Üretim Atölyesi
    - Bogi Şasisi Alt Parça İmalatı İşlemi
    - Bogi Şasisi Alt Parçaların Kaynak İşlemi
    - Bogi Şasisi Alt Parçaları Birleştirme (Evlendirme) Kaynak İşlemi
    - Bogi Şasisi Isıl İşlem İşlemi
    - Bogi Şasisi Son Frezeleme İşlemi

- Bogi Şasisi Boyama ve Kumlama Atölyesi
    - Bogi Şasisi Kumlama İşlemi
    - Bogi Şasisi Boyama İşlemi

- Bogi Montaj Atölyesi
    - Bogi üstü Aks Tekerseti Montaj İşlemi
    - Bogi üstü Tesisat (pnömatik, hidrolik, elektrik) Montaj İşlemi
    - Bogi Dengeleme ve Test İşlemi

- Ekipman Hazırlama Atölyesi
    - Elektrik ve Kablolama (Harnessing) Hazırlık İşlemi
    - Araç üstü Montaj edilecek Ekipmanların Hazırlaması İşlemi

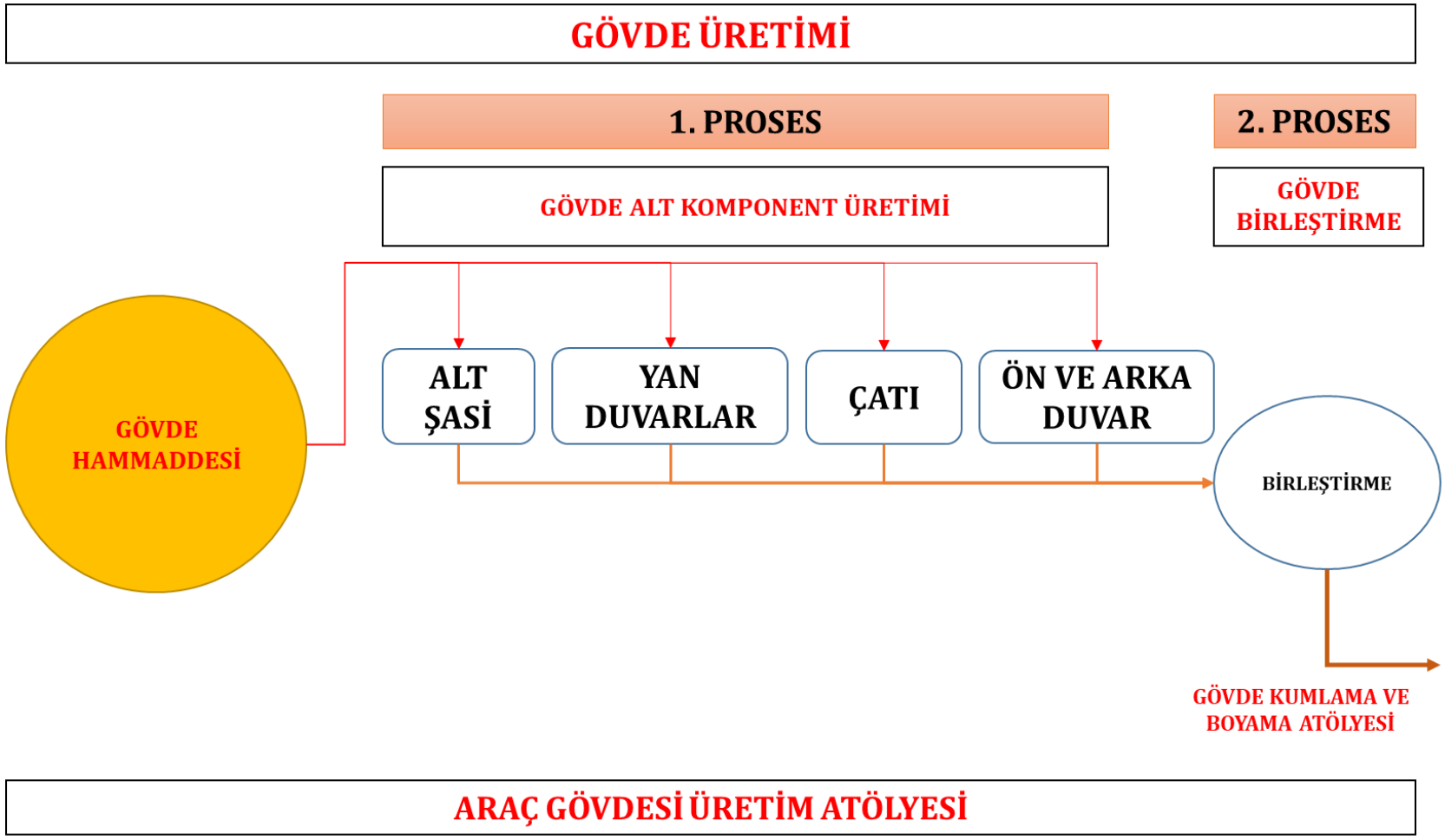
- Araç Gövdesi Son Montaj Atölyesi
    - Araç üstü Harnessing ve Kablolama İşlemi
    - Araç üstü Pnömatik Tesisat İşlemi
    - Araç üstü Elektrik Tesisat İşlemi
    - Araç üstü Giydirme İşlemleri
    - Araç üstü Ekipmanları Araç Gövdesine Montajı İşlemi
    - Araç bogilerininin Araç Gövdesine Montajı İşlemi

- Araç Kablolama ve Kalite Kontrol Atölyesi
    - Zil Testi
    - Dielektrik Testi
    - Su Sızdırmazlık Testi
    - Ağırlık Ölçüm Testi

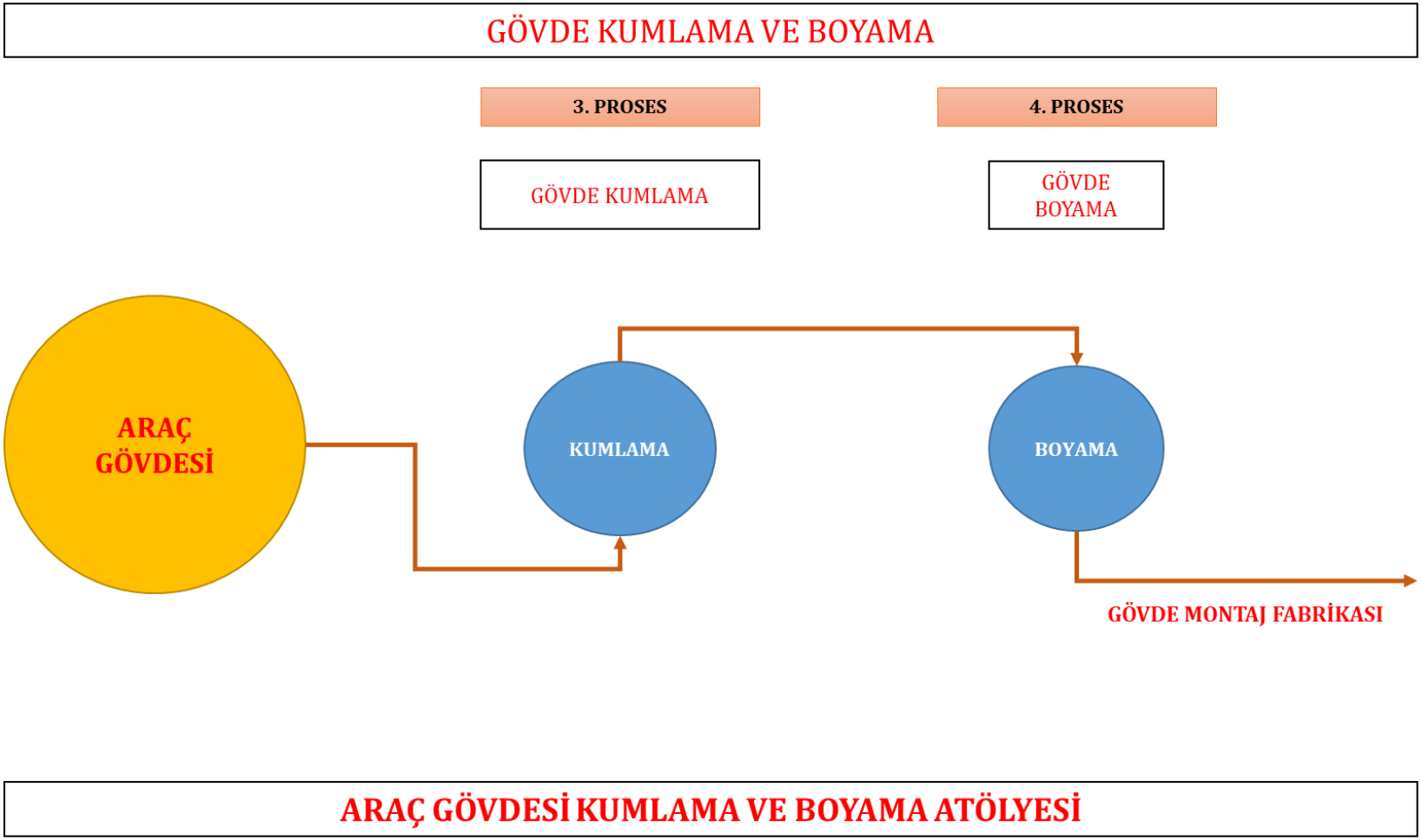
- Dizi (Tren Seti) Test Atölyesi
    - Araç Gövdelerin Fabrika Devreye Alma Öncesi Birleştirilmesi İşlemleri,
    - Dizilerin Devreye Alma İşlemleri,
    - Dizilerin Fabrika Statik ve Dinamik Tip Testleri
    - Dizilerin Fabrika Statik ve Dinamik Rutin Testleri

- Dizi (Tren Seti) Test Yolu
    - Dizilerin Fabrika Dinamik Tip Testleri
    - Dizilerin Fabrika Dinamik Rutin Testleri

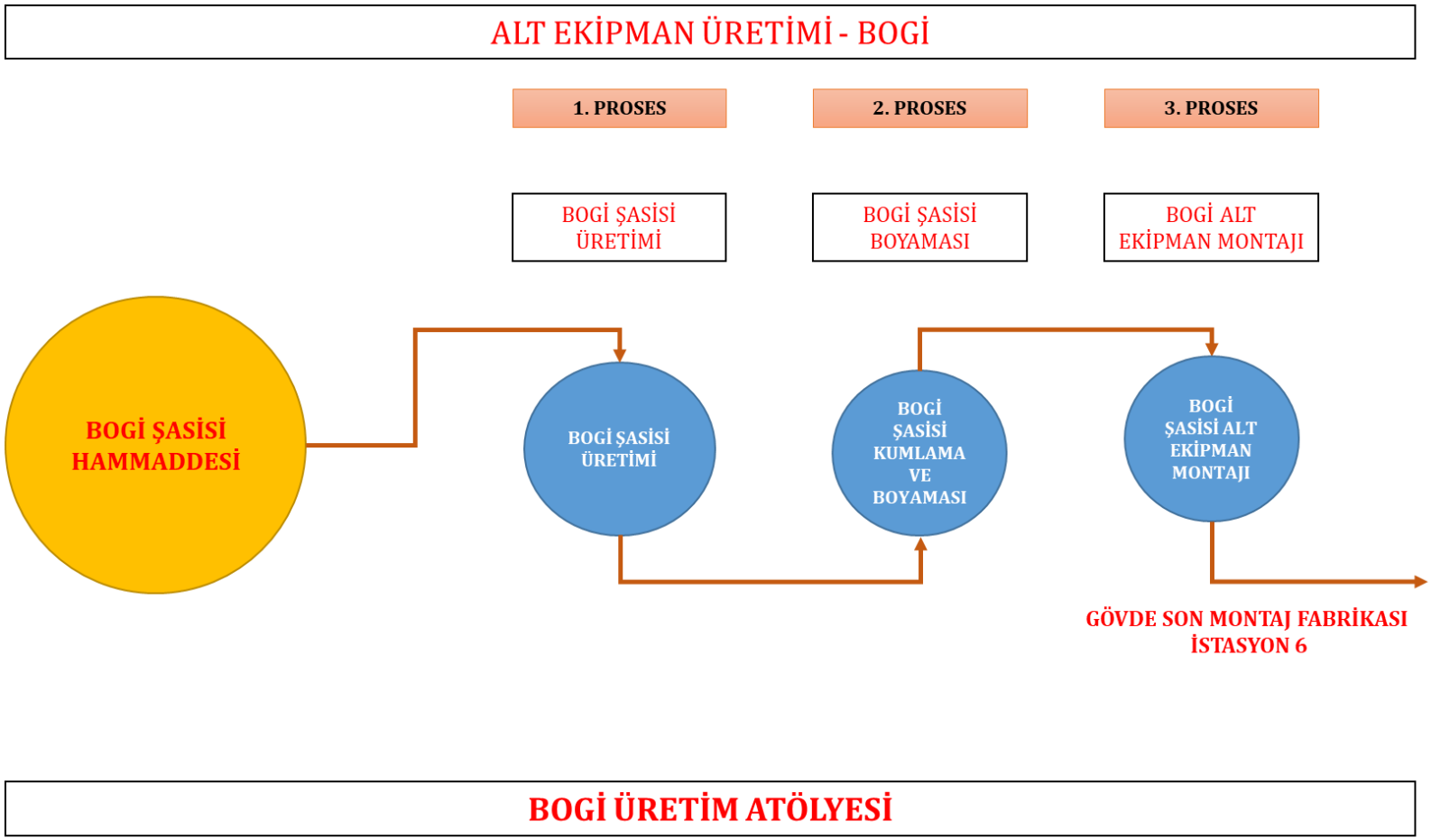
- Araç Stok ve Yükleme Alanı
    - Testleri Tamamlanmış Araç ve Dizilerin Sahaya Sevk ve Nakil İşlemleri



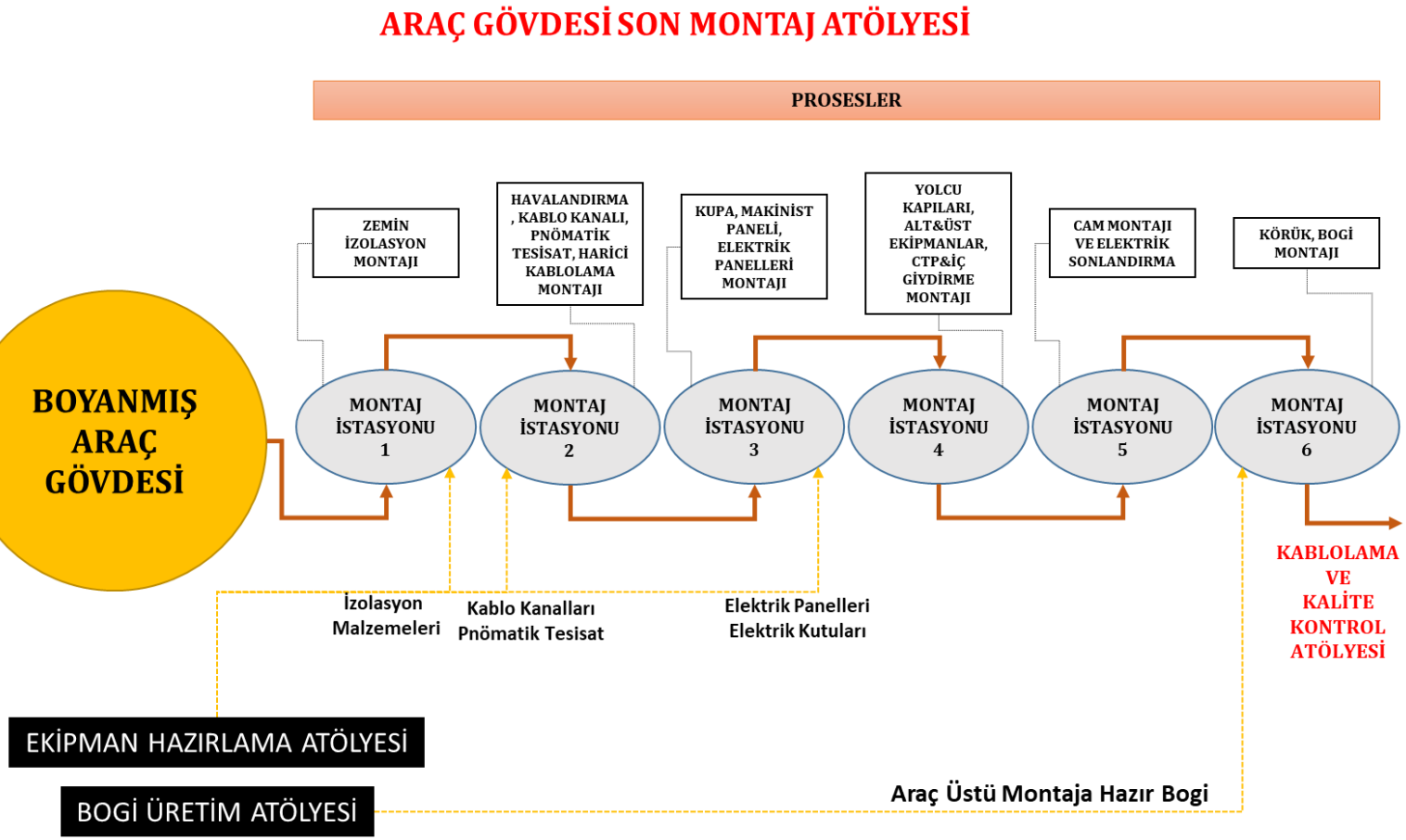
Şekil 2.58. Araç gövdesi üretim atölyesinde gerçekleştirilen işlemlerin gösterilimi



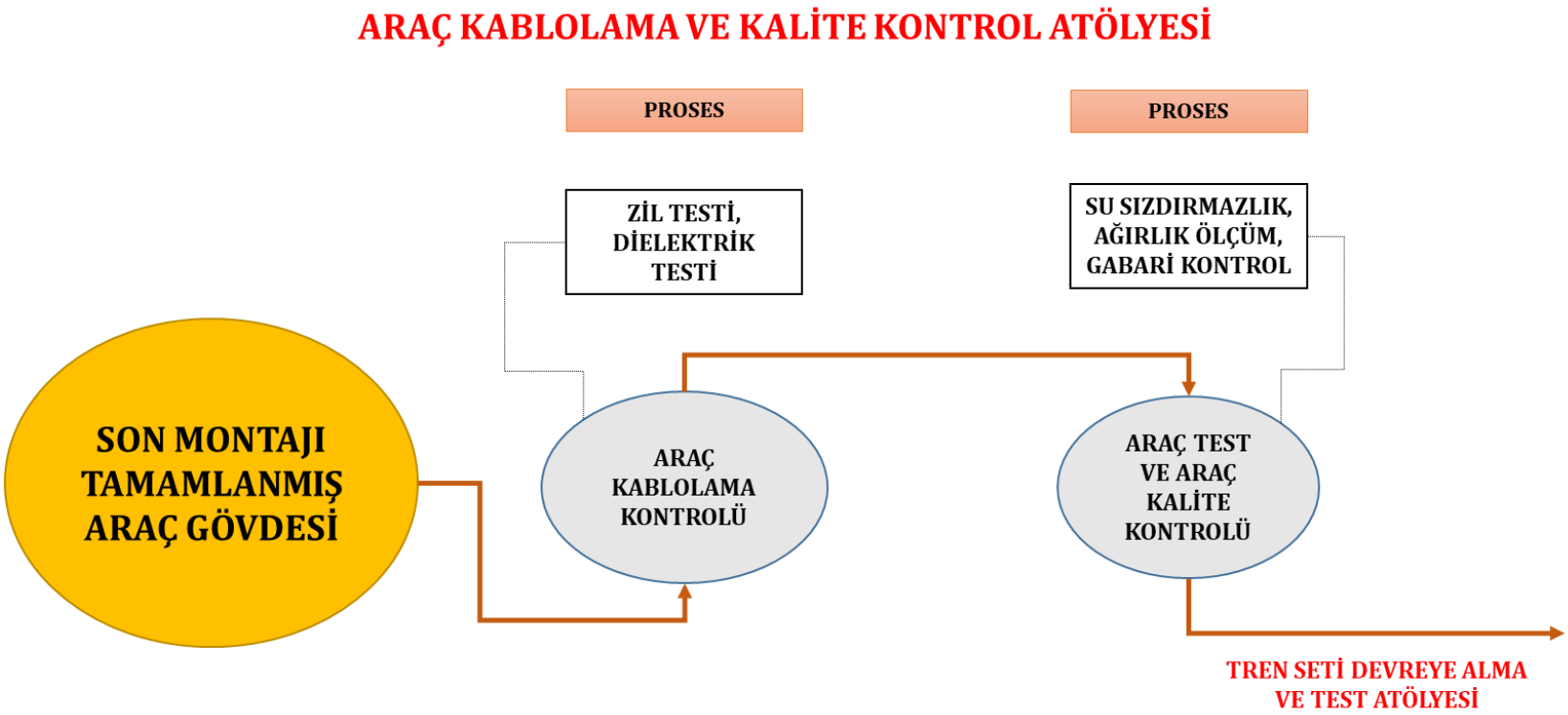
Şekil 2.59. Araç gövdesi kumlama ve boyama atölyesinde gerçekleştirilen işlemlerin gösterilimi



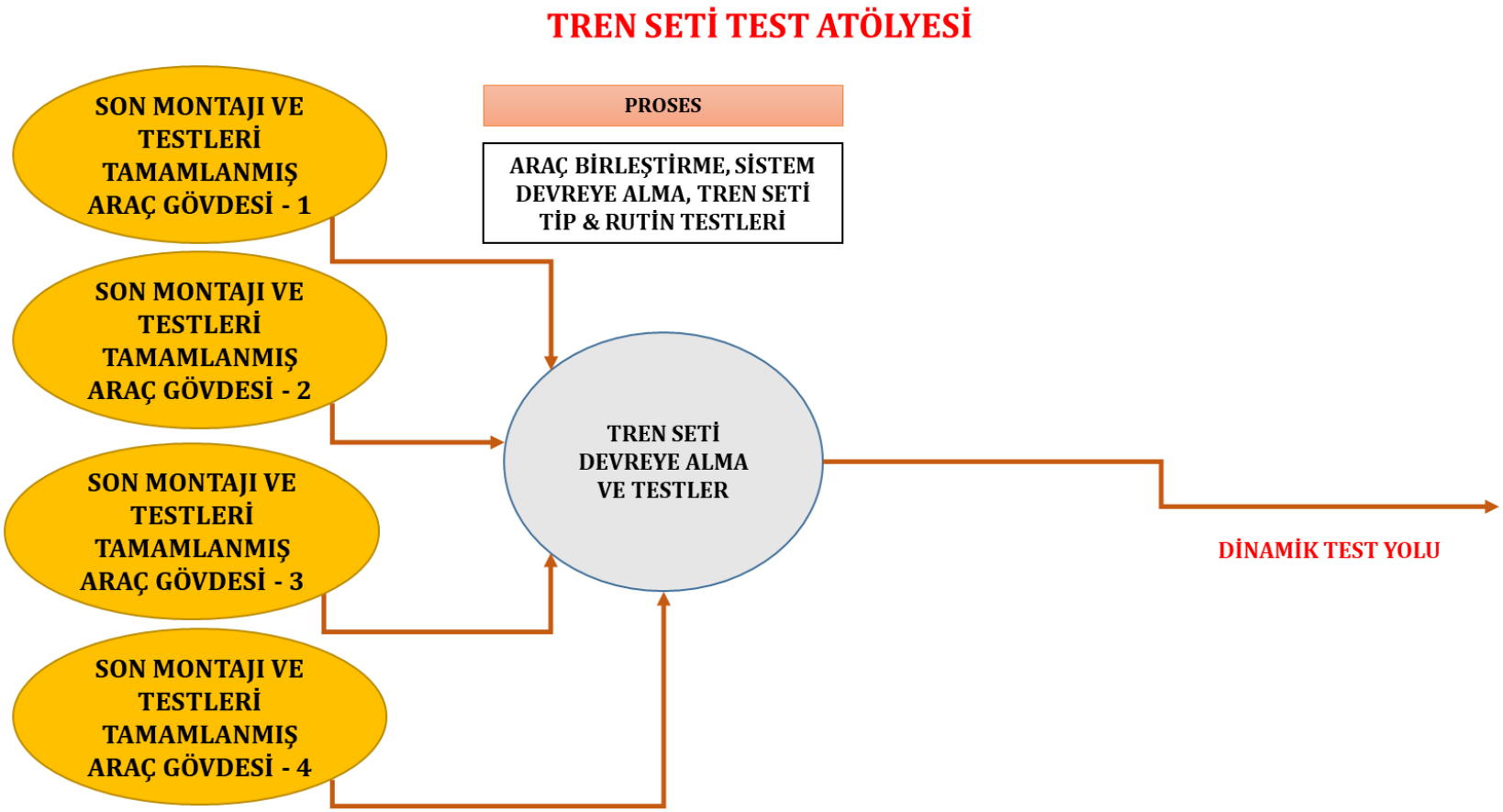
Şekil 2.60. Bogi üretim atölyesinde gerçekleştirilen işlemlerin gösterilimi



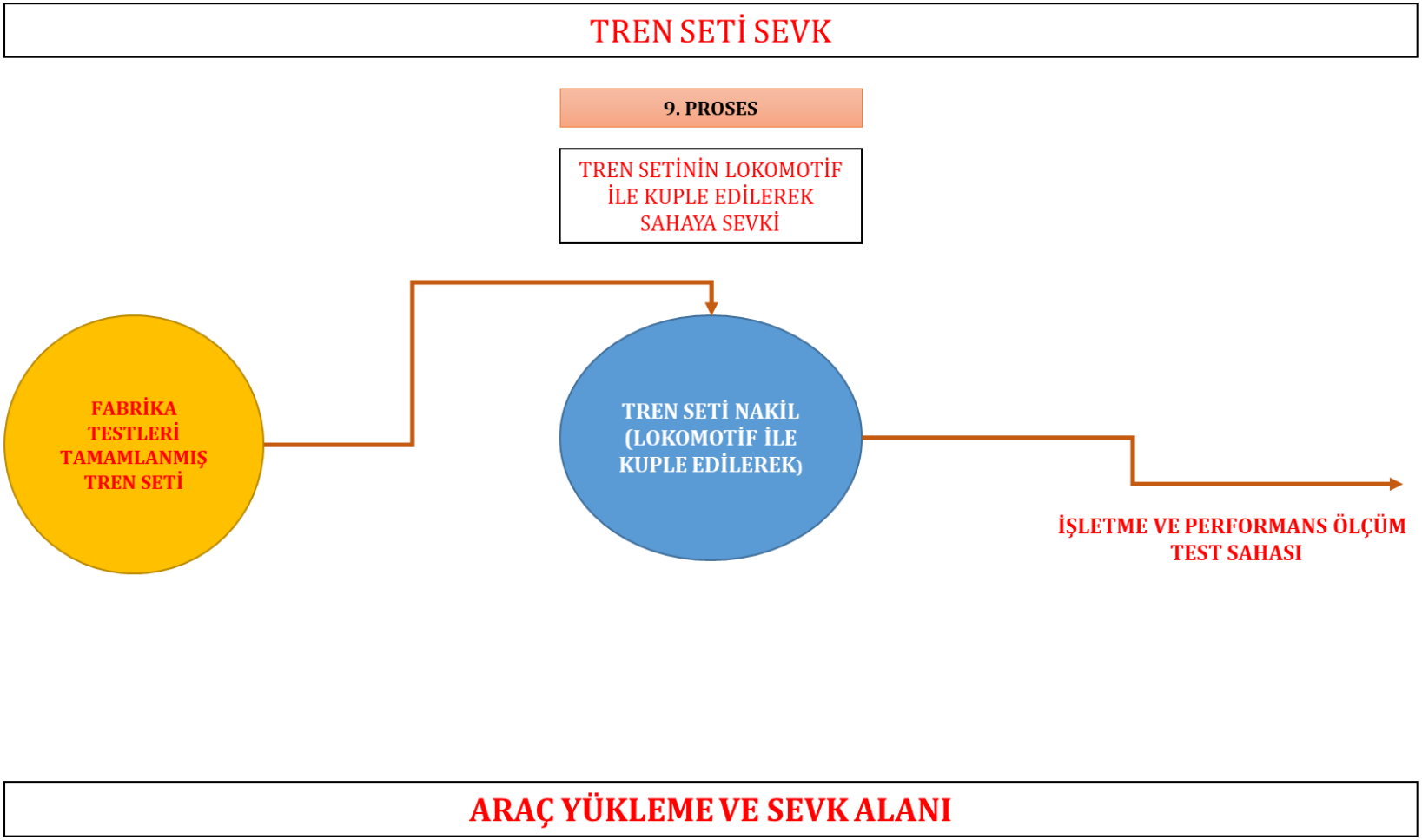
Şekil 2.61. Araç gövdesi son montaj atölyesinde gerçekleştirilen işlemlerin gösterilimi



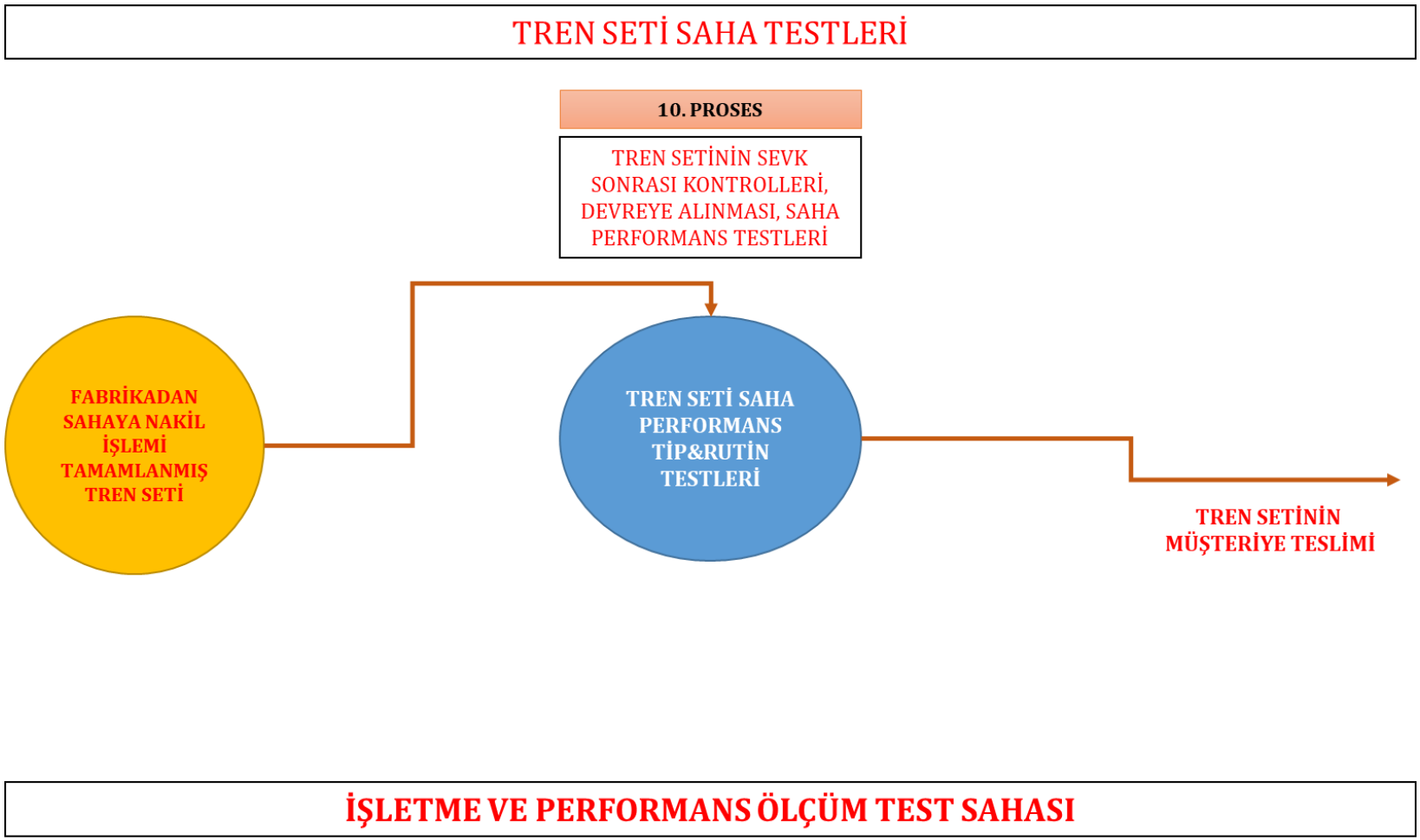
Şekil 2.62. Araç kablolama ve kalite kontrol atölyesinde gerçekleştirilen işlemlerin gösterilimi



Şekil 2.63. Dizi (Tren Seti) test atölyesinde gerçekleştirilen işlemlerin gösterilimi



Şekil 2.64. Araç yükleme ve sevk alanında gerçekleştirilen işlemlerin gösterilimi



Şekil 2.65. İşletme ve performans ölçüm test sahasında gerçekleştirilen işlemlerin gösterilimi

2.4.1. Araç gövdesi üretim atölyesi kurulumu ve gerçekleştirilen işlemler

Raylı sistem araçlarının gövde yapıları farklı tipte malzemelerden oluşabilmektedir. Son yıllarda hem ağırlık hem üretim kolaylığı açısından aliminyum gövdeler tercih ediliyor olsa da paslanmaz çelik gövdelerde müşteriler tarafından özellikle dayanım ve güvenlik açısından birçok raylı sistem araç projesinde kullanılmaktadır. Gövde atölyesi, farklı tipte raylı sistem araç gövdelerinin, gövde alt montajlarının ve imal edilen alt montaj ekipmanlarının birleştirilip gerekli üretim hızında ve kalitede araç gövdesinin imal edilmesi için gerekli donanıma, ekipmana, fikstürlere, evlendirme fikstürlerine, talaşlı imalat tezgahlarına, kaynak ekipmanlarına, kalite kontrol ve ölçüm ekipmanlarına ve nitelikli personele sahip olmalıdır.

Araç gövdesi üretim atölyesinde gerçekleştirilen işlemler:

- Araç Gövdesi Alt Ekipmanlarının İmalat ve Kaynak İşlemleri;
    - Alt Şasi (Underframe) Profillerinin Hazırlanması
    - Alt Şasi Profillerinin Fikstüre Montajı
    - Alt Şasi Profillerinin Fikstürde Aparatlarla Sabitlenmesi
    - Alt Şasi Profillerinin Kaynatılması
    - Alt Şasinin İşlenmesi
    - Alt Şasinin Kalite Kontrol Sürecinin Tamamlanması
    - Alt Şasinin Evlendirme Alanına Nakledilmesi
    - Yan Duvarların (Sağ ve Sol) Profillerinin Hazırlanması
    - Yan Duvar Profillerinin Fikstüre Montajı
    - Yan Duvar Profillerinin Fikstürde Aparatlarla Sabitlenmesi
    - Yan Duvar Profillerinin Kaynatılması
    - Yan Duvarların İşlenmesi
    - Yan Duvarların Kalite Kontrol Sürecinin Tamamlanması
    - Yan Duvarların Evlendirme Alanına Nakledilmesi
    - Üst Şasi- Çatı (Roof) Profillerinin Hazırlanması
    - Üst Şasi- Çatı Profillerinin Fikstüre Montajı
    - Üst Şasi- Çatı Profillerinin Fikstürde Aparatlarla Sabitlenmesi

- Üst Şasi- Çatı Profillerinin Kaynatılması
- Üst Şasinin- Çatının İşlenmesi
- Üst Şasinin- Çatının Kalite Kontrol Sürecinin Tamamlanması
- Üst Şasinin- Çatının Evlendirme Alanına Nakledilmesi
- Araç Sonu Duvar (End Cab&Sürücü Kabini) Profillerinin Hazırlanması
- Araç Sonu Duvar Profillerinin Fikstüre Montajı
- Araç Sonu Duvar Profillerinin Fikstürde Aparatlarla Sabitlenmesi
- Araç Sonu Duvar Profillerinin Kaynatılması
- Araç Sonu Duvarlarının İşlenmesi
- Araç Sonu Duvarlarının Kalite Kontrol Sürecinin Tamamlanması
- Araç Sonu Duvarlarının Evlendirme Alanına Nakledilmesi

- Araç Gövdesi Alt Ekipmanları Birleştirme (Evlendirme) Kaynak İşlemleri;
  - Alt Şasi&Yan Duvarlar&Çatı&En Cab Fikstüre Montajı
  - Alt Şasi & Yan Duvarlar & Çatı & En Cab Gövde Alt Ekipmanlarının Fikstürde Aparatlarla Sabitlenmesi
  - Alt Şasi & Yan Duvarlar & Çatı & En Cab Gövde Alt Ekipmanlarının İç Kaynak yapılması (Robot kaynak ve Manuel Kaynak)
  - Alt Şasi&Yan Duvarlar&Çatı&En Cab Gövde Alt Ekipmanlarının Dış Kaynak yapılması (Robot kaynak ve Manuel Kaynak)
  - Evlendirilen Araç Gövdesinin Kalite Kontrol Sürecinin Tamamlanması

2.4.2. Araç gövdesi kumlama ve boyama atölyesi kurulumu ve gerçekleştirilen işlemler

Araç gövdesi kumlama ve boya atölyesinde, istenilen üretim hızında araç gövdesinin kumlama ve boyama proseslerinin yapılması için gerekli yeterlikte donanım, ekipman, kabin, ölçüm cihazı ve nitelikli personel bulunmalıdır.

Araç gövdesi kumlama ve boyama atölyesinde gerçekleştirilen işlemler:

- Araç Gövdesinin Kumlanması İşlemleri;
    - Araç Gövdesinin Kumlanması
    - Araç Gövdesinin Astarlanması
    - Araç Gövdesinin Astarlanması sonrası Kuruması
    - Araç Gövdesinin Macunlanması
    - Araç Gövdesinin Gerekirse Tekrar Astarlanması
    - Araç Gövdesinin Astarlanması sonrası Kuruması
    - Gövde Kumlama ve Astarlama Kalite Kontrol Sürecinin Tamamlanması
    - Araç Gövdesinin Boyama Atölyesine Nakledilmesi

- Araç Gövdesinin Boyanması İşlemleri;
    - Araç Gövdesinin Maskelenmesi
    - Araç Gövdesinin Birinci Kat Boyanması
    - Araç Gövdesinin Şasi Altının Birinci Kat Ses İzolasyon Boyanması
    - Araç Gövdesinin Birinci Kat Boyasının Kuruması için Beklenilmesi
    - Araç Gövdesinin Birinci Kat Boya Kalite Kontrolünün Yapılması
    - Gerekirse Araç Gövdesinin İkinci Kat Boyanması
    - Araç Gövdesinin Şasi Altının İkinci Kat Ses İzolasyon Boyanması
    - Araç Gövdesinin İkinci Kat Boyanın Kuruması için Beklenilmesi
    - Araç Gövdesinin Final Boya Kalite Kontrolünün Yapılması
    - Araç Gövde Üstü Etiket ve Bantlama İşlemlerinin Yapılması
    - Gövdenin Son Montaj Atölyesine Nakledilmesi

2.4.3. Bogi şasisi üretim atölyesi kurulumu ve gerçekleştirilen işlemler

Bogi şasisi üretim atölyesi, raylı sistem araçlarında bulunan farklı tip araçlara ait farklı tasarıma sahip bogi şasilerinin imalatı için gerekli donanıma, ekipmana, fikstürlere, talaşlı imalat tezgahlarına, kaynak ekipmanlarına, kalite kontrol ve ölçüm ekipmanlarına ve nitelikli personele sahip olmalıdır.

Bogi şasisi üretim atölyesinde gerçekleştirilen işlemler:

- Saç Parçalar Üzerindeki İşlemler;
    - Saç Parçaların Kesimi
    - Saç Parçaların Bükümü
    - Saç Parçaların İşlenmesi
    - Saç Parçaların Kaynatılması

- Bogi Şasisinin Oluşturulması İşlemleri;
    - Bogi Şasisinin Kaynatılması
    - Bogi Şasisinin Boyut ve Kaynak Kontrolü
    - Bogi Şasisinin Doğrultulması (Isı Girdilerine Bağlı Olarak)
    - Bogi Şasisinin İşlenmesi
    - Bogi Şasisinin Son Kontrolü
    - Bogi Şasisinin Kumlama ve Boyama Atölyesine Nakledilmesi

2.4.4. Bogi şasisi kumlama ve boyama atölyesi kurulumu ve gerçekleştirilen işlemler

Bogi şasisi kumlama ve boya atölyesinde, istenilen üretim hızında araç bogilerinin kumlama ve boyama proseslerinin yapılması için gerekli yeterlikte donanım, ekipman, kabin, ölçüm cihazı ve nitelikli personel bulunmalıdır.

Bogi şasisi kumlama ve boyama atölyesinde gerçekleştirilen işlemler:

- Bogi Şasisinin Kumlanması İşlemleri;
    - Bogi Şasisinin Kumlanması
    - Bogi Şasisinin Astarlanması
    - Bogi Şasisinin Astarlanması sonrası Kuruması
    - Bogi Şasisinin Kumlama ve Astarlama Kalite Kontrol Sürecinin Tamamlanması
    - Bogi Şasisinin Boyama Atölyesine Nakledilmesi

- Bogi Şasisinin Boyanması İşlemleri;
    - Bogi Şasisinin Maskelenmesi ve Yüzey Temizliğinin Yapılması
    - Bogi Şasisinin Birinci Kat Boyanması
    - Bogi Şasisinin Birinci Kat Boyasının Kuruması için Beklenilmesi
    - Bogi Şasisinin Birinci Kat Boya Kalite Kontrolünün Yapılması
    - Gerekirse Bogi Şasisinin İkinci Kat Boyanması
    - Bogi Şasisinin İkinci Kat Boyanın Kuruması için Beklenilmesi
    - Bogi Şasisinin Final Boya Kalite Kontrolünün Yapılması
    - Bogi Şasisinin Son Montaj Atölyesine Nakledilmesi

2.4.5. Bogi montaj atölyesi kurulumu ve gerçekleştirilen işlemler

Bogi montaj atölyesi, raylı sistem aracının üretim hızına uygun olacak yeterlikte ve donanımda olmalıdır. Atölyede, bunun için gerekli tüm altyapı ve nitelikli personel bulunmalıdır.

Bogi montaj atölyesinde gerçekleştirilen işlemler:

- Bogi Tesisatların Yapılması İşlemleri;
    - Bogi Elektrik Sisteminin Tesisatları
    - Bogi Mekanik Sisteminin (Pnömatik ve Hidrolik) Tesisatları

- Bogi ekipman montaj işlemleri;
    - Birincil Süspansiyon Montajı
    - Aks Tekerset Montajı
    - İkincil Süspansiyon Montajı
    - Bogi Cer Kolları, Yanal ve Dikey Damperler, Aks Başı Topraklama Ünitesi, Hız Sensörleri vb. Diğer Ekipman Montajları

- Bogi kontrol ve ölçüm işlemleri;
    - Pres Altında Gerçekleştirilen Ölçümler
        - Araç Boş Ağırlığı Simüle Edilerek Gerçekleştirilen Ölçümler ve Kontroller
        - Araç Dolu Ağırlığı Simüle Edilerek Gerçekleştirilen Ölçümler ve Kontroller
    - Pres Altında Yapılan Ayarlamalar
        - Ray Freni Ayarı vb.

2.4.6. Ekipman hazırlama atölyesi kurulumu ve gerçekleştirilen işlemler

Ekipman hazırlama atölyesinde; ekipmanların gövde son montaj atölyesinde araçların üzerine yerleştirilmeden önceki son hazırlıkları yapılmaktadır. Kablo demetlerinin hazırlanması, elektrik panoları ve elektrik kutularının hazırlanması, kablolamanın araçlara montajı öncesi kalite kontrolü ve montaj öncesi hazırlık işlemleri gibi kablolama işlemleri burada gerçekleştirilir. Aynı zamanda, Pnömatik ve hidrolik tesistlar için gerekli olacak boru bükme işlemleri, tesisat hazırlama ve tesisat kontrolleri burada gerçekleştirilir. Ekipman hazırlama atölyesi, araç üretim hızına uygun nitelikte ve yeterlikte altyapıya ve donanıma sahip olmalıdır.

2.4.7. Araç gövdesi son montaj atölyesi kurulumu ve gerçekleştirilen işlemler

Araç montaj atölyesi, raylı sistem aracının üretim hızına uygun olacak yeterlikte ve donanımda olmalıdır. Atölyede, bunun için gerekli tüm altyapı, üretim bantları, montaj istasyonları, koltuk altı ambarları ve nitelikli personel bulunmalıdır.

Araç gövdesi son montaj atölyesinde gerçekleştirilen işlemler:

- Araç Gövdesi Zemin Montajı;
    - Zemin Altı İzolasyon Montajının Yapılması
    - Zemin Kauçuk Takozların Montajının Yapılması
    - Zemin Ahşap Montajının Yapılması
    - Zemin Macunlama ve Silikonlama İşleminin Yapılması
    - Zemin Kauçuk Kaplama İşleminin Yapılması
    - Zemin Kauçuk Kaplama Kaynağının Yapılması
    - Zemin Döşemesi Tamamlandıktan sonra Bekleme İşlemi
    - Zemin Kalite Kontrolünün Yapılması

- Araç Gövdesi İzolasyon Montajı;
    - İzolasyon Pini Montajının Yapılması
    - Yan Duvar İzolasyon Montajının Yapılması
    - Çatı İzolasyon Montajının Yapılması
    - İzolasyon Montajının Kalite Kontrolünün Yapılması

- Araç Gövdesi Havalandırma Kanalı Montajı;
    - Havalandırma Kanalı Montajının Yapılması
    - Havalandırma Kanalı İzolasyon Montajının Yapılması
    - Havalandırma Kanalı Montajının Kalite Kontrolünün Yapılması

- Araç Gövdesi Kablo Kanalı Montajı;
    - Araç İçi Kablo Kanallarının Araca Montajının Yapılması
    - Araç Altı Kablo Kanallarının Araca Montajının Yapılması
    - Araç Üstü Kablo Kanallarının Araca Montajının Yapılması
    - Kablo Kanalı Montajının Kalite Kontrolünün Yapılması

- Araç Gövdesi Pnömatik Tesisat Montajı;
    - Pnömatik Tesisatın Araca Montajının Yapılması
    - Pnömatik Tesisatın Hava Kaçağı Kontrolünün Yapılması

- Araç Gövdesi Harici Kablolamanın Montajı;
    - Araç İçi Kablo Kanalı Harici Kablo Demetlerinin Araca Montajının Yapılması
    - Araç Altı Kablo Kanalı Harici Kablo Demetlerinin Araca Montajının Yapılması
    - Araç Üstü Kablo Kanalı Harici Kablo Demetlerinin Araca Montajının Yapılması

- Sürücü Kabini Kablo Demetlerinin Montajı;
    - Kuplaj Ara Geçiş Elektriksel Bağlantılarının Yapılması
    - Sürücü Kabini Harici Kablo Demetlerinin Araca Montajının Yapılması

- Araç Gövdesi Kupa Montajı;
    - Kabin Kupa Montaj Yüzeyinin Temizlenmesi
    - Kabin Kupa İzolasyonunun Yapılması
    - Kabin Kupanın Montajının Yapılması
    - Montaj Ardından Beklemesi

- Araçta Makinist Paneli Montajı;
    - Makinist Paneli Mekanik Montajının Yapılması
    - Makinist Paneli Elektrik Montajının Yapılması

- Araçta Elektrik Paneli Montajı;
    - Panellerin Mekanik Montajının Yapılması
    - Panellerin Elektriksel Montajının Yapılması

- Araç Gövdesi Yolcu Kapılarının Montajı;
    - Yolcu Kapıları Panellerinin Montajının Yapılması
    - Yolcu Kapılarının Mekanizmalarının Montajının Yapılması
    - Yolcu Kapılarının Elektriksel Montajının ve Sonlandırılmasının Yapılması

- Araç Gövdesi Alt, Üst ve İç Ekipmanlarının (Yolcu Kabini Klima Sistemi, Sürücü Kabini Klima Sistemi, Kuplör, Yardımcı Güç Sistemi, Cer İnvertörü, Pantograf, Yolcu Bilgilendirme ve Anons Sistemi, Pnömatik Kompresör, CCTV Sistemi, Fren Sistemi, Fren Rezistörü, Yangın Algılama Sistemi, Elektriksel Bağlantı Kutuları, Batarya Kutusu, Yağlama Sistemi, Sinyalizasyon ve Telsiz Sistemi vb.) Montajı;
    - Ekipmanların Mekanik Montajının Yapılması
    - Ekipmanların Elektriksel Montajının ve Sonlandırılmasının Yapılması

- Araç Gövdesi CTP ve İç Giydirmelerinin Montajı;
    - Tutunma Borularının Montajının Yapılması
    - Tutamaklarların Montajının Yapılması
    - Seperatör Cam ve Braketlerinin Montajının Yapılması
    - Araç İçin Yan Kapaklarının Montajının Yapılması
    - Isıtıcıların Montajının Yapılması
    - Yolcu Koltuklarının Montajının Yapılması
    - Yolcu Kompartımanın İç Aydınlatma Montajının Yapılması
    - Yolcu Kompartımanı Etiketlerinin Montajının Yapılması
    - Yolcu Kompartımanı Acil Durma Kolu Montajının Yapılması

- Araç Gövdesi Dış Giydirmelerinin Montajı;
    - Yan Etek Montajının Yapılması
    - Far ve Sinyal Lambalarının Montajının Yapılması
    - Çatı Kapama Panellerinin Montajının Yapılması

- Araç Gövdesi Cam Montajı;
    - Ön Cam Montajının Yapılması
    - Yan Cam Montajının Yapılması

- Araç Gövdesi Elektrik Sonlandırmanın Yapılması

- Araç Gövdesi Körük Montajı

- Araç Gövdesine Boginin Montajı;
    - Boginin Araca Mekanik Bağlantısının Yapılması
    - Boginin Araca Elektriksel Bağlantısının Yapılması

2.4.8. Araç kablolama ve kalite kontrol atölyesi kurulumu ve gerçekleştirilen işlemler

Raylı sistem araç üretimi tesisinde, gerekli araç üretim hızına, kalite kriterlerine ve EN normlarına uygun olarak araç ve alt sistemlerine yönelik ölçümlerin, fabrika testlerinin, devre alma işlemlerinin, kalite kontrol işlemlerinin yapılabilmesi için gerekli tüm donanım ve ekipman bulunmalıdır. Ayrıca, bu işlemlerin yapılabilmesi için gerekli nitelikte kalite kontrol ve test personeli bulunmalıdır. Atölyede, dielektrik ve zil testinin gerçekleştirileceği tüm altyapı ve özel aparatlar (meger, dielektrik cihazı, vb.) bulunmalıdır.

Araç kablolama ve kalite kontrol atölyesinde gerçekleştirilen işlemler:

- Araçta Kablolama Testlerinin Yapılması;
    - Zil Testinin Gerçekleştirilmesi
        - Test Öncesi Konnektörlerin ve Bağlantiların Görsel Kontrolünün Yapılması
        - Bağlantı Noktaları Arası Süreklilik Testinin (pin-pin, 100% kontrol) Yapılması

- Dielektrik Testlerinin Gerçekleştirilmesi;
    - Dielektrik Cihazının Ölçüm Noktalarına Bağlantısının Yapılması
    - HV kablolarının Dielektrik Testinin Gerçekleştirilmesi
    - MV kablolarının Dielektrik Testinin Gerçekleştirilmesi
    - LV kablolarının Dielektrik Testinin Gerçekleştirilmesi
    - Sinyal kablolarının Dielektrik Testinin Gerçekleştirilmesi
    - Test Sonrası Dielektrik Cihazının ve Bağlantılarının Araçtan Sökümü
    - Test Noktalarındaki Elektriksel Bağlantıların Kontrolü

- Araçta Boyutsal Ölçüm ve Ağırlık Kontrollerinin Gerçekleştirilmesi;
    - Araç Ağırlık Ölçüm Kontrolünün Gerçekleştirilmesi

- Araçta Su Sızdırmazlık Kontrolünün Gerçekleştirilmesi

2.4.9. Dizi test atölyesi kurulumu ve gerçekleştirilen işlemler

Raylı sistem araçları üretim tesisinde, araçların birleştirilip dizi haline getirilmesinden sonra devre alma işlemleri, tip ve rutin testlerinin gerçekleştirilmesi için gerekli EN normlarına uygun olarak tüm donanım, ekipman ve altyapı bulunmalıdır. Atölyede, kanallı yollar ve araçların üstüne çıkılabilmesi amacıyla platformlar bulunmalıdır.

Dizi test atölyesinde gerçekleştirilen işlemler:

- Dizilerin Devreye Alma ve Test İşlemlerinin Gerçekleştirilmesi
- Dizilerin Düşük Gerilim Devreye Alma İşlemlerinin Gerçekleştirilmesi
- TCMS Devreye Alma ve Testlerinin Gerçekleştirilmesi
- Fren Sistemi Devreye Alma ve Testlerinin Gerçekleştirilmesi
- Pnömatik Sistem Devreye Alma ve Testlerinin Gerçekleştirilmesi
- Kapı Sistemi Devreye Alma ve Testlerinin Gerçekleştirilmesi
- Pantograf Sistemi Devreye Alma ve Testlerinin Gerçekleştirilmesi
- Yolcu Bilgilendirme ve Anons Sistemi Devreye Alma ve Testlerinin Gerçekleştirilmesi
- Transformatör Devreye Alma ve Testlerinin Gerçekleştirilmesi
- Cer Sistemi Devreye Alma ve Testlerinin Gerçekleştirilmesi
- Ön Dinamik Hareket Testlerinin Gerçekleştirilmesi

2.4.10. Dizi test yolu kurulumu ve gerçekleştirilen işlemler

Raylı sistem araç üretim tesisinde EN standartlarına uygun olarak araç cer performansı, fren performansı tip testlerinin ve araç rutin testlerinin yapılacağı eğimsiz düz test yolu bulunmalıdır. Bu test yolu ana üretim tesisi ile entegre olmalı ve üretilen araçlar diziler halinde kolaylıkla test yoluna giriş yapabilmelidir.

Dizi test yolunda gerçekleştirilen işlemler:

- Dizilerin Cer ve Fren Performans Testlerinin Gerçekleştirilmesi

2.4.11. Ekipman depolama ve kalite kontrol alanı kurulumu

Raylı sistem araç üretim tesisinde gerekli üretim hızına uygun olacak kapasitede, yeterlikte ve donanımda ekipman, sarf malzeme stok alanı (depo) ve depo yönetim sistemi (ERP, MRP vb.) bulunmalıdır. Depo için tüm güvenlik önlemleri alınmış olmalıdır. Ekipman ve sarf malzeme için açık ve kapalı stok alanı bulunmalıdır. Her ekipman ve sarf malzeme için stokta tutma koşullarına (nem oranı, sıcaklık vb.) uygun kapalı hacimler olmalıdır. Depolama alanı, gerekli üretim hızı gözetilerek malzeme, ekipman ve yedek parça stoku tutulabilecek kapasitede olmalıdır. Depolama alanında, üretim tesisinde ekipman sevkiyatında (iç lojistik) kullanılmak üzere gerekli tüm ekipmanlar, ekipman taşıma araçları vb. bulunmalıdır.

2.4.12. Araç stok ve yükleme alanı kurulumu

Raylı sistem araç üretim tesisinde belirli sayıda aracı tutabilecek şekilde açık ve güvenli park alanı bulunmalıdır. Üretim tesisinde, raylı sistem araçlarının transferi için çekici ve treylerin rahatlıkla yanaşmasına araçların güvenli bir şekilde çekicinin üzerine alınmasına imkan sağlayacak özellikte yükleme platformu ve donanım bulunmalıdır.

2.5. Dünyada Raylı Sistem Araç Üreticileri ve Üretim Fabrikaları

Raylı sistem araçları pazarında yer alan üreticiler arasında Alstom, Bombardier, CAF, CRRC, GE Transportation, Hyundai Rotem, Siemens, Stadler gibi firmalar bulunmaktadır. Söz konusu firmalar ülkelerinde raylı sistem aracı üreten tek marka olarak hem kendi yurt içi pazarlarına ürün tedarik etmekte hem de uluslararası pazara ihracat yapmaktadırlar (T.C. Kalkınma Bakanlığı, 2018). Örneğin, Almanya'da Siemens, Fransa'da Alstom, Çin'de CRRC vb. her ülkede tek firma raylı sistem araç üretiminde bulunmaktadır. Raylı sistem araç üretiminde ülkelerinde lider tek marka olan bu firmalar küme faaliyetleri kapsamında alt sistem tedarikçileri ile çalışarak küçük ve orta ölçekli birçok firmaya da büyük iş imkânları sunmaktadır. Söz konusu ülkelerdeki KOBİ'ler kendi ülkelerinin lider firmalarına teknik çözüm sağlarken dünya çapında tanınmış ve ihracat yapar konuma gelmişlerdir. İlgili nedenlerden dolayı söz konusu ülkelerde raylı sistem araç teknolojisi ekosistemi oluşmuştur. Bununla birlikte, aynı ülkede birden fazla raylı sistem aracı üreten firmanın bulunması durumunda ise piyasada gerçekçi fizibiliteler yapılmadan rekabetçi tekliflerin ortaya çıktığı görülmüş, raylı sistem araç fiyatları önemli ölçüde azalmış neticede de iflas eden firmalar piyasadan silinmiştir (T.C. Kalkınma Bakanlığı, 2018). Araç ana yüklenicisi firmaların teknoloji ve finans açısından güçlü olmadığı bu tip ülkelerde bu alanda faaliyet gösteren KOBİ'ler de zarar görmüştür. Bu kapsamda, global pazarda raylı sistem araç üreticisi firmaların satış, çalışan sayısı gibi göstergeleri incelendiğinde söz konusu durum daha iyi anlaşılmaktadır (T.C. Kalkınma Bakanlığı, 2018).

2.5.1. CRRC firması

Çin'deki CRRC firması 46 adet alt firması ile 183.061 çalışana sahip (Wikipedia, 2020) dünyanın en büyük raylı sistem aracı üreticisidir. 2015 yılının haziran ayında Çin'in en büyük iki raylı sistem araç üreticisi olan CNR ve CSR firmalarının birleşmesi sonucu kurulmuştur. Çin'deki raylı sistemler araç pazar ihtiyacının 90%'ı CRRC tarafından karşılanmaktadır. 2015 verilerine göre 37,8 milyar dolar geliri ile Fortune Global 500 listesinde 266. Sırada yer almaktadır.

Firmanın Ar-Ge harcaması yıllık 1,4 milyar dolara ulaşmaktadır (T.C. Kalkınma Bakanlığı, 2018).

2.5.2. Bombardier firması

Bombardier firması 1942 yılında kurulmuştur. Demiryolu teknolojisinde en önemli firmalardan birisidir. Hafif raylı araçlar, metrolar, banliyo, bölgesel ve şehirlerarası trenler, yüksek hızlı trenler, lokomotif üretimleri ile raylı sistem araçlarında en geniş ürün yelpazesine sahip firmadır. Dünya genelinde 28 farklı ülkede 60 adet tasarım ve üretim tesisi bulunmaktadır (T.C. Kalkınma Bakanlığı, 2018). 37.000 çalışanı ile şimdiye kadar 100.000 adet raylı araç sistemi Bombardier firması tarafından kullanıma sunulmuştur. 2017 yılının ilk 9 ayında 6 milyar dolar gelir elde etmiştir. Bombardier firması Siemens'in ICE3 ve Alstom'un TGV'si de dahil olmak üzere dünya çapında yüksek hızlı trenlerin üretimine katkıda bulunmuştur. Cer konvertörleri, yardımcı güç sistemleri, cer sürücüleri, kontrol ve haberleşme sistemleri gibi raylı sistem araçlarının sistem ve ekipman üretimlerini gerçekleştirmektedir.

1995 yılında Ankara'da Türkiye'nin ilk metro sistemini Bombardier kurmuştur. İstanbul, Ankara, İzmir, Adana, Eskişehir ve Bursa'da hafif raylı ulaşım ve tramvay sistemleri geliştirmiştir. 2008 yılında İstanbul'da açılan Bombardier Global Satın Alma Ofisi, Bombardier'in dünya pazarlarındaki projeleri için uzun vadeli iş birliği yapabileceği potansiyel Türk imalatçıları belirlemek ve geliştirmek üzere faaliyet göstermektedir (Altay, 2014).

2.5.3. Alstom firması

Alstom firması dünyanın önde gelen raylı sistem araç üreticisidir. Fransız firma; tramvay, metro, banliyö, hızlı tren, yüksek hızlı tren, lokomotif üretimi yaparak neredeyse tüm raylı araç sistem platformlarına yönelik çözümler üretmektedir. Yüksek hızlı tren hattına araç üreten (TGV) Avrupalı ilk firmadır. Dünyada farklı ülkelerde diğer raylı sistem araç üreticileri ile iş birliği yaparak yüksek hızlı tren üretimleri gerçekleştirmiştir. Güney Kore'ye push-pull (çeken-çekilen) tipindeki

yüksek hızlı trenin (KTX) teknoloji transferini 46 setlik alım karşılığı gerçekleştirmiştir. İspanya'da CAF ile beraber AVE yüksek hızlı trenlerini, Çin'de CNR ile beraber CRH yüksek hızlı trenlerini üretmişlerdir. Demiryollarında raylı sistem araç üretiminden farklı olarak sinyalizasyon, bakım, modernizasyon, sistem, ekipman ve altyapı hizmetlerini de sağlayabilmektedir. Alstom firması; kapı, fren ve tuvalet alt sistemleri hariç tüm kritik teknolojileri kendi bünyesinde üretmektedir (T.C. Kalkınma Bakanlığı, 2018). Demiryolları pazarında 2015-2016 yılları arasında 6,9 milyar avro, 2016-2017 yılları arasında ise %6 oranında artışla 7,3 milyar avro satış gerçekleştirmiş ve 10 milyar avro değerinde sipariş almıştır. Satış gelirlerinin yaklaşık yarısını (46%) raylı sistem araç satışlarından elde etmektedir. Dünya genelinde 60 farklı ülkede 31.000 çalışanı olup, 21.250 çalışanı Avrupa'da yerleşik bulunmaktadır.

2.5.4. GE Transportation firması

GE Transportation firmasında yaklaşık 10.000 çalışan olup 60 farklı ülkede faaliyet göstermektedir. Genel merkezi Amerika Birleşik Devletlerindedir. Firma dizel elektrikli lokomotif üretmektedir. 2016 yılında 4,7 milyar dolar gelir etmiştir. 2016 yılı itibari ile 20 milyar doların üzerinde sözleşme yapmıştır (T.C. Kalkınma Bakanlığı, 2018).

2.5.5. Siemens firması

Siemens firması, dünyanın önde gelen raylı sistem araç, araç üstü sistem, ekipman üreticisidir. Alman firma; tramvay, metro, banliyö, hızlı tren, yüksek hızlı tren, lokomotif üretimi yaparak neredeyse tüm raylı araç sistem platformlarına yönelik çözümler tasarlayarak üretmektedir. Siemens demiryolu teknolojisi konusunda ileri düzeyde bir firmadır. Araç üretiminden farklı olarak araç üstü ve hat sinyalizasyon sistemleri, bakım, modernizasyon, sistem ve ekipman üretimi ile altyapı hizmetlerini de sağlayabilmektedir. Yerlileştirme ve teknoloji transferi konusunda dünya genelinde önemli tecrübeleri vardır. Velaro marka yüksek hızlı trenlerin üretimi Çin'de Tangchan'da gerçekleştirilmiştir. Amerika Birleşik Devletleri'nde Amtrak için lokomotif üretimi Sacramentao'daki

fabrikasında gerçekleştirilmiştir. Firmanın mobility alanındaki 2017 yılı geliri 8 milyar avrodur (T.C. Kalkınma Bakanlığı, 2018).

2.5.6. Hyundai-Rotem firması

1977 yılında kurulan firma, ilk milli dizel lokomotifi 1979'da üretmiştir. Firmanın portföyünde; yüksek hızlı tren, banliyö ve şehirlerarası trenler, tramvay, DMU, lokomotif, yük vagonu bulunmaktadır. 36 farklı ülkeye ihracat yapmaktadır. Firma raylı araç sistemlerindeki kritik teknolojilerden tren kontrol ve yönetim sistemi, cer motoru, cer sistemi, yardımcı güç ünitesi gibi alt bileşenleri yerlileştirmiştir. Sinyalizasyon, haberleşme, gibi teknolojileri üretme ve geliştirme kabiliyetine sahiptir. 1998 yılında KTX trenlerinin teknoloji transferi yöntemi ile üretilmesinde görev almıştır (T.C. Kalkınma Bakanlığı, 2018).

Türkiye'de kurulan Hyundai Eurotem firması ile modern demiryolu taşıtlarının seri üretilmesinde öncü olmuştur. Türkiye'de üretimini gerçekleştirdikleri projeler;

- 92 adet İstanbul metro aracı,
- 96 adet TCDD banliyö aracı,
- 440 adet Marmaray banliyö aracı,
- 120 adet İzban banliyö aracı,
- 68 adet İstanbul metro aracı,
- TÜVASAŞ ile 84 adet üçlü ve dörtlü dizel tren setleri,
- TÜLOMSAŞ ile 80 adet elektrikli lokomotif,
- 18 adet Antalya tramvayı,
- 38 adet İzmir tramvayı,
- 120 adet İstanbul metro araçları.

2.5.7. Stadler firması

1942 yılında kurulan İsviçreli firma, 11 farklı lokasyonda raylı araç sistemleri üretmektedir. Günümüzde yaklaşık 7000 çalışanı bulunmaktadır. Üretilen raylı

araç sistemleri arasında yüksek hızlı tren, elektrikli tren setleri, lokomotifler, tramvay bulunmaktadır. 2016 yılında 5,1 milyar dolarlık sipariş almıştır.

2.5.8. CAF firması

İspanyol firma tüm raylı sistem araçlarının (yüksek hızlı tren, elektrikli lokomotif, dizel elektrikli lokomotif, manevra lokomotifi, EMU, DMU, yük vagonu ve yolcu vagonu) tasarım ve üretimini gerçekleştirmektedir. Ayrıca, demiryollarında altyapı ve üstyapı sistemleri (raylar, köprüler, SCADA sistemleri, trafo merkezleri, hat elektrifikasyonu, sinyalizasyon vb.) için çözümler ve üretimler gerçekleştirmektedir. Toplam 3.800 çalışanı bulunmaktadır (T.C. Kalkınma Bakanlığı, 2018). 2014 yılı cirosu 4,6 milyar avrodur. Türkiye pazarında hızlı tren, metro ve tramvay araçları ile mevcuttur. Raylı sistem araçlarının bogi, tekerlek, aks, kuplör gibi alt ekipman imalatları yapmaktadırlar. Dış tedarikçilerden kapı, fren ve klima sistemleri temin edilmektedir (T.C. Kalkınma Bakanlığı, 2018). Araç modernizasyonları için çözümler sunabilme yeteneğine sahiptir. Dünya genelinde yaklaşık 40 depo alanında tüm raylı sistem araç tipleri için bakım işlerini gerçekleştirebilmektedir. Bakım tesisi kurma veya mevcut tesisi modernize etme yeteneğine sahiptir. CAF firması, proje kapsamındaki tüm alt sistemlerin inşa işlerinden demiryolu işletimine kadar olan süreçte; elektrifikasyon, sinyalizasyon, haberleşme dahil entegrasyon ve uyumluluğunu sağlayabilmektedir. CAF firması, küresel ölçekte gerçekleştirdiği teknoloji transferi ve yerlileştirme çalışmaları kapsamında Brezilya, Fransa, ABD ve Meksika'da çeşitli ortaklıklar kurmuştur.

2.6. Raylı Sistem Araçlarında Bulunan Kritik Sistemler

2.6.1. TCMS (Tren kontrol ve izleme sistemi)

Tren kontrol ve izleme sistemleri, isminden de anlaşılabileceği üzere, merkezi bir tren denetim sistemidir. İçerisinde, çeşitli gerilimlerde ve formda elektronik sinyalleri okuyabilen yapıları içerirken aynı zamanda çeşitli gerilimlerde ve formlarda kontrol ve denetleme sinyalleri üretebilmektedir. (Tiftikçi, 2013)

Görevlerine göre dağıtık yapıların bulunduğu bu sistemlerde, çok fazla miktarda sayısal giriş/çıkışa olanak tanıyan yapılar bulunmakla birlikte bu dağıtık yapıdaki birimlerle sürekli olarak veri iletişimi sağlanmıştır. Tasarlanan cihazlar, herhangi bir tren için özel tasarım olmadığı için çeşitli lokomotif, dizi veya metro sistemlerinde kullanılabilmektedir. Güvenliği artırılmış elektronik devreler ve algoritmalar içermektedir. (Tiftikçi, 2013)

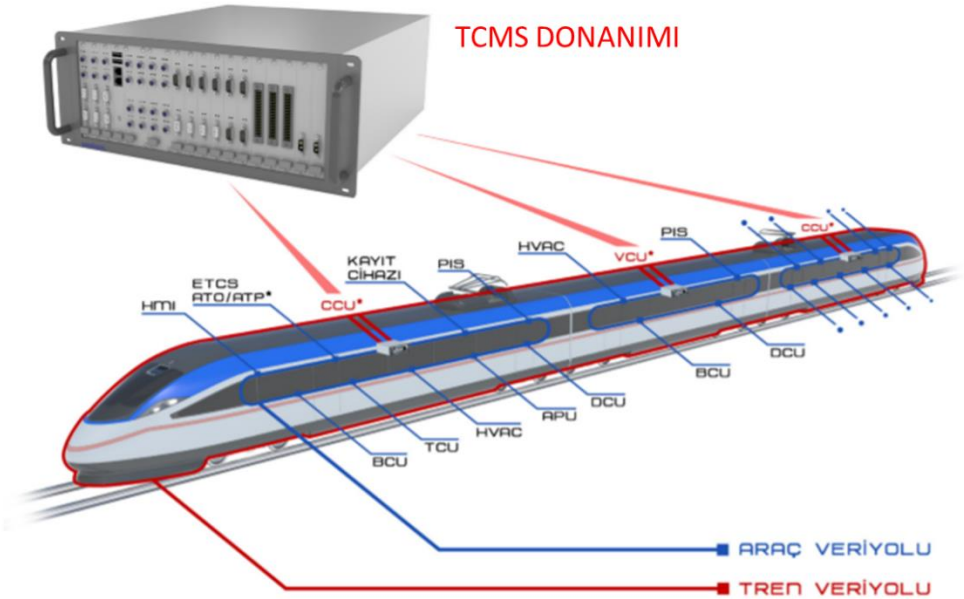
Tren kontrol ve izleme sistemi, raylı ulaşım araçları için kabul görmüş standartlarca (IEC61508, EN50155 gibi) tariflenen yüksek emniyet ve güvenilirlik seviyelerine sahip olmalıdır.

Tren kontrol ve izleme sistemlerinin temel görevleri ise; (Tiftikçi, 2013)

- Hata tanılama ve günlükleme,
- Kontrol; tren kontrolü (Çekiş/fren kontrolü, hız/tork kontrolü, yağlama vb.), ekipman kontrolü (İklimlendirme, yardımcı üniteler, batarya şarj, kompresör, pantograf, kapılar vb.), aydınlatma, haberleşme, yolcu bilgilendirme (sesli ve/veya görüntülü) kontrolü,
- İzleme; kontrol devrelerinin durumları, ekipman durumları, sistem sağlığı, alarm durumları,
- Makinist ve bakım bilgilendirme desteği; hız bilgisi, çekiş/frenleme ünitelerinin durumları, tekerlek kayma/kızaklama, bogilerin stabilitesi, güç kaynakları, kompresör, iklimlendirme cihazlarının durumları, tren

sürüş hazırlık ve hata tanılama/giderme yardımı, ekipman ve alt sistemlere ilişkin verilerin depolanması, hata/olay kaydı,

- Çalışma koşullarını izleme ve tren izleme merkezine aktarma.

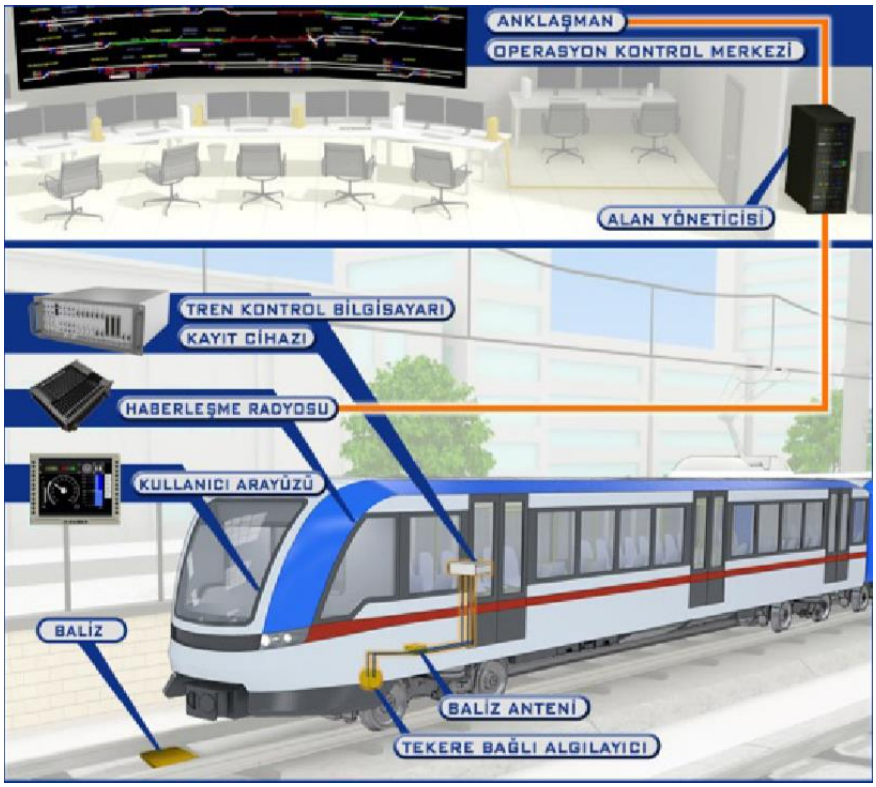


Şekil 2.66. Örnek bir TCMS konfigürasyonu ve donanımı (Aselsan-UGES-CMS, 2017)

2.6.2. Sinyalizasyon sistemi

Raylı sistem araçlarının emniyetli bir şekilde demiryollarında seyretmeleri için araçların üzerlerinde sinyalizasyon sisteminden gelen bilgileri alan ve bu bilgilere uygun olarak araçların/trenlerin hareket etmesine onay veren veya yönlendiren sistem; araç üstü sinyalizasyon sistemidir.

Araç üstü sinyalizasyon sistemi, makinistin treni sürdüğü sistemlerde hız sınırına veya diğer emniyet kurallarına uyulmadığı zaman önce makinisti uyarırlar ve sinyal sistemine göre bir hata (hat üzerinde bir engel algılanması, tanımlanmış maksimum hızı aşma vb.) gördükleri an treni duracak ya da hıza müdahale edecek şekilde tasarlanırlar.

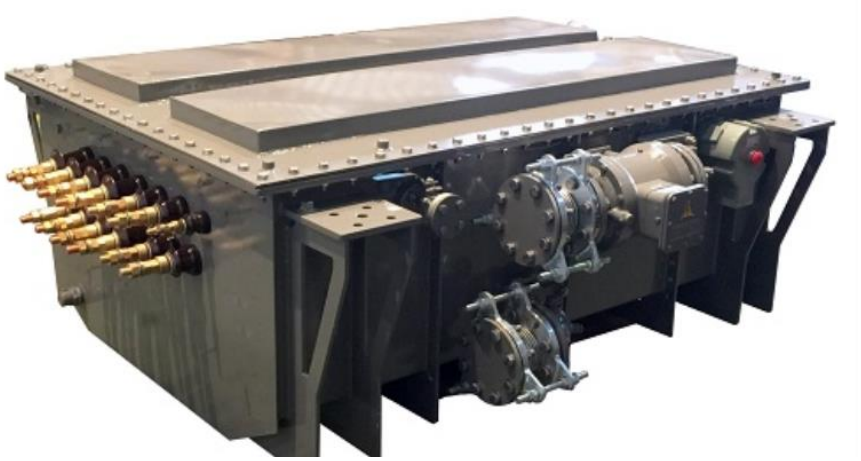


Şekil 2.67. Örnek bir sinyalizasyon sistemi konfigürasyonu (Aselsan-UGES-KRUSS, 2017)

2.6.3. Güç besleme sistemi ve güç trafosu

Türkiye'de konvansiyonel demiryolları hatlarında 25 KV tek faz AC besleme gerilimi kullanılmaktadır. 25KVAC tek faz besleme gerilimi, konvansiyonel demiryolları ağında çalışan bölgesel tren setleri, hızlı tren setlerinde bulunan güç trafosu sayesinde, güç elektroniği elemanlarına ve yapılarına gerekli beslemeyi sağlamaktadır.

Güç trafosu'nun bir çıkışında ilgili araçların cer konvertör/invertörü (C/I) sistemi ve diğer çıkışında da yine ilgili araçların yardımcı güç besleme sistemi (yardımcı konvertör sistemi) bulunmaktadır. Cer konvertör/invertör sistemleri, raylı sistem araçlarında motor sürüşü için gerekli beslemenin oluşturulmasını sağlamaktadır. Yardımcı konvertör sistemi de raylı sistem araçlarında motor haricindeki gerekli olan tüm besleme gerilimlerinin oluşmasını sağlamaktadır.
Şekil 2.68'de raylı sistem araçlarında kullanılan güç trafosuna bir örnek gösterilmiştir.

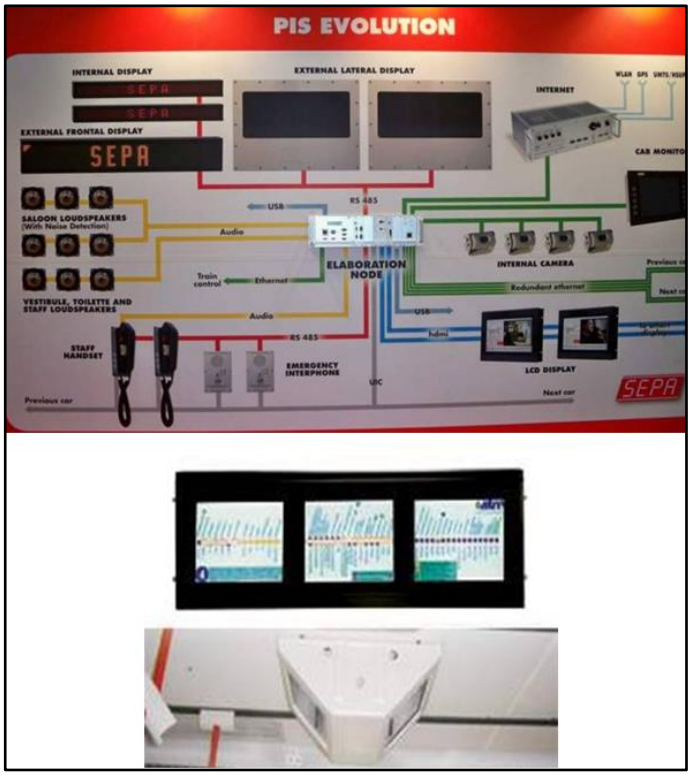


Şekil 2.68. Örnek bir güç trafosu

2.6.4. Bilgilendirme ve kamera sistemi

Bilgilendirme ve kamera sistemi; raylı sistem araçlarında seyahat eden ve istasyonlarda bekleyen yolcuların bilgilendirilmesi amacıyla araçlarda kullanılan bir sistemdir. Bu sistem iç ve dış kameraları da içermektedir. Sistem sayesinde istasyonda ve araç içerisinde seyahat eden yolcular, araçların içinde ve dışa bakan yüzeylerde bulunan yolcu bilgilendirme ekranları sayesinde görsel olarak bilgilendirilmektedir. Ayrıca, araçlarda bulunan iç ve dış hoparlörler sayesinde sesli olarak gidilecek istasyondan, varılacak istasyondan veya önemli durumlarda makinistin vereceği bilgilerden yolcular haberdar olabilmektedir. Acil durumlarda bu sistemde bulunan acil konuşma üniteleri sayesinde makinist ile yolcular iletişim kurabilmektedir. Araç içinde bulunan kameralar yolcuların güven içinde seyahat etmelerini sağlamaktadır. Kamera sistemi, aracın hareket ettiği hattı ve makinisti de kaydetmektedir. Bu sayede oluşan kaza veya herhangi bir adli olayda kanıt olarak kamera kayıtları kullanılmaktadır.

(Şekil 2.69)'da raylı sistem araçlarında kullanılan bilgilendirme sistemi konfigürasyonuna bir örnek gösterilmiştir.



Şekil 2.69. Örnek bir bilgilendirme sistemi

Genel olarak sistem içerisinde bulunan alt komponentler:

- İç ve dış kameralar,
- Kamera görüntülerini kayıt cihazı (DVR),
- İç ve dış hoparlörler,
- İç ve dış bilgilendirme LED ekranları,
- Araç içi LCD ekranlar (bilgilendirme ve reklam amaçlı),
- Dış bilgilendirme LED ekranları (araç önü ve yan tarafı),
- Data ve görüntü aktarım switchi,
- Sistem bilgisayarı.

2.6.5. İç ve dış aydınlatma sistemi

Raylı sistem araçlarında dış aydınlatma sistemi güvenli sürüş sağlamak amacıyla kullanılır. Aracın hareket yönünde sürücünün görüş kalitesini arttırdığı gibi aracın hareketleri konusunda çevresindeki uyarır.

İç ve dış aydınlatma sisteminin bazı alt komponentleri:

- Ön far,
- Tepe lambası,
- Stop lambası,
- Sinyal lambası,
- Sınır lambaları,
- Kapı üstü uyarı lambaları,
- Yolcu iç aydınlatma LED ve armatürleri,

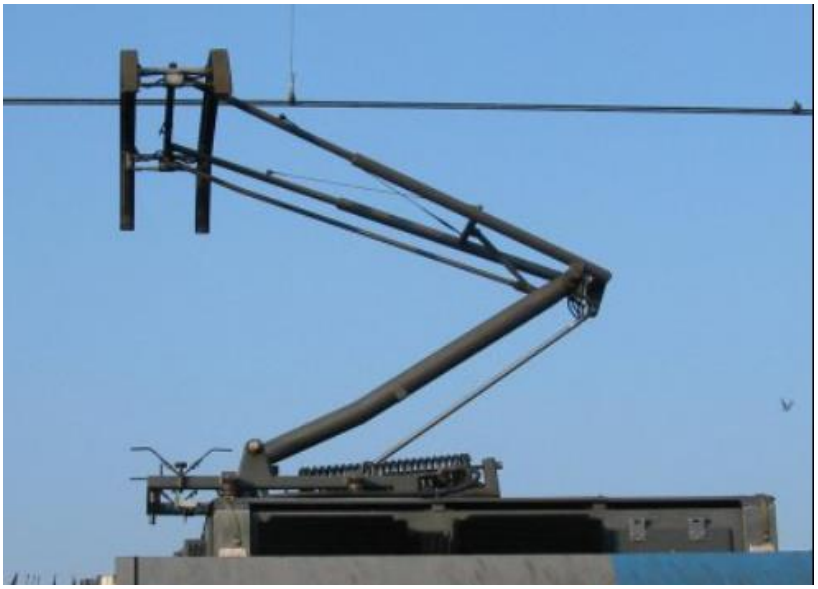
Raylı sistem araçlarında araç içi yolcu bölümü ve sürücü kabini aydınlatma sistemi bulunmaktadır. Bu aydınlatma sistemlerinde genellikle LED aydınlatma uygulanmaktadır. LED şeritleri ve LED sürücü konvertörlerinin istenen özelliklere göre esnek olarak tasarlanıp üretimi gerçekleştirilmektedir.



Şekil 2.70. Aydınlatma LED şeridi ve konvertörleri

2.6.6. Pantograf sistemi

Pantograf sistemi; raylı sistem araçlarının elektrik enerjisini sağlayan katener hattından beslenmesi için kullanılan, enerji iletim hattına (katener hattı) temas eden kısmı kömürden oluşan önemli bir ekipmandır. Raylı sistemler araçlarında sürücü kabininde bulunan göstergeler ile katener hattının besleme gerilimi kontrol edilebilir.

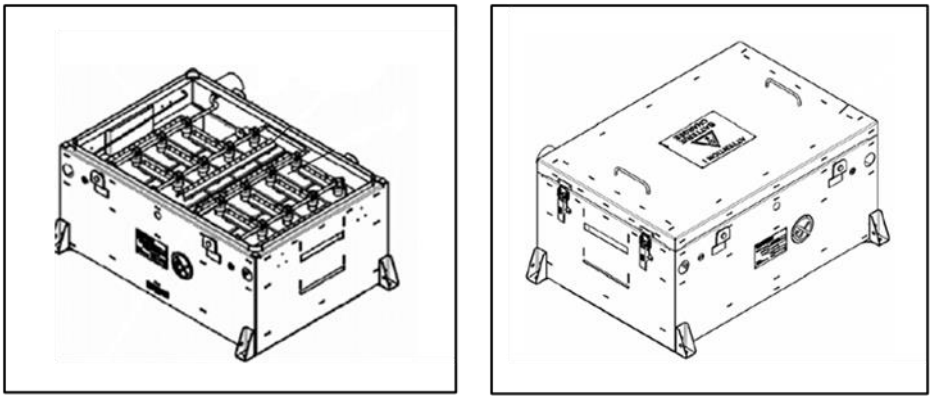


Şekil 2.71. Pantograf

2.6.7. Batarya sistemi

Batarya; raylı sistem araçlarının katener hattından gelen yüksek gerilim ile beslenmediği zaman araca elektrik enerjisi sağlayan elektrik depolama ekipmanıdır. Farklı tip raylı sistem araçları için batarya sisteminin nominal gerilimleri 24 VDC, 72 VDC, 110 VDC olacak şekilde farklılık gösterebilir. Bataryalar, araç katener hattından beslendiği zaman şarj edilebilir ve yüklü halde acil durumlarda devreye girecek şekilde bekler. Batarya sistemi genellikle aşağıdaki kısımlardan oluşmaktadır:

- Batarya Hücreleri,
- Koruma sensörleri,
- Batarya kutusu.



Şekil 2.72. Batarya hücreleri ve batarya kutusu

2.6.8. Yolcu kompartımanı ısıtma ve havalandırma (HVAC) sistemi

HVAC sistemi, yolcu ve sürücü kabinlerinde havanın sıcaklık ve nem oranlarını Avrupa standartlarıyla belirlenen konfor seviyesinde tutmaya yarayan bir iklimlendirme sistemidir. Sistem, iç ve dış ortamdaki hava şartlarına, güneş ışınımı ve yolcu yüküne göre otomatik olarak değişen farklı çalışma şekilleriyle istenilen konfor seviyesini sağlamaktadır. Sistem ayrıca polen ve toz filtreleri sayesinde iç ortamdaki havanın kalitesini de arttırmaktadır.

HVAC sistemi genellikle yolcu ve sürücü kabini için iki ayrı üniteden oluşan bir iklimlendirme sistemidir. HVAC sisteminde elektriksel besleme gücünü direkt katenerden veya yardımcı güç sisteminden alabilir. Bazı araçlarda ısıtma fonksiyonu için koltuk altı ısıtıcıları mevcuttur. Yolcu kabini için enerji verimliliği adına havanın bir kısmı devir daim edilmesini sağlayan bir davlumbaz ünitesi sistemde genellikle kullanılmaktadır.

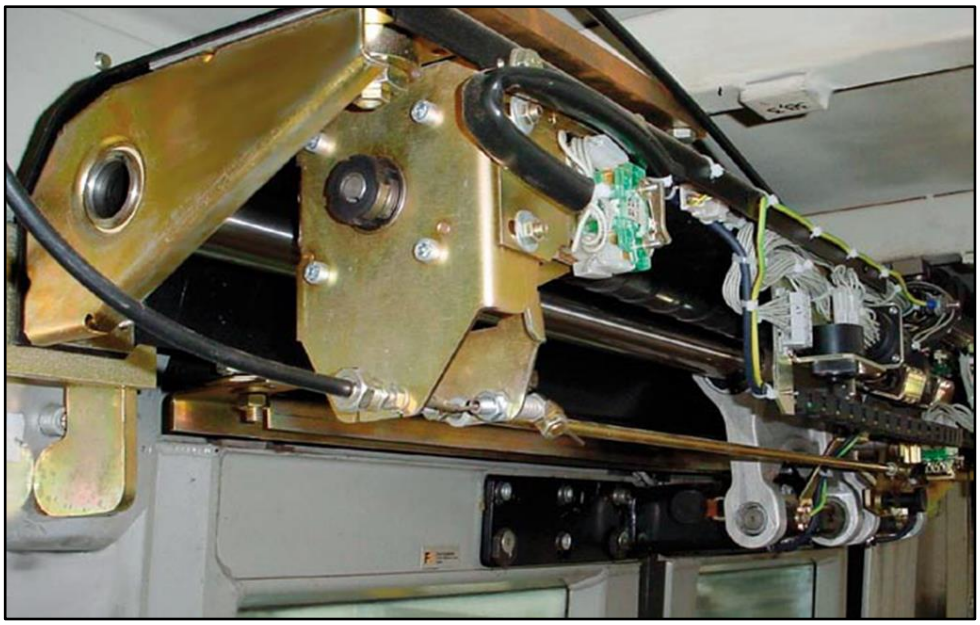


Şekil 2.73. Örnek bir klima sisteminin araç üstündeki görünümü

2.6.9. Yolcu kompartımanı kapı sistemi

Raylı sistem araçlarında yolcu kapıları genellikle EN 14752 standardına uygun olarak tasarlanmaktadır. Kapı sisteminde kullanılan alt ekipmanlar da bu standarda uyumludur. Genellikle araç sürücüsü veya otonom sistemlerde sinyalizasyon sistemleri tarafından kumanda edilen kapılar PLC tabanlı bir kapı kontrol ünitesi ile kontrol edilir. Kanatlar taşıyıcı bir mil üzerinde kılavuzlanır ve elektrik tahriki ile döndürülen dişli bir mil-somun vasıtası ile kanatların açma kapama hareketi yaptırılır. Genellikle tramvay araçlarında, kapı üzerinde yolcuların kapıları açmasına imkân tanıyan bir buton bulunmaktadır. Raylı sistem araçlarında kapı çalışma fonksiyonları farklı modlar içermektedir. Kapılar serbest modda iken, kapı açıklığından geçen yolcuları algılayarak kapıların kapanmasını engelleyen bir “Light Barrier” koruyucu, makinist tarafından kapama modunda ise kanatlar arasına sıkışan yolcu ve uzuvlarını akım-yol kontrolü ile algılayıp kapıların tekrar açılmasını sağlayan bir koruma modu bulunmaktadır. Raylı sistem araçlarında genellikle acil durumlarda, emniyet şartları sağlandıktan sonra, yolcu tahliyesinin yapılabilmesi için her kapı bölgesinde acil açma kolu bulunur. Kapı kontrol ünitesi BUS iletişim hattı

üzerinden araç bilgisayarı ile haberleşerek kapıların fonksiyonunu ve arıza bilgilerini araç bilgisayarına aktarır.



Şekil 2.74. Örnek bir kapı üst mekanizması



Şekil 2.75. Örnek bir raylı sistem aracındaki yolcu kapıları

2.6.10. Yangın ve duman algılama sistemi

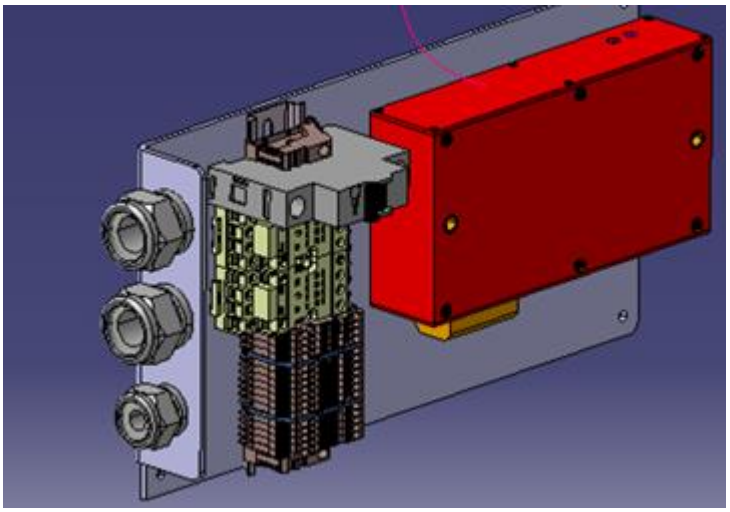
Sistem; algılama üniteleri, kontrol ünitesi ve elektrik tesisatından oluşmaktadır. Bazı raylı sistem araçlarında kullanılan duman algılama sisteminde borulama tesisatı da bulunmaktadır. Borular aracılığıyla emilen hava merkez ünitelerde analiz edilmekte ve duman algılandığında sisteme alarm vermektedir.



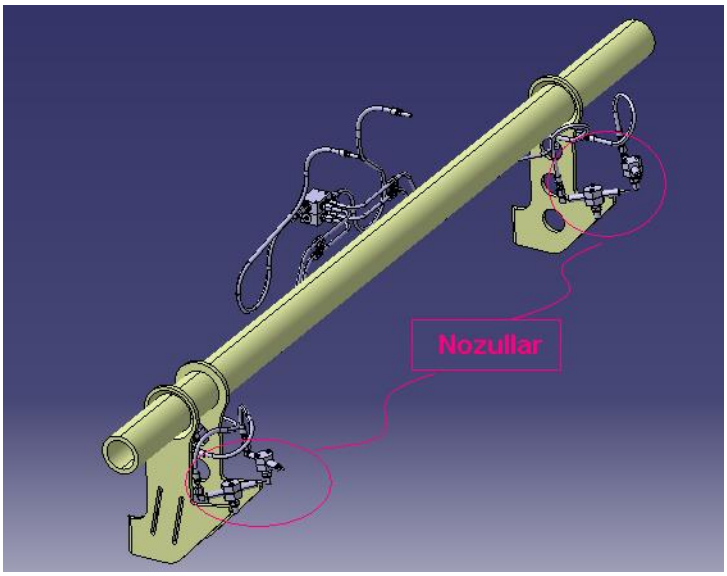
Şekil 2.76. Duman algılama sistemi

2.6.11. Teker flanşı yağlama sistemi

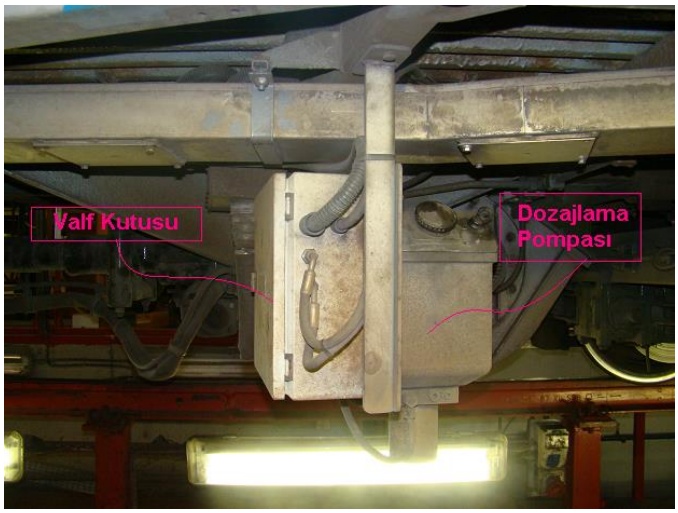
Raylı sistem araçlarında, teker flanşı yağlama sistemi kurp bölgesinde teker bodeni ile ray arasında oluşan sürtünmeleri azaltmak için kullanılmaktadır. Böylelikle kurp bölgesinde oluşacak gürültü kaynaklı konforsuzluk ve teker aşınmalarının önüne geçilmesi amaçlanmaktadır. Genel olarak sistem; kurp sensörü, kontrol ünitesi, yağ dozajlama pompası, valf kutusu ve nozullardan oluşmaktadır. Yağlama sistemi, raylı sistem aracının kurp bölgesindeki dönüş yönüne, zamana ve mesafe ye göre çalışabilmektedir. Araçlarda yağlama sistemi kurp yönüne göre kurp sensöründen alınacak sinyale göre çalışmaktadır. Kurp sensöründen gelen sinyal kontrol ünitesine iletilireke dozajlama pompası ve valf grubu kontrol edilir. Valf grubundan kurp yönüne göre istenen nozullara yağ gönderilir. Nozullar aracın dönüş yönüne göre teker bodeninin içine ve dışına pulvarize olmuş yağı püskürtür.



Şekil 2.77. Örnek bir teker flanşı yağlama sistemi kontrol ünitesi



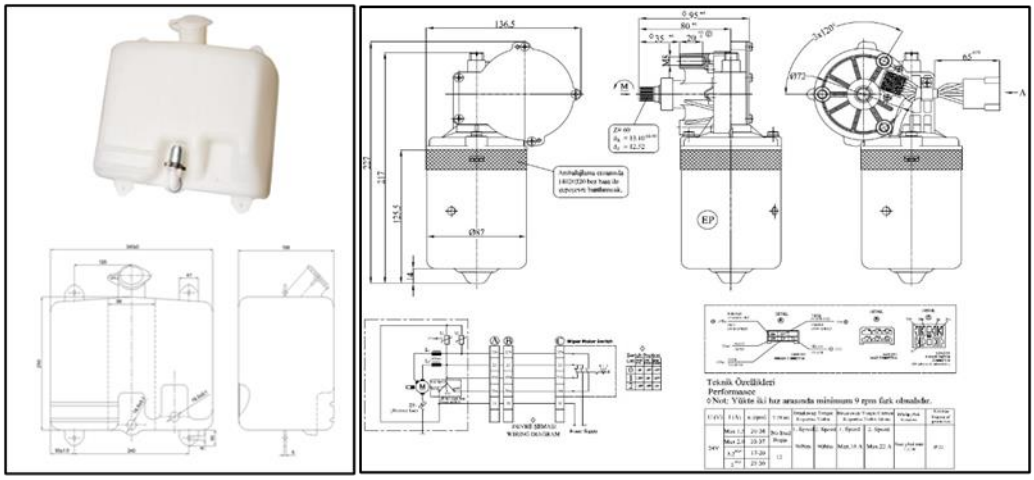
Şekil 2.78. Örnek bir teker flanşı yağlama sistemi nozul tasarımı



Şekil 2.79. Teker flanşı yağlama sistemi valf kutusu ve dozajlama pompası

2.6.12. Silecek sistemi

Raylı sistem araçlarında bulunan silecek sistemi; sürücü ön camlarında oluşan kir ve çamuru temizlemek için kullanılacak suyun saklanacağı silecek suyu deposu, silecek suyu pompası, su hortumları, silecek motoru, silecek kolu parçalarından oluşan bir sistemdir.



Şekil 2.80. Raylı sistem araçlarında kullanılan silecek sistemine ait örnek bir silecek suyu deposu ve silecek su motoru görünümü

2.6.13. Yardımcı güç besleme sistemi

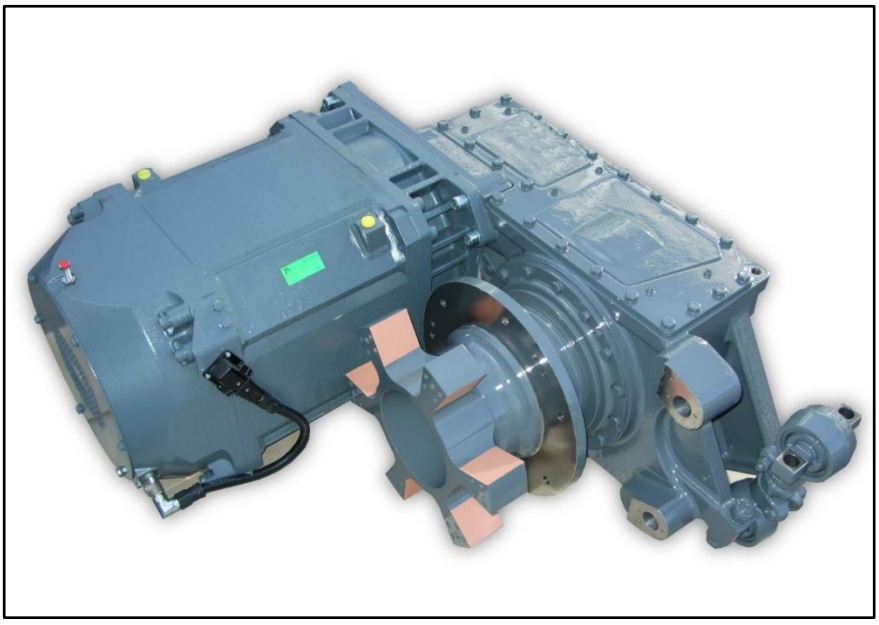
Raylı sistem araçlarında bulunan yardımcı güç besleme sistemi, ana besleme hattında (katener veya 3. Ray hattı) bulunan yüksek gerilimi (1500 VDC, 750 VDC, 25 KVAC vb.), bataryanın şarjı ve düşük gerilimle çalışan cihazların besleme gerilimine çevirmek için kullanılan bir sistemdir. Örneğin klima sisteminin beslemesi, aydınlatma sisteminin beslemesi, araç içerisinde bulunan prizlerin beslemesi kısacası araçlardaki tahrik sistemi (cer sistemi) dışındaki tüm sistemlerin enerji beslemesi yardımcı güç besleme sisteminden sağlanmaktadır.



Şekil 2.81. Örnek bir statik konvertör görünümü

2.6.14. Cer sistemi

Raylı sistem aracının hareket etmesini sağlayan sistemdir. Raylı sistem araçlarında bulunan cer motorları, cer invertöründen sağlanan elektriksel besleme ile sürülerek aracın hareketini sağlarlar. Cer İnvertörü, cer motorlarınının elektronik olarak kontrol edilebilmesini sağlayan, araç tahrik sisteminde önemli bir görev üstlenen elektriksel bir çevirici tipidir (DC-AC Çevirici). Cer invertörü içerisinde; kontrolör sistemi, hat filtresi, ölçme cihazları, koruma sistemi ve hızlı devre kesici kontaktörü gibi komponentler bulunmaktadır. Cer invertörü aracın BUS haberleşme ağıyla da haberleşme arayüzüne sahiptir. Cer invertörü sayesinde frenleme esnasında rejeneratif enerji üretilir. Böylece sistemin elektriksel açıdan verimli çalışmasını sağlanır. Cer sisteminde bulunan cer motorları üzerinde hız sensörleri sayesinde, patinaj ve kızaklama kontrolü sağlanarak tahrik sisteminin uyumlu çalışması sağlanır.



Şekil 2.82. Örnek bir cer motoru ve dişli kutusu

2.6.15. Fren sistemi

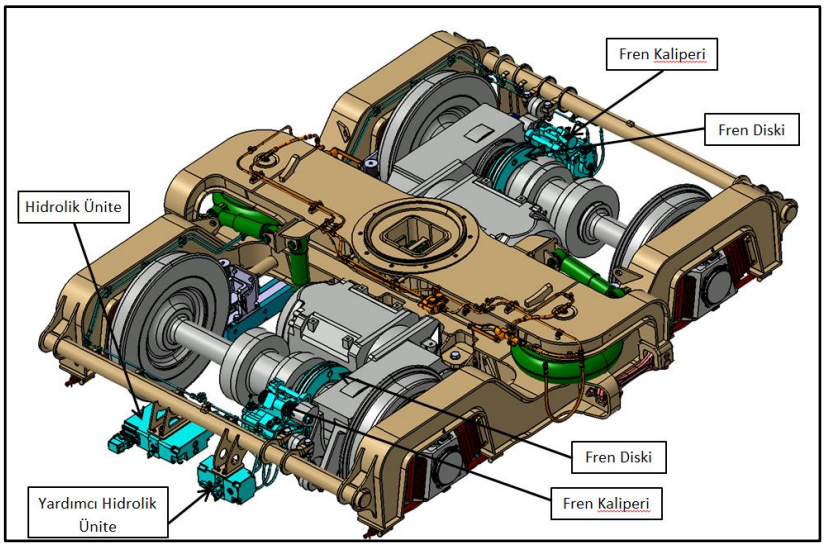
Frenleme sistemi, raylı sistem araçlarının güvenli bir şekilde durmasını sağlayan bir sistemdir. Raylı sistem araçları; iki, üç ya da dört farklı fren sistemine sahip olabilir. Normal işletmede bir veya iki fren kullanılırken, bunlardan bağımsız olan başka iki fren de acil durumlarda ya da araçları tutmak için uygulanmaktadır. En yaygın işletme freni dinamik (motorlu) frendir. Bu fren tipi çok güçlü olup özellikle de yüksek hızlarda hızlı tepki verir ve mekanik sürtünme söz konusu olmadığından fazla bakım gerektirmez (Vuchic, 2015).

Pnömatik (havalı) frenler; bir kompresör, hava haznesi ve tekerlekler ya da diskler üzerindeki fren pabuçları ile mekanik olarak bağlantılı olan pistonlu bir silindirden oluşur. Dinamik frenlemenin aksine, pnömatik frenler tekerleklerin tam kilitlenmesine neden olduğundan tutunmanın azalmasına yol açabilir. Bundan ve daha karmaşık bakım gerekliliklerinden dolayı, pnömatik frenler hafif raylı sistem araçları ve tramvaylarda pek kullanılmaz. Diğer taraftan bölgesel demiryollarındaki pek çok araç dizisinde ve lokomotifle çekilen tüm trenlerde pnömatik frenler, temel işletme frenleme sistemi olarak görev yapar. Raylı hızlı ulaşım ve bölgesel demiryolu trenlerinde genel eğilim, tekerlek fren pabuçlarının daha az kullanılması yönündedir (Vuchic, 2015).

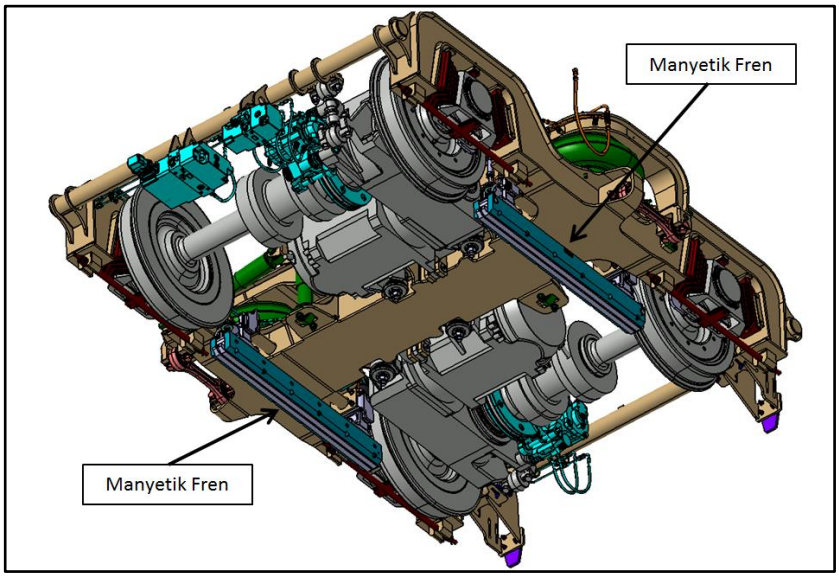
Tramvay ve hafif raylı sistem araçları, en yüksek hızlı frenleme yeteneğine sahip olmalıdır çünkü bu modlarda hatların bulunduğu alan diğer taşıtlar ve yayalar tarafından da kullanılmaktadır. Bu nedenle tramvay ve hafif raylı sistem araçları manyetik hat frenleri (ray frenleri) ile donatılmıştır (bazı ülkelerde bu frenler yasalarla zorunlu tutulmaktadır) (Vuchic, 2015).

Benzer sebepten ötürü, tramvay ve hafif raylı sistem araçlarında özellikle acil frenleme talebinde yüksek frenleme ivmesi gerektiğinden ve bunun sağlandığı fren diskleri için bogi üzerinde en optimum alan gerekliliğinden elektro hidrolik frenleme sistemi kullanılmaktadır.

Raylı sistem araçlarında kullanılan park frenleri, araç park halinde iken kaymadan sabit bir şekilde aracın sabit durmasını sağlamaktadır.



Şekil 2.83. Örnek bir hidrolik fren sisteminin aracın bogisi üzerinde gösterilimi



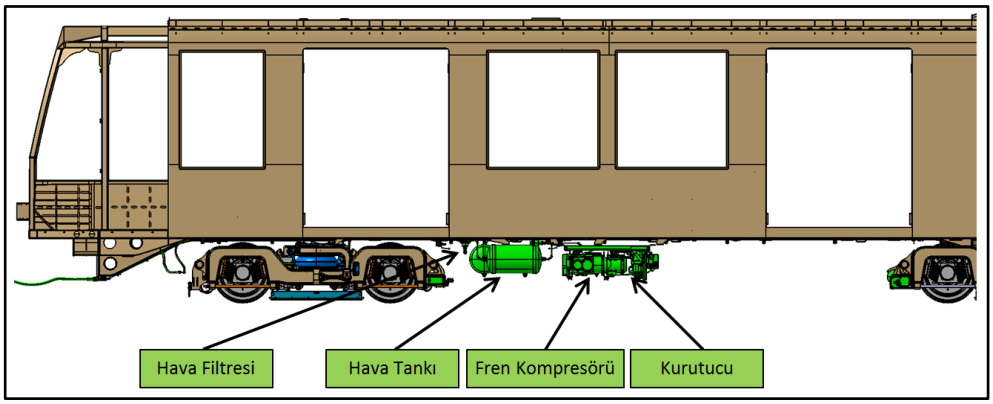
Şekil 2.84. Örnek bir manyetik fren sisteminin aracın bogisi üzerinde gösterilimi

2.6.16. Pnömatik besleme sistemi

Pnömatik sistem, raylı sistem aracının ihtiyacı olan havayı sağlamakta kullanılmaktadır. Raylı sistem aracında kullanılan pnömatik sistemde genellikle bulunan ana ekipmanlar şunlardır:

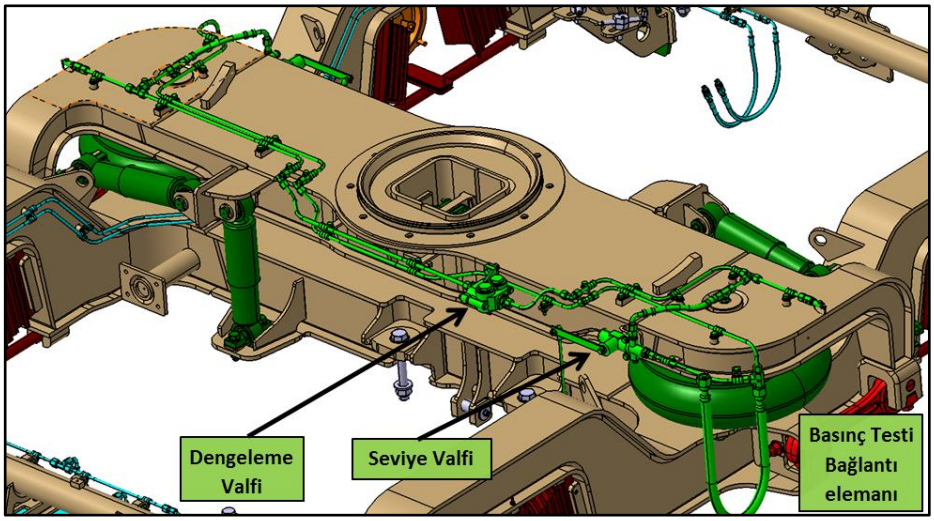
- Hava Besleme Sistemi,
- Hava Süspansiyon Sistemi,
- Kumlama Sistemi,
- Korna Sistemi.

Hava besleme sisteminde; kompresör, hava kurutucusu, hava tankı, hava filtresi, basınç valfi, emniyet valfi, vana, esnek hortumlar gibi ekipmanlar bulunmaktadır.



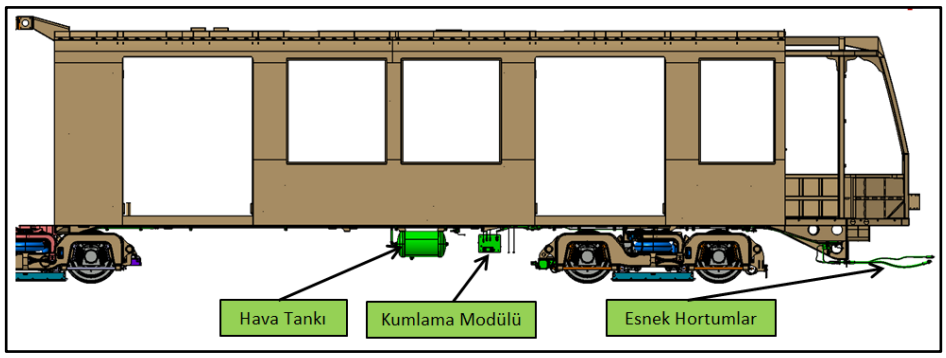
Şekil 2.85. Örnek bir hava besleme sistemi

Hava süspansiyon sisteminde; basınç sensörü, hava tankı, seviye valfi, dengeleme valfi, hava basıncı test bağlantı noktası, vana, esnek hortumlar gibi ekipmanlar bulunmaktadır.

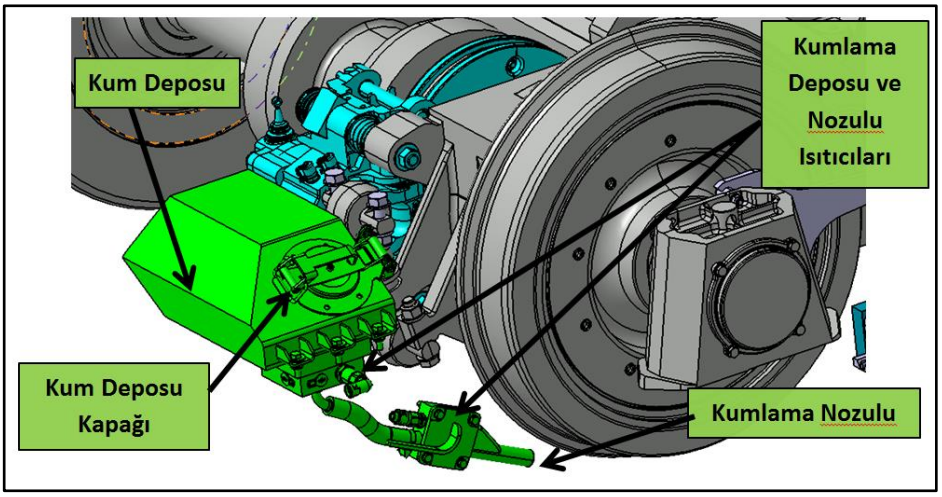


Şekil 2.86. Örnek bir hava süspansiyon sistemi

Kumlama sisteminde; kumlama modülü, kumlama deposu, kumlama deposu kapağı, kumlama nozulu, kumlama deposu ve nozulu için ısıtıcılar, esnek horumlar gibi ekipmanlar bulunmaktadır.

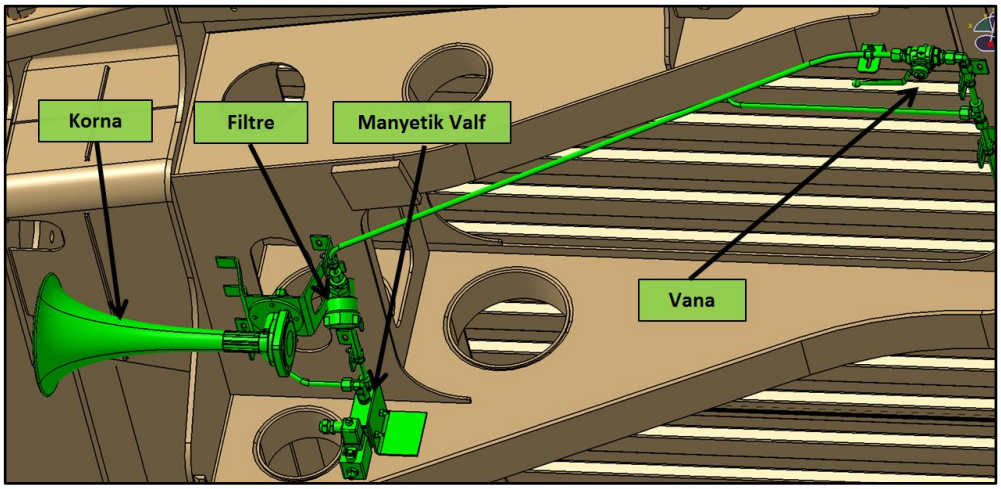


Şekil 2.87. Örnek bir araç üstü kumlama sistemi ekipmanları



Şekil 2.88. Örnek bir bogi üstü kumlama sistemi ekipmanları

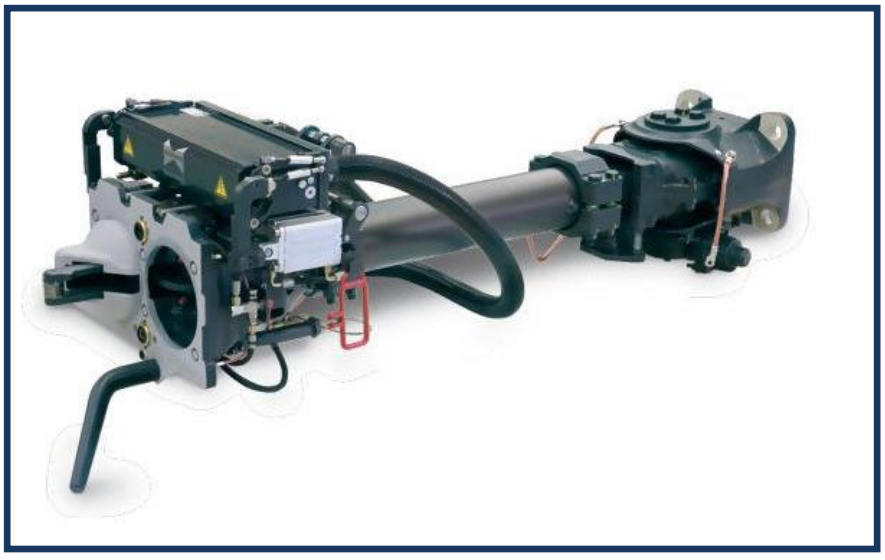
Korna sisteminde; manyetik valf, pnömatik filtre, mekanik vana ve korna ekipmanları bulunmaktadır.



Şekil 2.89. Örnek bir korna sistemi ekipmanları

2.6.17. Otomatik kuplaj sistemi

Otomatik kuplaj sistemi, raylı sistem araçlarının alt şasilerinin uçlarına yerleştirilir. İki aracın veya iki dizinin birbirine düşük hızda yaklaştırılması vasıtası ile araçların veya dizilerin mekanik ve elektriksel olarak bağlanmasını sağlayan bir sistemdir. Otomatik kuplajlar sayesinde, araç ve sinyalizasyon tasarımının izin verdiği sayıda araçlar birleştirilerek diziler de teşkil edilir. Otomatik kuplaj sayesinde, dizi içerisindeki arızalı bir araç başkası ile değiştirilerek araç arızasından dolayı komple bir dizinin servis dışı kalması önlenir. Otomatik kuplaj sisteminde mekanik ve elektriksel bağlantıların sağlandığı ayrı ayrı kuplaj kafaları bulunmaktadır. Otomatik kuplajın sisteminde, genellikle bir deformasyon ünitesi, kam mekanizmalı bir merkezleme tertibatı ve kauçuk simitler vasıtası ile araç birleştirmelerinde esneklik ve sönümleme sağlayan bir çekme tertibatı bulunmaktadır. Ayrıca, ileri ve geri yönde hareket edebilen elektriksel kafalar üzerindeki dişi ve erkek elektrik pimleri sayesinde araçlar ve diziler arası elektriksel ve haberleşme bağlantıları kurulmuş olur.



Şekil 2.90. Örnek bir otomatik kuplaj

2.7. Raylı Sistem Araçlarında Bulunan Ekipmanlar, Komponentler ve Diğer Parçalar

2.7.1. Bogi ekipmanı

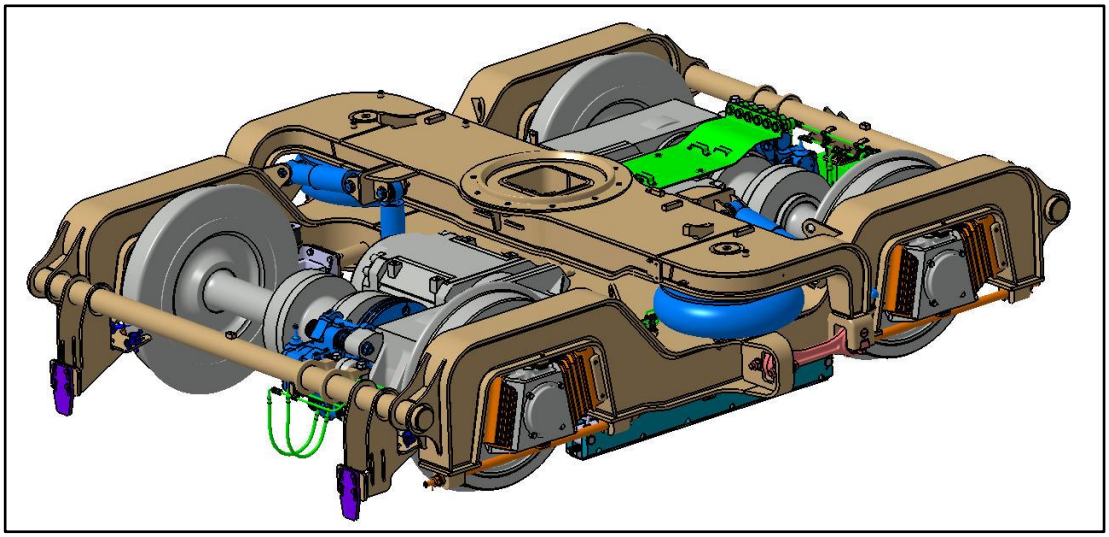
Raylı sistem araçlarını oluşturan en önemli temel bileşenlerden bir tanesi bogidir. Bogi, raylı sistem araçlarında gövde ile ray arasındaki bütün ekipmanları içeren bileşenin genel adıdır. Motor, dişli kutusu, fren ve süspansiyon ekipmanları ile aks-teker seti ve diğer mekanik ve elektrik ekipmanlar bogi üzerine yerleştirilmektedir. Güç temini ekipmanları, üçüncü rayın kullanıldığı sistemlerde bogilerin üstünde (örneğin 3. Ray pabucu); katener kullanılan sistemlerde ise aracın üst kısmında (pantograf sistemi) bulunur. Bogilerin birkaç amacı vardır. Bunlardan bazıları:

- Araçların uzunluğu ile ilgili mekanik kısıtlamaları ortadan kaldırırlar,
- Araç ağırlığının, herbir aks ve tekere düzgün dağıtılmasını sağlarlar,
- Akslar ve gövde mesnetleri arasında iki ila üç süspansiyon olmasına olanak sağlayarak daha yumuşak bir sürüş sağlarlar (Vuchic, 2015).

Araçtaki bogi sayısı aracın çalıştığı hattın karakteristiğine, yolcu kapasitesine ve işletme parametrelerine bağlı olarak değişmektedir. Raylı sistem araçlarında motorlu veya taşıyıcı bogiler bulunmaktadır.

Aracın bogisi üzerinde bulunan ekipmanlardan bazıları şunlardır:

- Bogi şasisi
- Aks ve tekerseti
- Cer motoru
- Dişli kutusu
- Fren kaliperleri
- Elektrik tesisat
- Mekanik tesisat
- Süspansiyon elemanları



Şekil 2.91. Örnek bir raylı sistem araç bogisi

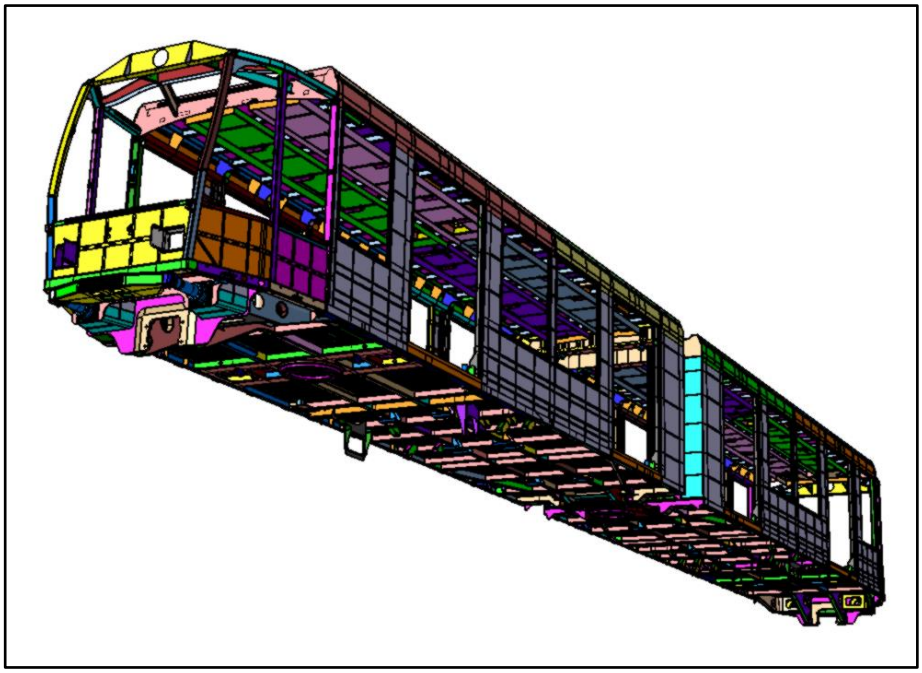
2.7.2. Araç gövdesi

Araç gövdesi, raylı sistem araçlarında tüm ekipmanları üzerinde taşıyan, bağlantıları sayesinde (bolster, kral pin vb.) bogiye bağlanan taşıyıcı yapının adıdır. Araç şasisi tasarlanırken EN 12663-standardı ve diğer ilgili standartlar dikkate alınmalıdır.

Araç gövdesi tasarımını etkileyen başlıca birkaç faktör vardır (Vuchic, 2015):

- Sistem işletmesi; farklı zamanlarda gereken hat kapasiteleri ve sefer aralıkları, makinistin pozisyonu ve görevleri, işletme maliyetleri ve benzeri unsurları içerir.
- Yolculu işletme; araca kolay giriş ve araçtan kolay çıkış, araç içinde kapıların çevresinde sıkışıklığın önlenmesi, kapı sayısı ve rahat koltuklar gibi özellikler.
- Estetik hususlar; aracın iç ve dış görünüşünün cazip olmasını gerektirir; aracın görünümü bir taraftan halka popüler, pozitif bir imaj sunmalı; diğer taraftan da sistemde yolculuk eden yolcularda pozitif bir psikolojik tutum yaratmalıdır.

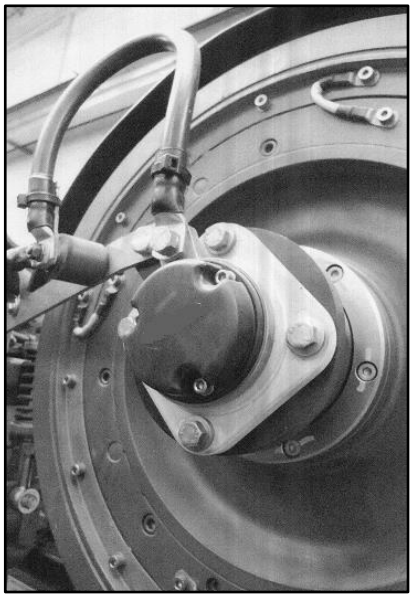
- Bakım maliyetleri; kullanılan malzemelerin dayanıklılığı, parçaların kolayca değiştirilmesi, vandalizme karşı korumalı ve kolay temizlenen yüzeyler, kolay otomatik yıkamaya izin veren gövde biçimi, boyalı yüzeyler gibi faktörlerden büyük oranda etkilenir.
- Yatırım maliyetleri; araç türüne (tek gövde, körüklü, çiftli dizi, vb.) sabit tesislerin tasarımı konusundaki etkilere, karmaşıklığa, dayanıklılığa, bileşen sayısına, kullanılan malzemelere, ısıtma/havalandırma tipine vb. bağlıdır.



Şekil 2.92. Örnek bir raylı sistem araç şasisi

2.7.3. Topraklama fırçası

Topraklama fırçası; raylı sistem araçlarında çok önemli bir ekipman olup katener hattından alınan 750 VDC, 1500 VDC, 25 kVAC (+) enerjinin, besleme transformatörünün nötr noktasına bağlı raylar üzerinden geri dönüşünü sağlamak için kullanılır. Rotasyonel hareket yapan tekerleklere temas eden kömür bazlı fırça sayesinde akımın geri dönüşü sağlanır. Ayrıca araçtaki gerekli tüm kısımların 0 Volt potansiyele çekilmesi için önemli bir görev üstlenir.

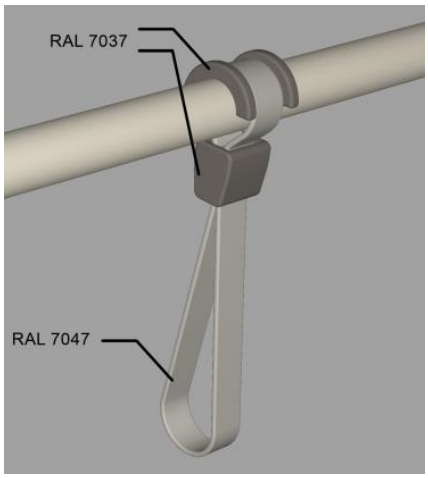


Şekil 2.93. Örnek bir topraklama fırçası

2.7.4. Yolcu iç ve dış giydirme parçaları

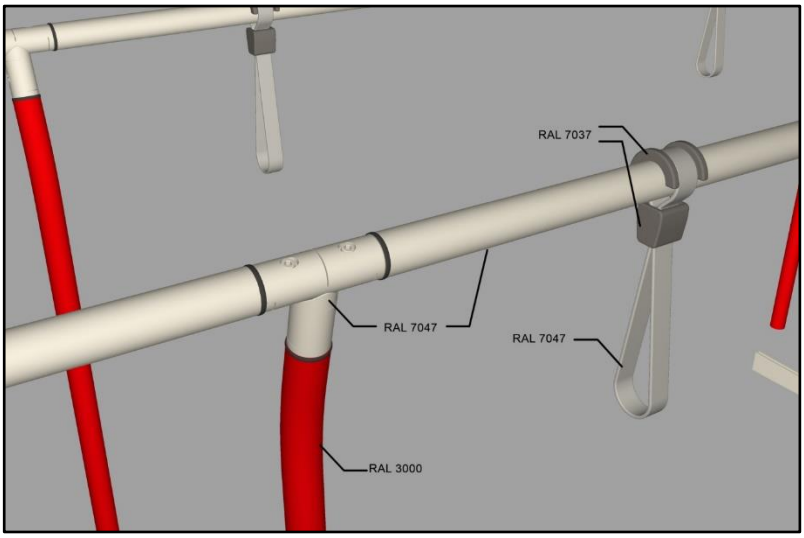
Yolcu kompartımanı iç giydirme parçaları genellikle aşağıdaki kısımlardan oluşmaktadır:

- Tutamaklar: Raylı sistem araçlarında, yolculara ayakta seyir imkânı sağlayan araç içi trim parçasıdır.



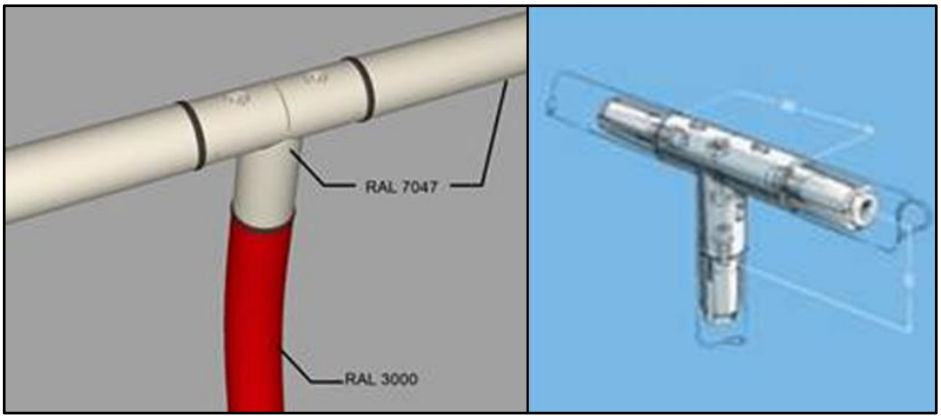
Şekil 2.94. Örnek bir tutamağın bir görünümü

- Tutunma boruları: Raylı sistem araçlarında, yolculara ayakta seyir imkânı sağlayan ve aynı zamanda üzerlerine tutamakların yerleştirildiği metal boru profillerden imal edilen araç içi trim parçasıdır.



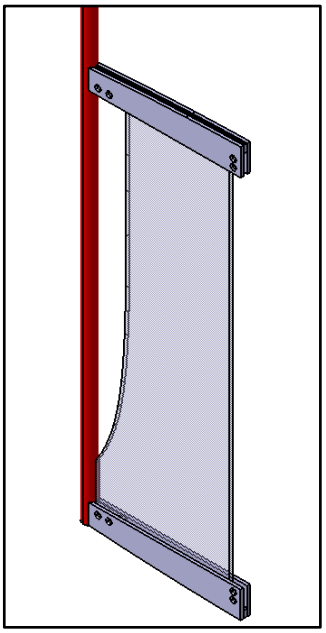
Şekil 2.95. Örnek bir tutunma borularının görünümü

- Tutunma borusu bağlantı braketleri: Raylı sistem araçlarında ayakta duran yolcuların seyir imkânını sağlayan ve araç içi trim parçası olan tutunma borularını birbirlerine montajlama esnasında kullanılan ara trim parçasıdır.



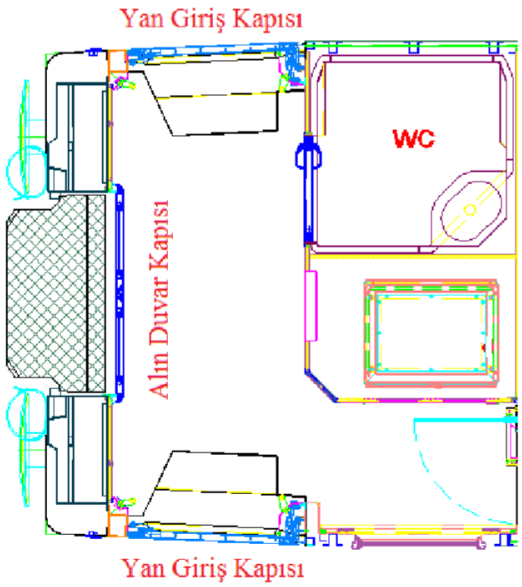
Şekil 2.96. Örnek bir tutunma borusu bağlantı braketleri

- Seperatör camı ve bağlantı braketleri: Raylı sistem araçlarında oturan yolcular ile ayakta duran yolcular arasındaki ayrımı sağlayan araç içi trim parçasıdır.



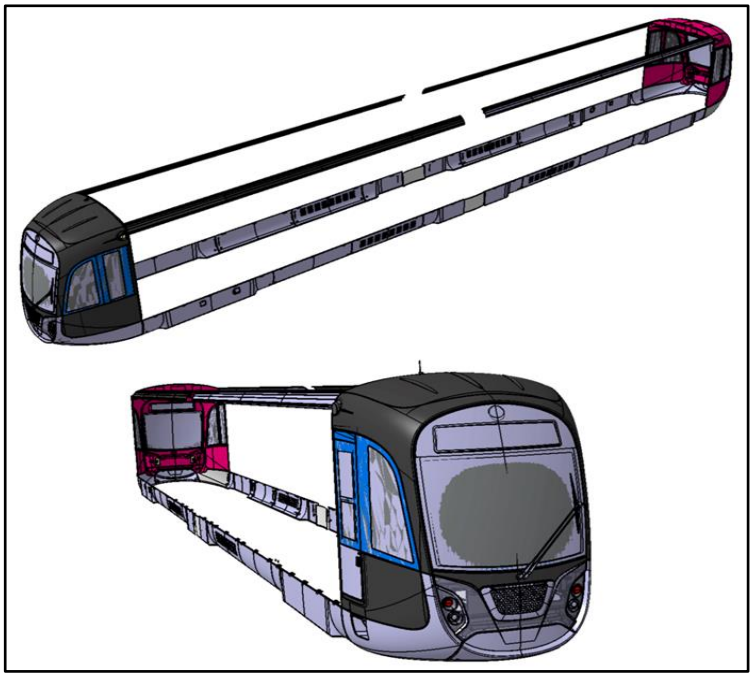
Şekil 2.97. Seperatör camı ve bağlantı braketlerinin görünümü

- Araç içi geçiş kapıları: Raylı sistem araçlarında makinist ile yolcular arasındaki veya dizideki araçlar arasındaki geçişlerde ayrımı sağlayan araç içi trim parçasıdır. Dizideki araçlar arası geçiş yapılan kapılar "Alın Duvar Kapıları" olarakta adlandırılmaktadır. Alın duvar kapıları da elektromekanik sistemdir. Bu kapıların kendilerine ait bir kontrol ünitesi bulunmaktadır. (Çelebioğlu v.d., 2013)



Şekil 2.98. Örnek alın duvar kapısı görünümü (Çelebioğlu v.d., 2013)

- Araç iç ve dış CTP parçaları: CTP yani "Cam Elyaf Takviyeli Plastik", cam elyafı ile taşıyıcı bir reçinenin birleştirilmesi ile elde edilen kompozit bir malzemedir. CTP, ortam koşullarına dayanıklı, esnek ama yeterli mekanik dayanıma sahip olmayan plastik (ör: polyester reçine) ile yüksek mekanik dayanımlı cam elyafının çeşitli yöntemlerle bir araya getirilmesi ile elde edilir. Bu ürün, çok çeşitli sektörlerde kendisine çok uzun yıllardır kullanım sahaları bulmuştur ve bu sahalar gün geçtikçe genişlemektedir. CTP; alternatifi olduğu pek çok malzemeye göre, korozyon dayanımı, hafiflik, montaj ve tamir kolaylığı, bakım, tutum ve koruma istemeyen doğası gibi nedenlerle, avantajlı olarak ön plana çıkmaktadır. Raylı sistem araçlarında, araç içi ve dışında CTP parçalar kullanılmaktadır.



Şekil 2.99. Örnek bir araç üzerindeki CTP parçalarının görünümü

2.7.5. Zemin kauçuk malzemesi

Zemin kauçuğu, raylı sistem araçlarında yolcu ve sürücü kabini taban ahşabı üzerine yapıştırılarak döşenen malzemedir. Temel görevi, yolcu ayak basma yüzeyinde hijyen sağlamak için temizlenebilir özelliğe sahip olmak, sızdırmazlığı sağlamak, ses ısı ve dolaylı olarak elektrik izolasyonu sağlamaktır. Malzemesi genellikle kauçuktur. Bu üründe yanmazlık özelliği olması gerekmektedir. Yangın ilerleme direnci ve yandığında ortaya çıkaracağı toksik gaz oranının insan sağlığına zarar verecek derecede olmaması gerekmektedir.



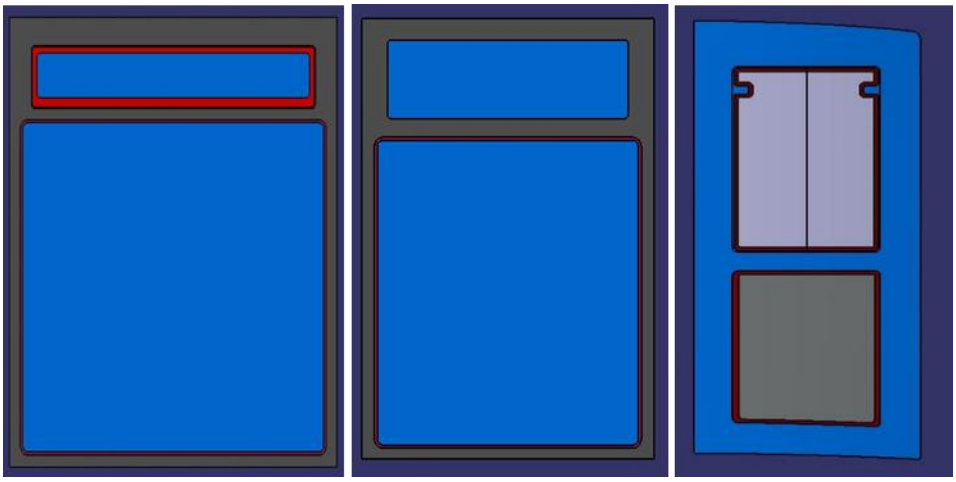
Şekil 2.100. Örnek bir zemin kauçuk kaplaması

2.7.6. Yolcu kompartımanı camları

Yolcu kompartıman camları, yolcunun seyahat boyunca dış çevre ile görsel etkileşimine imkân tanır. Bu camların en önemli gerekliliği güvenliktir. Olası kaza ya da saldırı durumlarında yolcuları korumalıdır. Bu bağlamda üretilen üründe gerekli görülen uluslararası bazı standartlar ise;

- ECE R 43- Uluslararası securit cam standardı.
- UIC 564-1- Vagonlar – Güvenli camdan üretilen pencereler

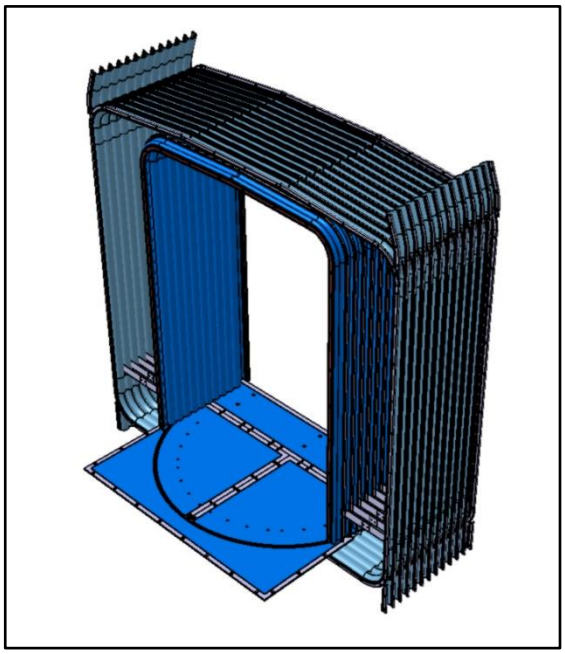
Raylı sistem araçlarında vasistaslı yolcu camları ve vasistassız yolcu camları olmak üzere iki tip yolcu camı bulunmaktadır. Ayrıca araçlarda sürücü kabin kapısı sürgülü camları da kullanılmaktadır.



Şekil 2.101. Örnek bir vasistaslı, vasistassız yolcu camları, sürgülü camlar

2.7.7. Geçit sistemi (Gangway)

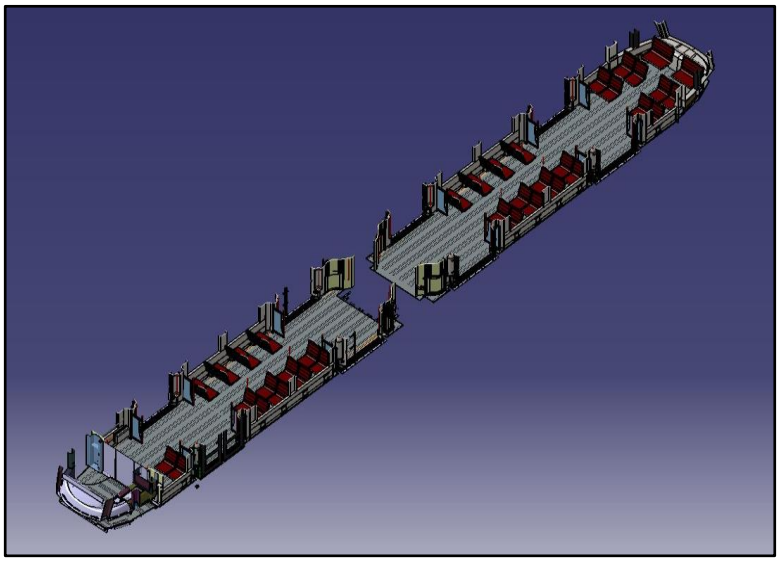
Geçit sistemi, raylı sistemlerde araçlar arası yolcu geçişi için ses, ısı izolasyonu ve sızdırmazlığı sağlayan sistemdir. Körüklü yapısı sayesinde aracın kurp dönüşleri sırasında hareket kabiliyetini artırır. Gangway sistemi daha uzun raylı sistem araçlarının tasarımına olanak sağlar.



Şekil 2.102. Örnek bir geçit sistemi görünümü

2.7.8. Yolcu koltuğu

Yolcu koltuğu, raylı sistem araçlarında yolculuk esnasında yolcunun konforlu bir seyir yapmasına imkân sağlayan taşıma sisteminin parçasıdır.



Şekil 2.103. Örnek bir koltukların araç içinde dağılımı

2.7.9. Raylı sistem araç elektrifikasyon kabloları

Raylı sistem araçlarının elektrifikasyonunda; yüksek gerilim besleme kabloları (25 KVAC, 1500 VDC, 750 VDC), orta gerilim besleme kabloları (380 VAC (3 faz), 220 VAC (monofaz)), kontrol kumanda ile I/O besleme kabloları (110 VDC, 72 VDC, 24 VDC) ve EMC korumalı haberleşme kabloları (CAT7, CAT5E, RS485, BUS kullanılmaktadır.

Raylı sistem araçlarında kullanılan tüm kablolar, demiryollarına uygunluğunu gösteren EN standartlarına göre üretilmekte ve test edilmektedir. Dolayısıyla, raylı sistem araçlarında kullanılan kablolar; halojensiz, duman yoğunluğu düşük, düşük toksisiteye sahip, alev geciktirici, yağa ve yakıta karşı yüksek dirençli, yüksek ve düşük sıcaklığa dayanımı yüksek, ozona ve aşınmalara karşı yüksek dirençli, esnekliği yüksek, korona direnci yüksek, kolay soyulabilirlik özellikleri sayesinde demiryollarında kullanımları ile ilgili EN standartlarına

uyumluluk göstermektedir. Araç ağırlığını olumlu etkilemesi ve kullanım yerlerinin darlığı nedeniyle, kabloların izolasyonu ve birim uzunluktaki ağırlıklarının azaltılmış olarak kullanılması son yıllarda tercih edilmektedir.



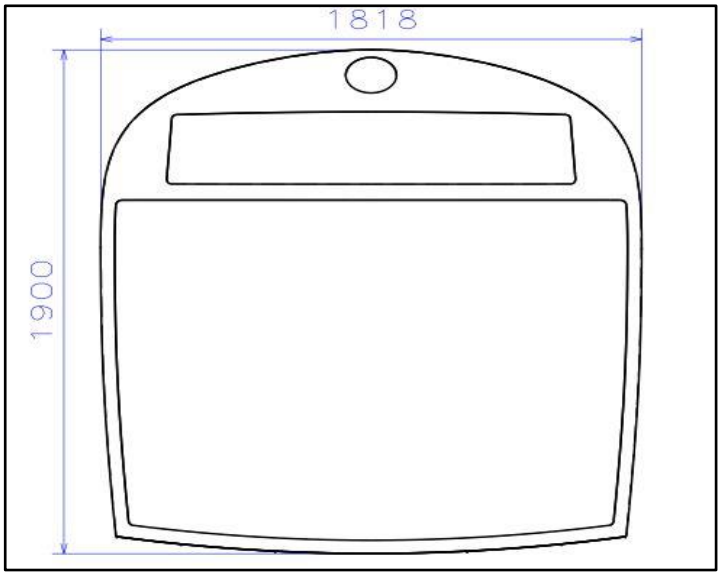
Şekil 2.104. Raylı sistem araçlarında kullanılan örnek kablolar ve kesitleri

2.7.10. Sürücü kabini ön camları

Raylı sistem araçlarında kullanılan sürücü kabin camları, makinistin seyahat boyunca dış çevre ile görsel etkileşimine imkân tanır. Bu camların en önemli gerekliliği güvenliktir. Ayrıca bu camlar olası kaza ya da saldırı durumlarında makinisti koruması gerektiği gibi aynı zamanda makinist için yeterli dış görüntü sağlamalıdır. Bu bağlamda üretilen sürücü kabin camlarında gerekli görülen uluslararası bazı standartlar;

- ECE R 43 Uluslararası securit cam standardı.
- EN 1288-3 Eğilme Mukavemetinin tayini Bölüm 3
- EN 12337 Kimyasal olarak mukavemeti artırılmış soda kireç silikat cam
- EN 45545 Demiryolu uygulamaları–Demiryolu araçlarında yangın koruması

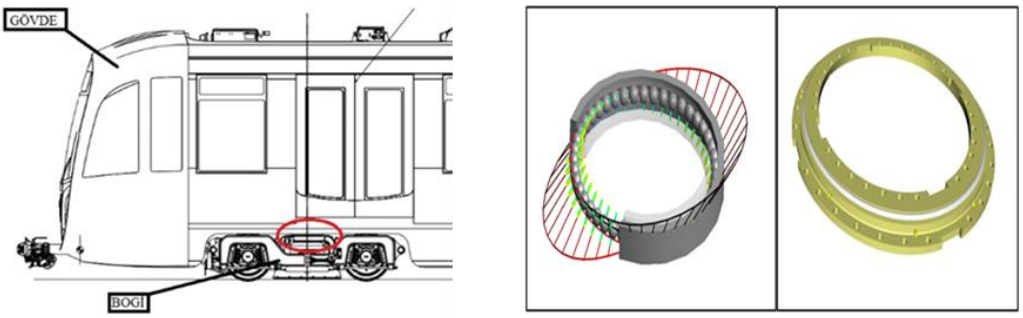
Genelde raylı sistem araçlarında kimyasal olarak mukavemeti arttırılmış sürücü kabini ön camları kullanılmaktadır.



Şekil 2.105. Örnek sürücü kabini ön camı

2.7.11. Döner halka

Döner halka; raylı sistem araçlarında araç gövdesi ile bogi arası bağlantıyı sağlayan ve gövdeden gelen yükü eksenel ve radyal yönde taşıyan bir rulman çeşididir. Raylı sistem aracı bir kurba (viraja) girdiğinde araç gövdesi ve bogi arasındaki düşey eksenli dönme hareketi döner halka tarafından karşılanır. Döner halka dönme hareketini iç ve dış bilezikleri arasında bulunan yuvarlanma elemanları (bilyalar) sayesinde gerçekleştirmektedir.

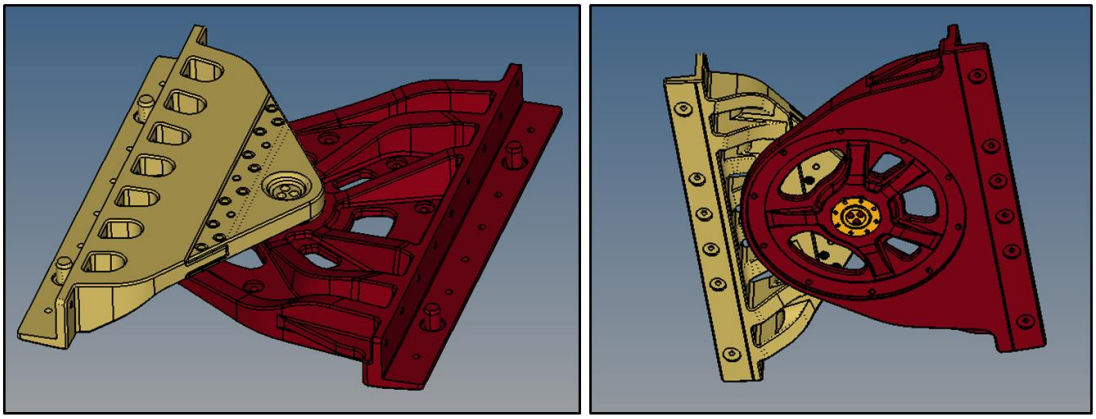


Şekil 2.106. Döner halkanın raylı sistem aracı üzerinde gösterilimi, örnek bir döner halkanın iç-dış bilezikleri ve yuvarlanma elemanları

2.7.12. Küresel rulman ve bağlantı mafsalı

Küresel rulman; raylı sistem araçlarında bağlantı mafsalında kullanılır. Raylı sistem araçları, işletme türüne göre farklı konfigürasyonlarda yolculu olarak işletmede çalışmaktadır. İkili, üçlü dizi halindeki veya çok araçlı dizi konfigürasyonlarında araçlar arasında yol şartlarından kaynaklı olarak ortaya çıkan hareket farklılıklarına izin verecek şekilde bağlantı mafsallarında küresel rulman kullanılabilir. Kullanılan rulman küresel biçimde olduğu için dikey ve yatay eksenlerin her ikisinde de hareket serbestisi sağlar.

Mafsal; raylı sistem araçlarının iki farklı bölümünü mekanik olarak birbirine bağlar. Mafsalın iki parçası arasında küresel rulman bulunmaktadır.



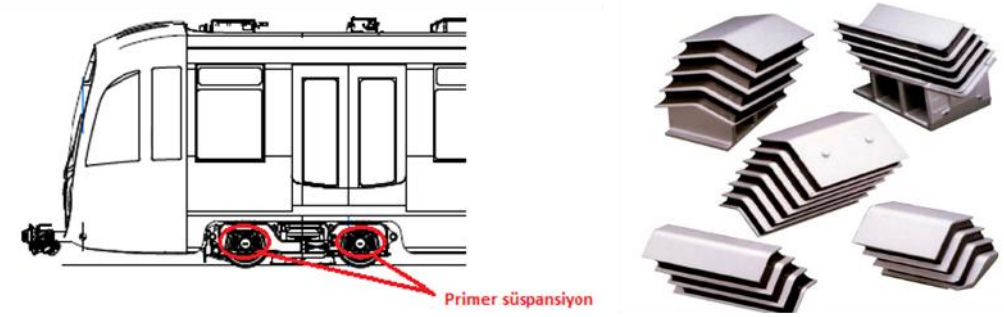
Şekil 2.107. Raylı sistem araçlarında bulunan bağlantı mafsalları ve kullanılan küresel rulman örneği

2.7.13. Süspansiyon ekipmanları

Raylı sistem araçlarında bulunan süspansiyon türleri ve "yumuşaklığı", yolculuk konforunu ve araç salınımını etkiler. Araç salınımı; peron kenar pozisyonu ve tünel profili açısından kritik önem taşıyan gerekli kesitsel serbest profili belirleyen bir husustur (Vuchic, 2015).

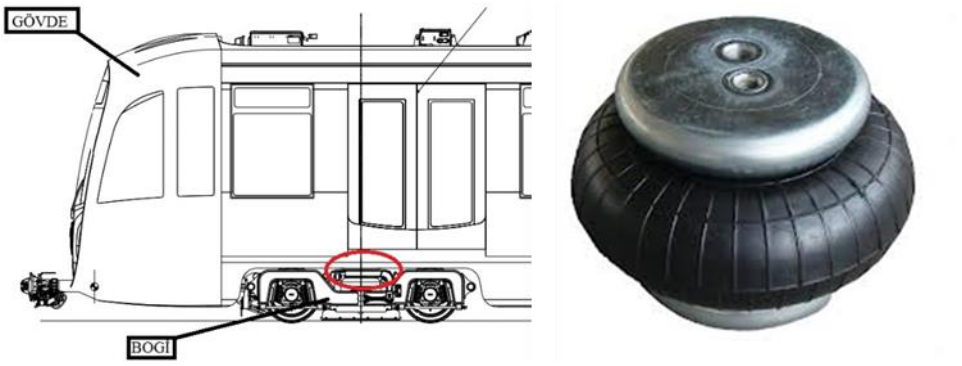
Raylı sistem araçlarında bulunan süspansiyon türleri:

- Primer (Birincil) süspansiyon; aks kutularının her iki tarafında bulunan şevron (chevron) yaylarından oluşan, tekerlek seti ve bogi çerçevesi arasındaki bağlantıyı sağlayan önemli bir süspansiyon elemanıdır. Primer süspansiyon, tekerlek setiyle bogi arasındaki tahrik ve frenleme kuvvetlerini iletir ve boginin dinamik kararlılığını sağlamak için gerekli olan tekerlek seti z (düşey) yönündeki yay rijitliğini sağlar.



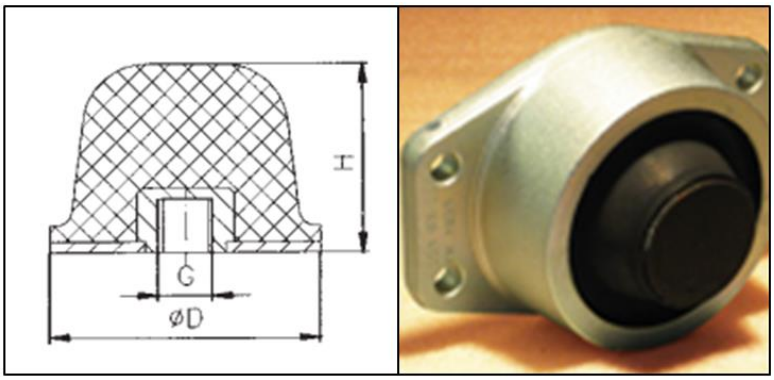
Şekil 2.108. Örnek bir primer süspansiyon ve şevron yaylarının raylı sistem aracı üzerindeki gösterilimi

- Sekonder süspansiyon (İkincil süspansiyon, hava yayı veya hava yastığı); raylı sistem bogi ve bolster arasında yer almaktadır. Temel görevi yolcu konforunun sağlanmasıdır. Hava yastığı kauçuk bir eleman olup, pnömatik sistem sayesinde içine dolan havanın basıncına göre altı eksende rijitlik gösterir.



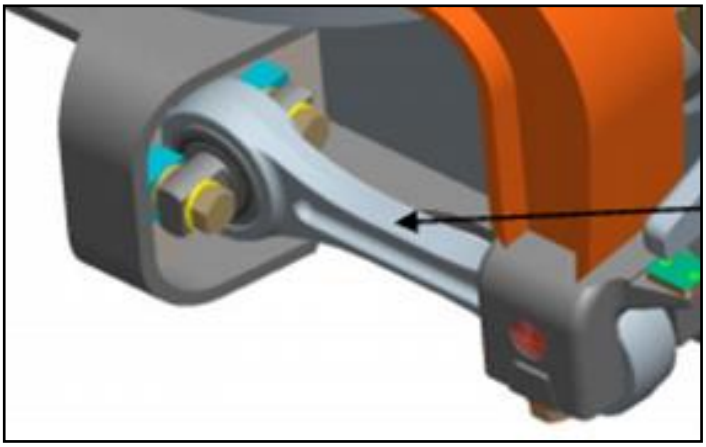
Şekil 2.109. Örnek bir sekonder süspansiyon ve hava yastığının gösterilimi

- Yanal stoper; raylı sistem araçlarında bogi çatısı ile bolster kirişi arasında bulunan ve bogi çatısına bağlanan elemandır. Yanal stoperin temel görevi, beklenmedik bir durumda oluşan yanal hareketlerde bolster kirişinin yanal yönde bogi çatısına çarpmasını engellemek şok etkisini azaltmaktır. Özellikle aracın kritik hızlara ulaştığında, dar kurplarda bolter kirişinin bogi çatısına çarpmasını önler. Genel olarak kauçuk ve metal kompozit malzemeden imal edilmektedir.



Şekil 2.110. Örnek bir yanal stoper gösterilimi

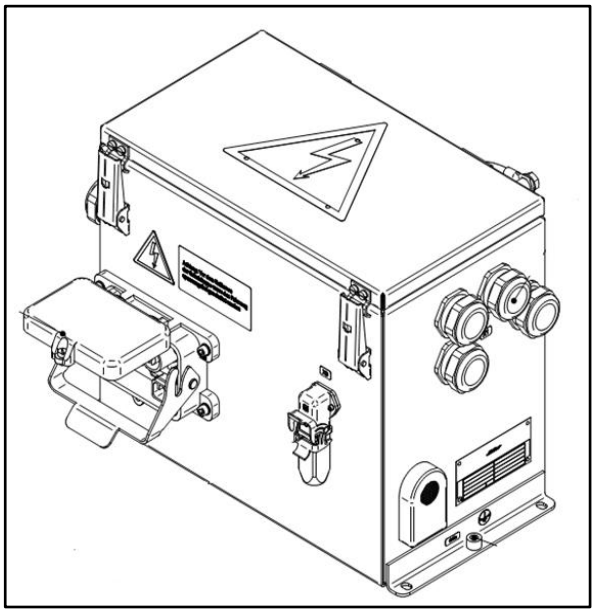
- Trailing rod (süspansiyon çubuğu); raylı sistem araçlarında boylamsal ve yanal yönündeki kuvvetleri bogiden bolstera, metal çubuk ile ileten elemandır. Süspansiyon çubukları, frenleme veya motorlardan gelen üç eksendeki kuvvetleri iletirler. Süspansiyon çubuğu, iki ucunda kauçuk burç olan metal bir çubuktur. Bir ucu bolster kirişine diğer ucu bogi çatısına bağlanmaktadır. Araca belli ölçüde serbestlikler sağlayarak kurplardan rahat dönmesine imkân sağlayan bir ekipmandır.



Şekil 2.111. Örnek bir trailing rod gösterilimi

2.7.14. Stinger kutusu (Harici besleme kutusu)

Stinger kutusu; raylı sistem araçlarında bakımlar yapılırken katener hattındaki enerji ile ilgili yükleri beslemeyi kontrol etmek için, tercihe göre araca monte edilen bir enerji dağıtım kutusudur. Kutu üzerindeki farklı kontrol seçenekleri ile araç bakımı durumunda istenilen ekipmanların beslemesi yapılabilir veya araç enerjisi kesilebilir.



Şekil 2.112. Örnek bir stinger kutusu (Harici besleme kutusu)

2.7.15. Sürücü koltuğu

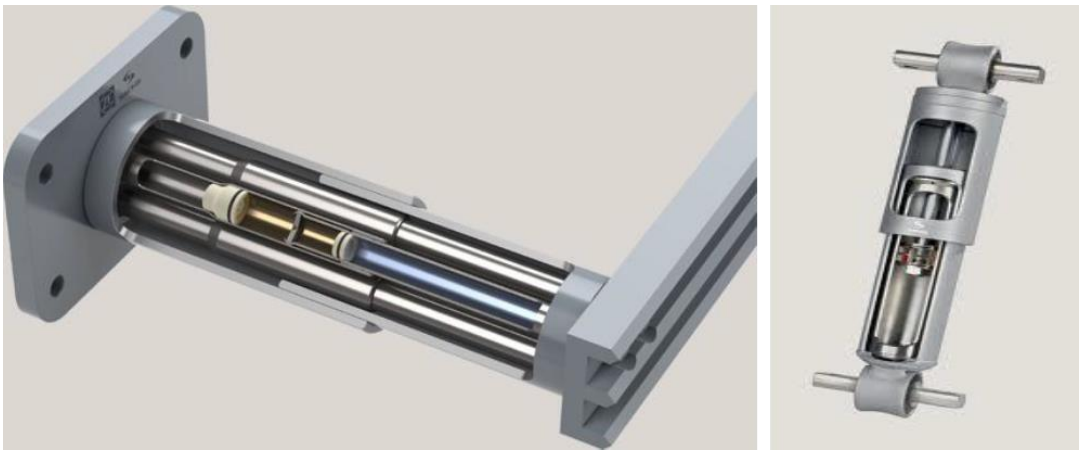
Sürücü koltuğu, raylı sistem araçlarının seyrini gerçekleştiren yetkili personelin seyir esnasında konforlu bir şekilde aracı kumanda etmesine imkân sağlayan sürücü kabin içi ekipmanlarından bir tanesidir.



Şekil 2.113. Örnek bir sürücü koltuğu

2.7.16. Damperler (Dikey ve yatay) ve Şok emiciler (Crash bumper)

Raylı sistem araçlarında bulunan damperler, araç bogisi ile bolster kirişi arasında düşey ve yatay konumda olmak üzere montajları yapılan, şok ve titreşim durumunda düşey ve yanal titreşimleri sönümleyen, yolcu konforunu artıran, içerisinde delikli piston bulunan hidrolik sönüm sağlayan bogi ekipmanlarıdır. Raylı sistem araçlarında bulunan şok emicilerin (Crash bumper) temel görevi ise çarpışma durumunda şok etkisini önemli ölçüde üzerine alarak şasiye iletmemek ve şasinin deforme olmasını engellemektir. Şok emicilerin geri dönüşümlü ve geri dönüşümsüz iki fonksiyonu vardır. Geri dönüşümlü kısım düşük hızlarda (yaklaşık 6 km/s), geri dönüşümü olmayan mekanizma ise yüksek hızlı çarpışmada içerisindeki deformasyon tüpünün deforme olmasıyla şok etkisini azaltmaktadır. İlk seviyede hidrolik silindir-piston, ikincil aşamada ise deformasyon tüpü çalışmaktadır.

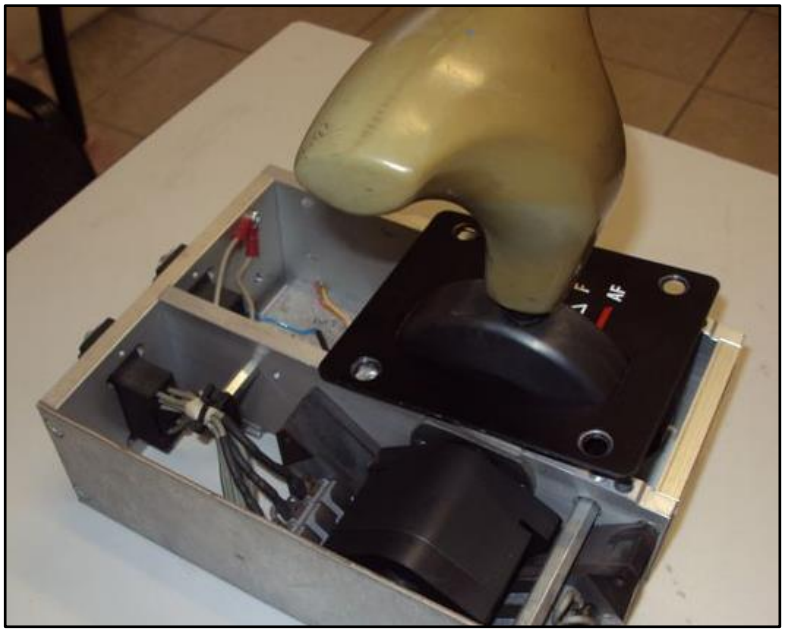


Şekil 2.114. Örnek bir crash bumper ve damper

2.7.17. Elektrik sistemleri ana devre ve kontrol ekipmanları

Raylı sistem araçları, kontrol sistemine dahil olan ve aracın temel kontrolünde kullanılan aşağıdaki ekipmanları da içermektedir:

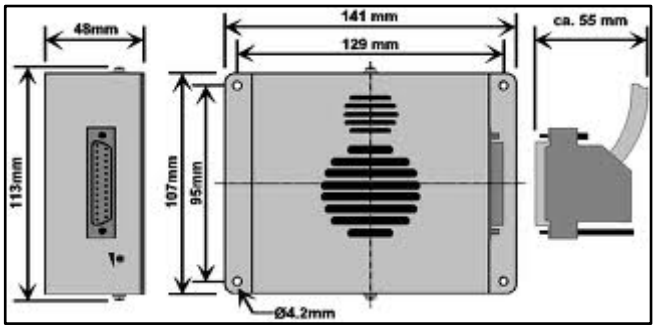
- İvme kolu (Master controller); makinistten aldığı hareket veya durma komutunu araç bilgisayarına ileterek, hareket veya durma işlemini başlatan ekipmandır.



Şekil 2.115. Örnek bir ivme kolu ekipmanı

- Totman pedalı (Ölü adam pedalı); güvenlik amacıyla kullanılan bir ekipmandır. Makinistin hayatta olduğunu ve sisteme komut verdiğini kontrol eder. Aldığı bilgiyi araç bilgisayarına iletir ve bilgisayar aracın hareketine izin verir. Acil bir durumda ise, sistem tarafından fren uygulanarak aracın durmasını sağlanır.
- Uyarı zili ve korna; raylı sistem araçlarında yolcuları, yayaları vb. trafikte bulunanları uyarmak amacıyla kullanılan sesli uyarı ekipmanıdır.
- Sürücü panelleri ve ekipmanları; makinist kabininde bulunan ve üzerindeki butonlar ve anahtarlar sayesinde makinistin araç üzerinde gerekli müdahaleleri yapmasını sağlayan ekipmanlardır (Örneğin; ışıkların açılıp kapanması, klimanın açılıp kapanması vb.).
- Sürücü ekranı; makinist ile araç arasında ara yüzü sağlayan cihazdır. bu cihaz sayesinde makinist araç üzerinde oluşan olay ve arızaları gözlemler.
- Hız göstergesi; raylı sistem aracının hızını ve yaptığı kilometre değerini gösteren ekipmandır.
- Karakutu; raylı sistem araçlarında herhangi bir kaza vb. kritik durumlarda olayların tespiti ve analizi için kullanılan kayıt cihazıdır. Araçta oluşan temel sinyalleri kaydeder (Örneğin detaylı olay zamanı, araç hızı, kapıların durumu vb.).
- İmdat kolu; raylı sistem araçlarında yolcu bölümünde bulunur. Acil durumda yolcuların aracı durdurup kapıları açması için kullanılır.
- Fren rezistörü; raylı sistem araçları frenleme yaptığında enerji üretir. Eğer o an hatta enerji ihtiyacı olan bir araç varsa, o aracın ihtiyacı fren yapan araç tarafından üretilir. Eğer hatta enerji ihtiyacı yoksa üretilen fazla enerji fren rezistörlerinde ısıya dönüştürülür.
- Hız sensörü; raylı sistem araçlarında taşıyıcı bogi üzerinde bulunan hız sensörü sayesinde, frenleme esnasında ve sürüş anında tekerleklerin dönme durumu değerlendirir ve fren kontrol sistemine bilgi gönderilir.
- Parafudr (surge arrester); raylı sistem araçlarının üzerine gelecek aşırı gerilimleri (Örneğin yıldırım düşmesi) kısadevre ederek toprağa iletilmesini sağlayan ekipmandır. Parafudr sayesinde, araç üzerindeki tüm ekipmanların aşırı gerilimden hasar görmesi engellenmiş olur.

- Arıza bildirim zili (Buzzer); raylı sistem araçlarında herhangi bir arıza veya olağan durumlarda (örnek kapı açılması), makinisti bilgilendirmek için kullanılan, uyarı ve arıza bildirimi amaçlı olan bir ekipmandır.

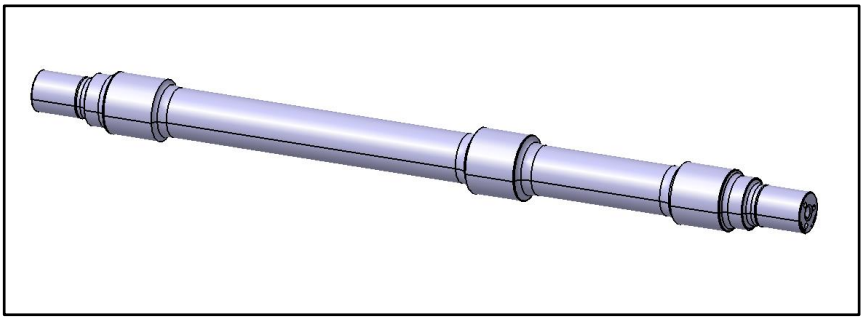


Şekil 2.116. Örnek bir arıza bildirim zili (buzzer) ekipmanı

2.7.18. Aks ve teker seti

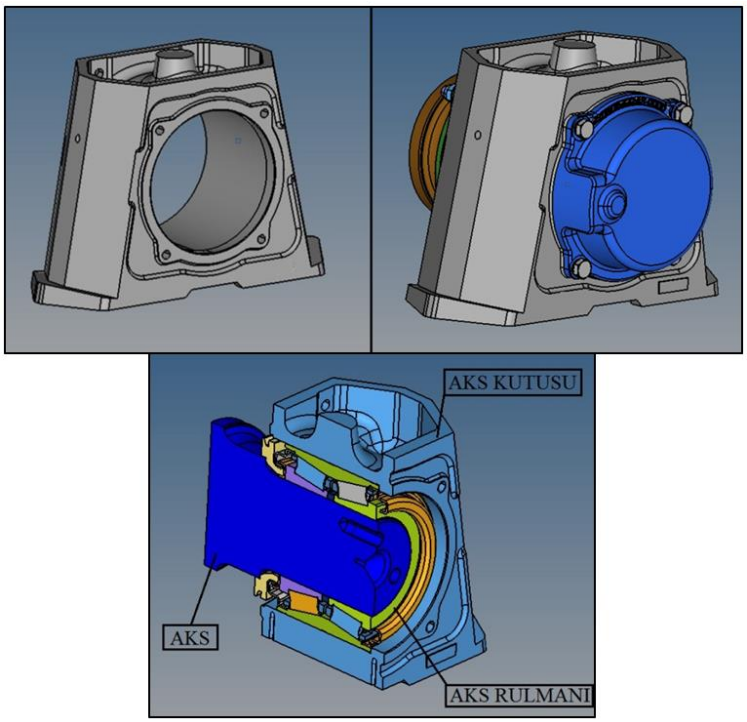
Raylı sistem araçlarında kullanılan aks-teker seti ekipmanları; aks, aks kutusu, aks rulmanı ve tekerlek setinden oluşmaktadır.

- Aks; raylı sistem araçlarında yürüyen aksamın temel elemanıdır. Aks, motor ve dişli kutusundan gelen tahrik momentini ve fren silindirlerinden gelen frenleme kuvveti alıp tekerleklere iletilmesinde kullanılır. Aksın önemli görevlerinden diğeri ise raylı sistem araçlarının güvenli bir şekilde raylarda çalışmasını sağlamaktadır. Aks malzemesi olarak yüksek mukavemetli çelik kullanılmaktadır.
-



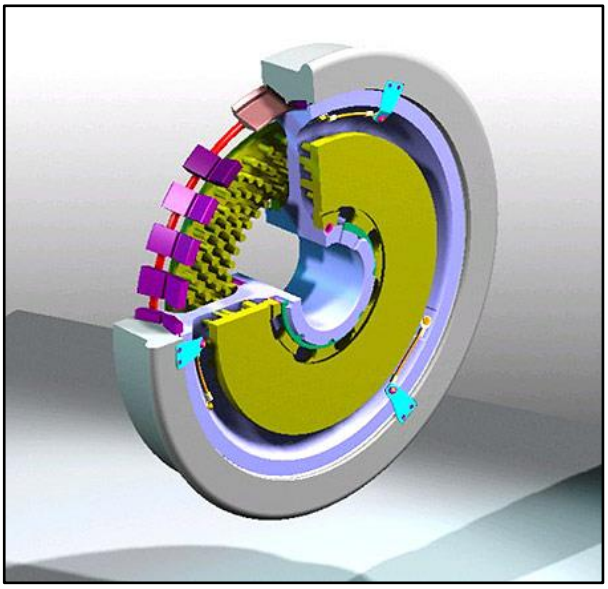
Şekil 2.117. Örnek bir aksın genel görünümü

- Aks kutusu ve aks rulmanları genel bir kural olarak, teker setinin iki tekerleğinin dışındaki mil başına yerleştirilir. Araç veya bogi şasisi, aks kutusu gövdesi üzerindeki yaylar (şevronlar) vasıtasıyla desteklenir. Gövde, bogi ve yolcu yükü bu yapı üzerinden araç aksına buradan da tekerleklere aktarılmaktadır.



Şekil 2.118. Örnek bir aks kutusu ve aks rulmanının genel görünümü

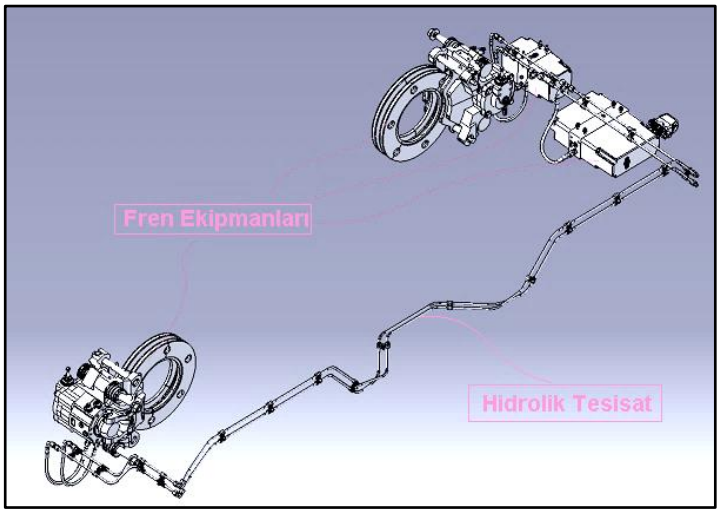
- Tekerlekler; raylı sistem araçlarında yürüyen aksamın temel elemanıdır. Motor ve dişli kutusundan gelen tahrik ile fren silindirlerinden gelen yavaşlama ihtiyacı akslar vasıtasıyla tekerleklere iletilir. Tekerlek malzemesi yüksek mukavemetli çelik olup ray ile sürekli temas halindedir. Monoblok, bandajlı ve esnek tekerlek olmak üzere endüstride kullanılan 3 farklı tekerlek tipi bulunmaktadır. Genellikle monoblok tekerlekler metro hatlarında, bandajlı tekerlekler hafif metro hatlarında ve esnek tekerlek ise tramvay hatlarında kullanılmaktadır. Genellikle, tekerlek-ray temasından kaynaklanan gürültülerin azaltılması amacıyla esnek tekerlek kullanılmaktadır.



Şekil 2.119. Örnek bir tekerleğin genel görünümü

2.7.19. Hidrolik tesisat ekipmanları

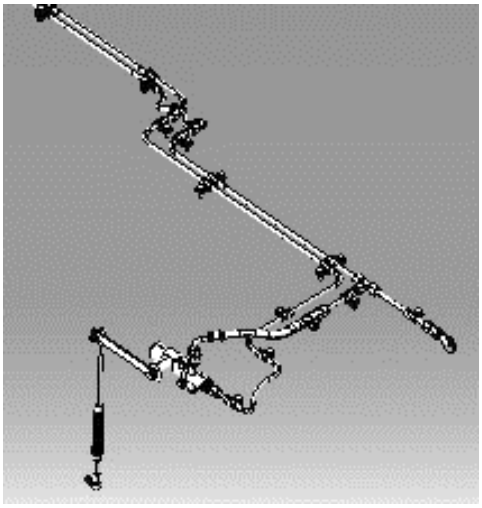
Raylı sistem araçlarında kullanılan hidrolik tesisat ekipmanları; hidrolik boru ve hortum tesisatı ile basınçlı yağ üreticileri ve kullanıcıları arasındaki yağ transferini sağlayan yüksek basınç dayanımlı ve korozyona dayanıklı malzemeden üretilen tesisat ekipmanlarını kapsamaktadır. Bu kapsamda borular, yüksek basınca dayanıklı hortumlar, bağlantı elemanları ve kelepçeler bulunmaktadır.



Şekil 2.120. Örnek bir hidrolik tesisat tasarımı

2.7.20. Pnömatik tesisat ekipmanları

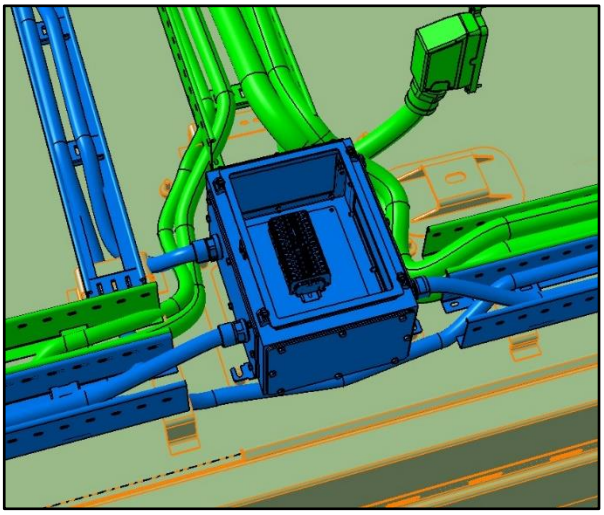
Raylı sistem araçlarında kullanılan pnömatik tesisat ekipmanları; pnömatik boru ve hortum tesisatı ile basınçlı hava üreticileri ve kullanıcıları arasındaki hava transferini sağlayan korozyona dayanıklı malzemeden üretilen tesisat ekipmanlarını kapsamaktadır. Bu kapsamda borular, basınca dayanıklı hortumlar, bağlantı elemanları ve kelepçeler bulunmaktadır.



Şekil 2.121. Örnek bir pnömatik tesisat tasarımı

2.7.21. Araç üstü elektriksel bağlantı kutuları

Raylı sistem araçlarında kullanılan araç üstü elektriksel bağlantı kutuları, araç altı ve araç üstünde kullanılan elektriksel bağlantıları muhafaza etmek ve dış etkilere karşı korumak amacıyla kullanılır. Aynı zamanda modüler araç tasarımı, bakım ve arıza bulma kolaylığı açısından elektriksel bağlantı kutularının araç üstü yerleşimi ve iç tasarımları önem kazanmaktadır.



Şekil 2.122. Örnek bir araçüstü elektriksel bağlantı kutusu

2.7.22. Telsiz ünitesi

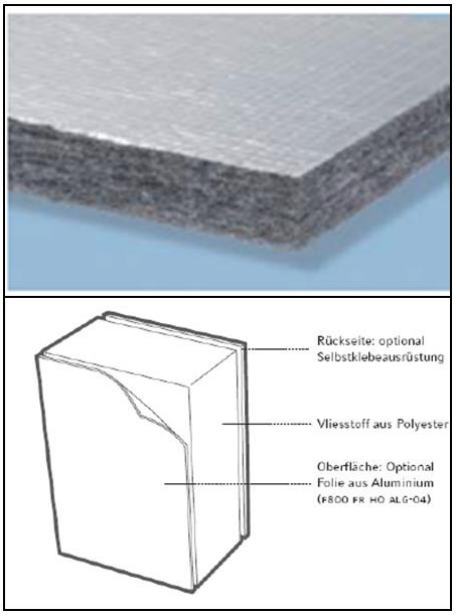
Telsiz ünitesi; raylı sistem araçları arasında ve kumanda merkeziyle haberleşmek için kullanılan, hoparlör, GPS alıcısı, anten ve mikrofondan oluşan bir haberleşme sistemidir.



Şekil 2.123. Örnek bir telsiz ekipmanları

2.7.23. Isı ve ses izolasyon malzemesi

Raylı sistem araçlarının taban, yan duvar, tavan ve klima kanallarında ses ve ısı izolasyonunu sağlamak için izolasyon malzemesi kullanılmaktadır. İzolasyon malzemesi yoğuşmayı engelleme özelliğine sahip olup hidrofobik bir malzemedir. Aracın çeşitli kısımlarında farklı kalınlıklarda izolasyon malzemeleri kullanılmaktadır. İzolasyon malzemelerinin özellikle yanmazlık ve yangın ilerleme direnci yüksek olup, yandığında zehirli çıkan zehirli gaz oranı insan sağlığını tehlikeye sokacak limitlerin altında olmalıdır. Genellikle kullanılan izolasyon malzemesinin bir yüzü alüminyum kaplı diğer yüzü ise yapışkanlıdır.



Şekil 2.124. Örnek bir ısı ve ses izolasyon malzemesi

2.7.24. Taban ahşabı ve ahşap altı takozu

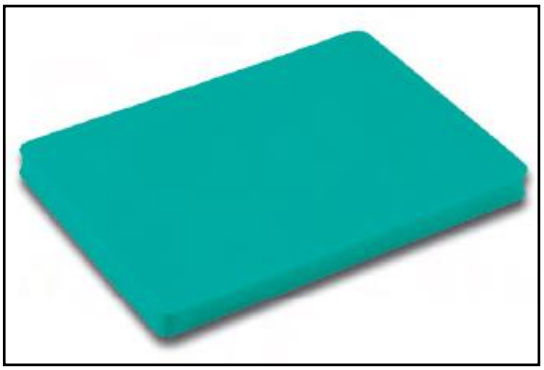
Taban ahşabı, raylı sistem araçlarının iç zemininde kullanılan ve yolcunun yürümesi için düz bir yüzey oluşturan, ısı ve gürültü izolasyonu sağlayan, iki ahşap plaka arasında bir adet ağır kauçuk katmandan oluşan üründür. Taban ahşabında yanmazlık, yangın ilerleme direnci ve yandığında toksik gaz oranının insan sağlığına zarar verecek derecede olmaması gerekmektedir. Araçlarda

kullanılan taban ahşabı suya karşı dayanaklı olmalıdır ve ürün çoğunlukla "Marine Plywood" sınıfına girmektedir.



Şekil 2.125. Örnek bir taban ahşabı

Taban ahşap altı takozu, raylı sistem araçlarında yolcu ve sürücü kabini taban ahşabı altında kullanılan, taban sacı ile taban ahşabı arasındaki elastik bir elemandır. Taban ahşap altı takozunun temel görevi; taban ahşabına desteklik sağlamak ve araç şasisinden gelen titreşimleri izole ederek yolcu konforunu artırmaktır. Bu üründe yanmazlık, yangın ilerleme direnci ve yandığında toksik gaz oranının insan sağlığına zarar verecek derecede olmaması gerekmektedir. Ayrıca bu ürün, tabanda kullanılan izolasyon malzemesi ile neredeyse aynı ısı iletim ve gürültü izolasyon değerlerine sahiptir. Bu üründe suya ve yoğuşmaya karşı dayanıklı bir üründür. Ürünün bir yüzü yapışkanlı olup, araç taban trapez sacına yapıştırmak suretiyle montajı yapılmaktadır.



Şekil 2.126. Örnek bir taban ahşap altı takozu

2.8. Demiryolu Araç Teknoloji Yönelimleri

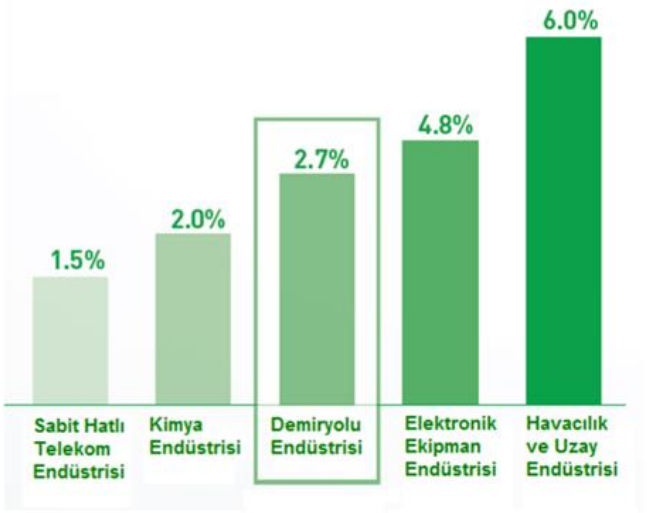
Raylı sistem taşıtları son derece teknolojik ürünler olup, üzerlerinde onbinlerce parça ve onlarca sistem bulundurmaktadır. Örneğin, genelde dört metro aracının birleştirilmesinden oluşan bir metro setinde sadece gövde üzerinde vidasından somununa kadar 100.000'den fazla parça bulunmaktadır. Ayrıca, herbir metro aracında 20'ye yakın alt sistem (Cer, fren, araç kontrol bilgisayarları, haberleşme sistemleri, yardımcı güç, batarya, kapı, klima, kamera, bilgilendirme vb.), sistemlere ait yüzlerce ekipman, herbir araçta yaklaşık 10-15 kilometre kablo, yaklaşık 8.000-10.000 kablo bağlantı ucu, yüzlerce metrelik pnömatik ve hidrolik borulama tesisatı bulunmaktadır. Diğer bir örnekte, yüksek hızlı trenler uçaklardan sonra en yüksek teknolojiye sahip ulaşım araçlarıdır.

Aslında entegre bir raylı sistem araç üretim tesisinde saç bobinlerin tesise ulaşmasıyla araçların hikayesi başlamaktadır. Gövde imalat, gövde boyama, gövde son montaj, bogi montaj, araç kablolama ve kalite kontrol, dizi test, müşteriye sevk edilmesiyle beraber yolculu işletmeye hazır hale gelir. Dolayısıyla, raylı sistem araç üretimi son derece disiplinli olunması gereken, kalite, proses ve kontrol odaklı bir yaklaşımdır.

Raylı sistem araç platformlarının milli imkânlarla tasarlanması ve geliştirilmesi gerekmektedir. Teknolojik gelişmelere koşut olarak ürünlerin güncellenmesi ve rekabetçi hale getirilmesi ancak tasarım yeteneklerinin yaygınlaştırılması ile mümkün olmaktadır.

Dünya geneline bakıldığında, (Şekil 2.127)'de görüldüğü üzere raylı ulaşım sektörü en çok Ar-Ge harcamalarının yapıldığı üçüncü endüstri olarak öne çıkmaktadır. Bugünün ve geleceğin raylı ulaşım ihtiyaçlarının belirlenmesi, yeni pazar ihtiyaçlarının tanımlanması ve küresel boyutta rekabet edebilen bir sektör oluşturulması için raylı sistem aracı konusunda Ar-Ge yapılması kaçınılmazdır. Bu kapsamda, uzun dönemli ihtiyaçlar ve sosyo-ekonomik araştırmalar, akıllı üretim teknolojileri, sistem entegrasyonu ve güvenlik, enerji

verimliliği ve sürdürülebilirlik, insan kaynağı gibi konularda yatırımlar planlanmalı ve hayata geçirilmelidir (T.C. Kalkınma Bakanlığı, 2018).



Şekil 2.127. Sektörel Bazda Ar-Ge'ye Ayrılan Kaynakların Gelirlere Oranı (T.C. Kalkınma Bakanlığı, 2018).

Avrupa Birliği'nin Ufuk 2020 çalışması içerisinde "Shift2Rail" yapılanması ile gelecekteki raylı sistemlerin ihtiyaçlarına bugünden çözüm oluşturulması hedeflenmektedir. 920 milyon euro bütçe ayrılan proje kapsamında yeni ve ileri teknolojilerin kullanılarak yenilikçi raylı sistem araçlarına yönelik ürün ve çözümlerinin oluşturulması amaçlanmaktadır. Ufuk 2020 şemsiyesi altında raylı sistem araçları kapsamında yürütülecek Ar-Ge faaliyetlerine yönelik İnovasyon Programları oluşturulmuştur. Özellikle raylı sistem araçları ile ilgili olarak İnovasyon Programı-1'in amacı maliyeti düşük, güvenilir, daha yüksek kapasiteli hızlı trenlerin geliştirilmesidir. Bu kapsamda program çerçevesinde, raylı sistem araçlarındaki kritik bileşenlere ait aşağıdaki konularda çağrılar yayınlanmıştır (T.C. Kalkınma Bakanlığı, 2018):

a. Çekiş sistemi:
    - Yeni nesil güç elektroniği
    - Bağımsız teker çekiş kontrolü
    - Güvenilir ve emre amade çekiş kontrol sistemi
    - Gürültüsüz çekiş kontrol

- Çekiş kontrol kapsamında standart ürün kullanımı (tramvay, metro, EMU, YHT, Lokomotif aileleri)

b. Tren kontrol ve izleme sistemi:
    - Kablosuz TKYS ağı
    - İhtiyaca göre sürüş
    - Fonksiyona göre mimari oluşturma

c. Yeni nesil araç gövdesi:
    - Kompozit hibrit araç gövdesi

d. Dişli kutusu:
    - Yeni malzemelerin kullanılması
    - Gürültü ve titreşimin azaltılması

e. Yeni nesil fren sistemi:
    - Güvenilir adezyon kuvvet kontrolü

f. Yenilikçi kapı sistemleri:
    - Hafif kapılar, konforlu kapı sistemi

g. Modüler tren içi tasarımı:
    - Geleceğin sürücü kabini

Türkiye'de de yeni nesil raylı sistem araçlarına yönelik Ar-Ge çalışmaları, (Şekil 2.128)'de gösterilen kapsamda planlanmalı ve yürütülmelidir:

a. Enerji besleme teknolojisi;
    - Enerji tüketiminin azaltılması çalışmaları;
        - Araç aerodinamik yapısının iyileştirilmesi,
        - Araç ağırlığının azaltılması,
        - Yeni nesil SiC tabanlı güç modülleri ile yüksek verimli çekiş sistemi ve yardımcı güç ünitelerinin geliştirilmesi,

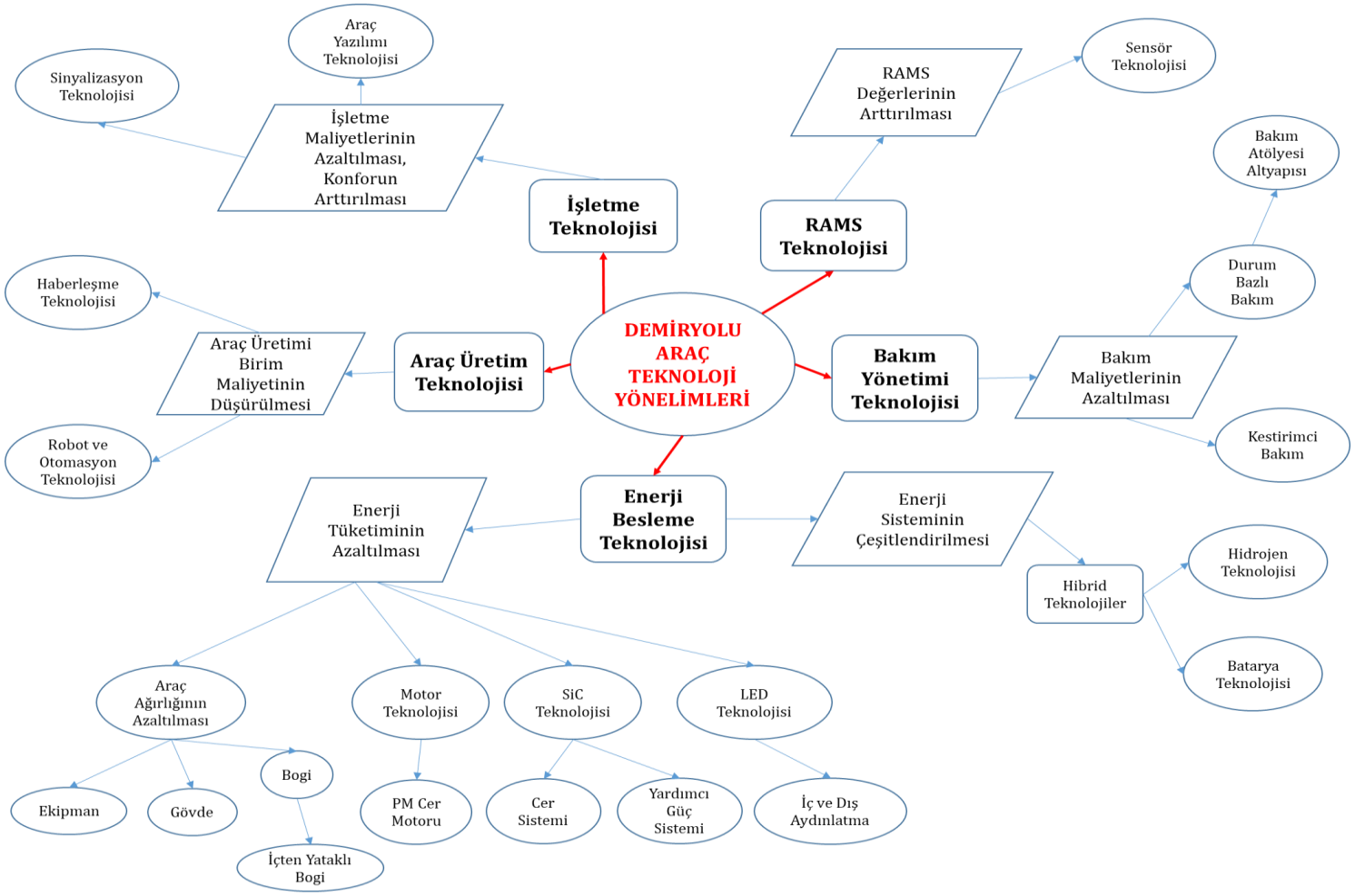
    - Güç elektroniği ekipmanlarında kayıpların azaltılması,
    - Regenaratif frenleme özelliğinin daha verimli kullanılması,
    - Çekiş motorlarının asenkron motorlar yerine PMSM (daimi mıknatıslı) kullanılması ve böylece soğutma fanı ihtiyacı ortadan kalkması,
    - Trenlere enerji yönetim sisteminin eklenmesi.
- Enerji sisteminin çeşitlendirilmesi çalışmaları;
    - Gelişmiş batarya teknolojileri ve hidrojen teknolojisi.

b. Araç üretim teknolojisi;
    - Araç üretimi birim maliyetinin düşürülmesi;
        - Üretimde dijitalleşme, robotik ve otomasyon teknolojileri,
        - Gelişmiş üretim kontrol, stok kontrol yazılımları.

c. İşletme teknolojisi;
    - İşletme maliyetlerinin azaltılması,
        - Sinyalizasyon teknolojisinin geliştirilmesi,
        - Araç yazılım teknolojisinin geliştirilmesi.
    - Araç konforunun arttırılması.

d. RAMS teknolojisi;
    - RAMS değerlerinin arttırılması,
        - Gelişmiş arıza kayıt sistemleri,
        - Gelişmiş sensör teknolojileri.

e. Bakım yönetimi teknolojisi;
    - Bakım maliyetlerinin azaltılması,
        - Kestirimci ve durum bazlı bakım metodlarının geliştirilmesi.



Şekil 2.128. Demiryolu araç teknoloji yönelimleri şematik gösterilimi

2.9. Raylı Sistem Araçlarının Ürün Yaşam Döngüsü

Bu bölümde raylı sistem araçlarının tasarımı ile başlayan ve tasarıma uygun olarak belirlenen araçların alt komponentlerin tedariki, araçların üretimi, devreye alma ve test süreçleri ile araçların çalışacağı ana hatta sevk edilmesinin ardından işletmede yolculu sefere alınarak garanti süreci sonuna kadar olan süreçlerle ilgili detaylara yer verilmiştir.

Yüklenici (raylı sistem araç üreticisi) açısından raylı sistem araçlarının ürün yaşam döngüsü, müşteri (idare) tarafından ihale dokümanlarının yayınlanması ile başlayarak garanti süreci sonunda araçların kesin kabulün tamamlanmasına kadar devam eder.

İhalenin yayınlanması öncesinde ise müşteri tarafından aşağıda belirtilen süreçler takip edilerek tamamlanmalıdır:

- Araç ihtiyacına yönelik fizibilite çalışması yapılması,
- İhtiyaç duyulan araç ve dizi sayılarının belirlenmesi,
- İhtiyaç duyulan araç tipinin ve araç teknik özelliklerinin belirlenmesi,
- İhalenin yapılacağı usulün belirlenmesi,
- Hazırlanan fizibilite raporuna ve ihalenin gerçekleştirileceği usüle göre ihalenin açılması için gerekli olan izinlerin üst makamlardan alınması (Bakanlıklar, Cumhurbaşkanlığı vb.)
- Araç teknik özelliklerinin detaylandırılacağı araç teknik şartnamesinin oluşturulması,
- İhale usulüne uygun gerekli başvuruların ve bilgilendirmelerin ilgili mercilere yapılması,
- İhale usulüne uygun gerekli dokümantasyon altyapısının oluşturulması,
- İhale usulüne uygun komisyonların kurulması,
- İhale usulüne uygun idari şartnamenin ve tedarik sözleşmesinin hazırlanması,
- İhale dokümanlarının gözden geçirilerek nihai halinin verilmesi.

Müşteri tarafından ihale dokümanlarının hazırlanıp ihalenin yayınlanması ile aşağıda belirtilen süreçler, müşteri tarafından takip edilmektedir:

- Müşteri tarafından ihalenin yayınlanması ve ihale usulüne uygun isteklilere bilgi verilmesi,
- İhale dokümanları ile ilgili varsa zeyilnamelerin yayınlanması ve ihale askı süresinin beklenilmesi,
- İsteklilerden ihale ile ilgili tekliflerin alınması (Teknik Teklif, Fiyat Teklifi, İdari Teklif vb.),
- İhale ile ilgili istekliler ile görüşmeler ve alınan tekliflerin değerlendirilmesi,
- İhale ile ilgili teklif değerlendirme raporunun hazırlanması,
- İstekliler ile sözleşme görüşmelerine başlanılması,
- Sözleşme görüşmeleri sonucunda istekliler arasından ihaleyi kazanan isteklinin açıklanması (ana yüklenicinin seçilmesi),
- Seçilen yüklenicinin sözleşme imzalanmak üzere davet edilmesi ve sözleşmenin imzalanması.

Müşteri tarafından ihale ilanının yayınlanması ile, istekliler aşağıda belirtilen çalışmaları yapmaya başlar:

- Master Planın (Ana Üretim ve Teslimat Planı) taslak olarak oluşturulması,
- Nakit akış tablolarının oluşturulması,
- Alt tedarikçilere teknik şartnameler ve sözleşmeler gönderilerek ürün fiyat tespitinin yapılması,
- Araç için teklif edilecek birim fiyatın çıkartılması,
- İhale başvuru dosyalarının hazırlanması ve müşteriye sunulması.

Yüklenicinin seçilmesi ve sözleşmenin imzalanması sonucunda ihale tamamlanır. Müşteri tarafından ihaleyi kazanan yükleniciye "İşe Başlama Tebligatı" gönderilir.

Yüklenici, ihaleye hazırlık safhasından itibaren raylı sistem araç tasarımı çalışmalarına başlar. İhaleye teklif verilebilmesi için, teklif verilecek aracın konsept tasarımın oluşturulmuş olması önemlidir. İhale öncesinde araçta kullanılacak ekipmanlar ile ilgili yaklaşık fiyat tekliflerinin ekipman tedarikçilerinden alınmış olması yaklaşık maliyet hesaplanması açısından kritik bir süreçtir. Ayrıca yüklenici ihaleye hazırlık safhasında üretim planlarını da konsept olarak hazırlamış olması gerekmektedir.

İşe Başlama Tebligatının müşteri tarafından gönderilmesinden sonra, yüklenici tarafından aşağıda belirtilen süreçlerde çalışmalar devam eder:

- Yüklenici tarafından "Ana Üretim ve Teslimat Planları"nın detaylandırılması ve nihai halinin verilmesi,
- Müşteri tarafından ihalede belirtilen teknik gereksinimlere uygun tasarımın gerçekleştirilmesi için çalışılması,
- Tasarım gereksinimlerine uygun aracın alt komponentlerinin, ekipmanlarının, malzemelerinin tedariği için alt yükleniciler ile görüşülmesi,
- Alt yüklenicilerle "Ana Üretim Planı"na uygun olarak tedarik planlarının oluşturulması ve sözleşmelerin imzalanması,
- Müşteri ile tasarım toplantılarının gerçekleştirilmesi (CDR, PDR, FDR toplantıları)
- Alt komponentlerinin, ekipmanlarının, malzemelerinin imalat süreçlerinin, tedariklerinin takibinin yapılması,
- Tasarıma uygun olarak aracın üretiminin, araç üstü ekipman montajlarının gerçekleştirilmesi,
- Üretilen araçların devreye alma, tip ve rutin test süreçlerinin tamamlanması,
- Testleri tamamlanan araçların geçici kabul süreçlerinin tamamlanarak müşteriye teslimatının gerçekleştirilmesi ve araçların yolculu işletmeye alınması,

- Garanti sürecinde teslim edilen araçların yolculu işletmede performans takibinin yapılması ve kesin kabul sürecinin tamamlanması.

Raylı sistemler araç üretimi sürecinde en önemli yönetim süreçlerinden biri tedarik yönetimidir. Bir aracın üretiminin tamamlanması ve test işlemlerine başlanabilmesi için araçta kullanılan özellikle kritik ekipman ve malzemelerin tedariklerinin tamamlanmış olması gerekmektedir. Testlerin tamamlanması için kritik olmayan malzemelerin tedariğinin gecikmesi durumunda devreye alma ve testler sistem fonksiyonunu kontrol etmek için geçici olarak yapılabilir. Ancak, burada original malzemenin temin edilmesi ardından araca monte edilmesi sürecinde oluşabilecek risklerin yönetimi çok dikkatli yapılmalıdır. Örneğin araçta kullanılan özel bir konnektörün temin edilememesi devreye alma ve test işlemlerinin başlaması için engel teşkil etmez. Geçici olarak kablolar sisteme konnektörsüz bağlanabilir (EMC etkiside dikkate alınacak şekilde).

Test işlemleri tamamlandıktan sonra, konnektörün temin edilmesi durumunda artık kablo pinlerinin konnektöre bağlantısında hata yapılmamalıdır. Bu durumda, oluşabilecek riskleri minimize etmek için konnektör bağlantılarını gerekirse iki hatta üç kez kontrol edilmelidir.

Ayrıca tedarik edilemeyen bir parçanın montaj edilememesinden kaynaklı olarak başka bir üretim prosesi tamamlanamayabilir. Örneğin araçta kullanılan özel bir kablonun tedariğinin gecikmesi, kablo kanalı imalatının tamamlanaması demektir. Kablo kanalları araçta monte edilememesi durumunda da araç iç giydirme montaj süreci başlayamaz.

Özetle, raylı sistemler araç üretimi içerisinde birçok parametrenin etkileşimi barındıran riskli bir süreçtir. Bu süreçlerde oluşabilecek risklerin azaltılması için en önemli unsurlardan birisi “Proje Yönetimi ve Planlama”dır.

Planlama ve Proje Yönetimi:

Raylı sistem araç üretimi hem tasarım açısından hem de teknik açıdan zorlu ve birbiriyle ilişkili birçok süreci barındırmaktadır. Ayrıca, milyonlarca dolarlık bir projeyi tasarlama ve inşa etmenin teknik zorluklarının yanı sıra, müşterinin teknik isterlerine uygun araç tasarımının yapılması önemlidir.

Yüklenicinin bu karmaşık ve zor süreci en kolay şekilde yönetebilmesi için "Tasarım, Tedarik, Üretim, Test" planlamasının doğru yapması ve planlamanın düzgün takip edilmesi çok önemlidir.

Müşteri tarafından "İşe Başlama Tebligatı" verilmesinden itibaren araçların yolculu işletmeye alınana kadar geçen süre, istenilen araçların özelliklerine göre değişkenlik göstermektedir.

Örneğin, bu süre Metro araçlarında ortalama 18 ay iken Yüksek Hızlı trenlerde 48 ayı bulmaktadır.

Müşteri gereksinimlerini en iyi şekilde karşılayacak ürünün üretim bandında hazır olması ürün tasarım süresini azaltacağından dolayı teslimat süresinin kısalmasında önemli etkendir.

Yüklenici tarafından sözleşmenin imzalanması ardından, proje kapsamındaki tüm alt proje yönetim kalemlerini içeren "Proje Yönetim Planı" klasörü hazırlanarak Müşteriye sunulur.

Proje Yönetim Planı (PYP) aşağıda belirtilen yönetim fonksiyonlarını ve her bir fonksiyon kapsamında proje süreci boyunca uygulanacak yöntemleri detaylı bir biçimde açıklamalıdır:

- Ana Proje Planı
- Kalite Yönetimi
- Proje Risk Yönetimi

- İletişim Yönetimi
- Tasarım Yönetimi
- Revizyon ve Değişiklik Yönetimi
- RAMS Yönetimi
- Tedarik Yönetimi
- İmalat Yönetimi
- Test Yönetimi
- Teslimat Yönetimi
- Eğitim ve Dokümantasyon Yönetimi
- Bakım Yönetimi

Yüklenici tarafından projede görev alacak personelin planlaması yapılır. Proje yönetim planında personel organizasyonu, roller, sorumluluklar vb. diğer hususlar yer almaktadır.

Proje sürecinde PYP'de gerçekleşecek tüm değişiklikler, PYP dosyasına yansıtılır ve belirlenen periodlarla idarenin (müşterinin) onayına sunulur. Genellikle, proje yönetim planının sunulması ile yüklenici ve idarenin katılımıyla "Proje Başlatma Toplantısı" gerçekleştirilir.

Yüklenici tarafından hazırlanan proje planı, projede yer alan süreçlerdeki kritik yolları gösterir. Proje planında ihale kapsamında yer alan tüm alt süreçler (tasarım, imalat, tedarik, araç üretimi, devreye alma ve test) yer almalıdır. Herbir alt süreç için detay planlar oluşturulmalıdır. Ana proje planı, tüm alt planlar (tasarım planı, imalat planı, tedarik planı, üretim planı, test planı) ile entegre olmalıdır.

Yüklenici tarafından "Kalite Güvence Planı (KGP)" oluşturulur. Yüklenicinin organizasyon yapısı, kalite politikaları, tasarım, üretim, test süreçlerindeki kalite kontrol prosesleri KGP içeriğinde yer alır.

Yüklenici tarafından, proje risk yönetiminin nasıl yapacağını açıklayan bir "Risk Yönetim Planı" hazırlanır. Risk yönetim planı, projenin gerçekleşmesi ve

ilerleyişinde olması muhtemel problem veya gecikmelerin önceden tespit edilmesi ve oluşabilecek zaman ve maliyet kayıplarının azaltılmasına yönelik gerekli önlemlerin alınmasını kapsayacaktır.

Yüklenici tarafından proje boyunca iletişimin takip edileceği format belirlenerek, iletişim yönetiminin ne şekilde olacağının anlatıldığı "İletişim Planı" oluşturulur. Yüklenici ile idare proje kapsamında belirli periyodlar ile toplantılar gerçekleştirmek zorundadır. Bu toplantılarda projenin mevcut durumu, bir sonraki aşamaları, gecikme olan süreçler ile ilgili alınacak önlemler ve projede yeni bir sürece başlanılacak ise süreç ile ilgili bilgiler yüklenici tarafından idareye sunulur. Bu toplantıların belirtildiği "Toplantı Planı" yüklenici tarafından hazırlanır.

Yüklenici tarafından üretilecek aracın tasarımı ile ilgili tüm çalışmaları kapsayan bir "Tasarım Planı" hazırlanır. Tasarım planı; "Konsept Tasarım, Ön Tasarım ve Final Tasarım" süreçlerinin başlangıç ve bitiş zamanlarını gösterir.

Yüklenici tarafından tasarım, tedarik, üretim ve test süreçlerinde oluşabilecek revizyonların nasıl yönetileceği ile ilgili bir "Revizyon Yönetim Planı" hazırlanır.
Yüklenici tarafından projede hedeflenen RAMS değerlerine nasıl ulaşılacağı gösteren "RAMS Yönetim Planı" hazırlanır.

Yüklenici tarafından araç üretiminde kullanılan alt ekipman tedarikçilerinin bilgilerini içeren "Tedarik Yönetim Planı" hazırlanır. Tedarik yönetim planı; ekipmanların ve malzemelerin tedarik planlarını içerir.

Yüklenici tarafından araçlarda kullanılacak alt ekipmanların imalat süreçleri takip edilmelidir. Yüklenici imalat süreçlerinin kontrol zamanlarını, kontrol proseslerini içeren "İmalat Yönetim Planı" hazırlar.

Yüklenici tarafından araçların devreye alma ve test süreçlerini gösteren "Test Yönetim Planı" hazırlanır.

Yüklenici tarafından araçların üretimi, testleri tamamlandıktan sonraki süreçleri içeren "Araç Teslimat Planı" hazırlanır. Araç teslimat planında; araçların teslimat yerleri, teslimat zamanları, geçici kabul zamanları, yolculu işletmeye başlama süreleri yer almalıdır.

Araçların idareye teslimi ve yolculu işletmeye başlamasından önce, yüklenici tarafından idareye verilecek "Eğitim, Dokümantasyon, Yedek Parça" konularının da planlanması önemlidir. Ayrıca, araçlardaki bakım süreçlerini içeren "Bakım Planları" yüklenici tarafından hazırlanarak idareye sunulur.

Özetle, raylı sistem araç üretiminde yüklenici tarafından hazırlanacak planlar ve bu planların sahada takibi büyük önem kazanmaktadır.

Araç Tasarım Süreçleri:

Araç tasarım süreçleri genel olarak dört kısımdan oluşmaktadır:

- Tasarım Planlama Süreci,
- Konsept Tasarım Süreci,
- Tasarım Geliştirme Süreci,
- Uygulama ve İmalat Süreci.

Başarılı bir ürün geliştirme için tasarım süreçlerinin eşzamanlı olarak takip edilmesine bağlıdır. Örneğin, başlangıçta yapılan tasarım planlaması, tasarımın nihayi haline getirilmesine kadar takip edilmeli ve gerektiğinde revize edilebilmelidir. Benzer şekilde, tasarlanan bir ürünün İmalata geçirilmesi durumunda karşılaşılan sorunları çözümleri ürün tasarımına yansıtılmalıdır.

Raylı sistem araçları binlerce birleşeni içeren bir üründür. Dolayısıyla tasarımın doğrulanması, araçların seri üretimine başlanabilmesi açısından çok büyük önem arz etmektedir. Araçlarda tasarımın doğrulanması, prototip imalat süreçleriyle gerçekleştirilir. Prototip imalatında, tasarımsal sorunlar tespit

edilerek en kısa sürede giderilmelidir. Prototip imalatında karşılaşılmayan veya çözülemeyen tasarım sorunları, seri imalata geçildiğinde çok büyük işgücü ve maddi kayıplara sebep olmaktadır. Bu sebeple, birçok firma prototip imalat sürecini tamamlamadan seri üretim sürecine başlamamaktadır.

Tasarım süreçlerinin ilk aşaması, "Tasarım Planlama Süreci"dir. Tasarım planlama sürecinde, "Genel Tasarım Planı" oluşturulur. Genel tasarım planı hazırlanırken aşağıda belirtilen hususlar dikkate alınmalıdır:

- Müşteri tarafından talep edilen aracın tanımlanması yapılarak tasarım süreçlerinin kapsamı çıkartılmalı,
- Tasarımın geliştirilmesi için kullanılacak müşteri ve alt komponent tedarikçileri ile iletişim planları oluşturulmalı,
- Tasarımın başlangıcından prototip üretiminin tamamlanmasına kadar olan tasarım süreçleri planlanmalı,
- Tasarım aşamalarında gerekli olacak "Girdi" bilgileri (çizimler, modeller, dokümanlar, prosedürler vb.) planlanmalı,
- Tasarım aşamalarında oluşturulması gereken "Çıktı" bilgileri (çizimler, modeller, dokümanlar, prosedürler vb.) planlanmalı,
- Tasarım süreçlerinde hazırlanması gereken raporlamalar planlanmalı,
- Tasarım Yönetim ekipleri (Proje Yöneticisi, Makina, elektrik, üretim mühendisleri, satınalma ve Pazar uzmanları, test, kalite kontrol uzmanları, malzeme uzmanları vb.) belirlenmeli,
- Tasarım Yönetim ekiplerin tasarım süreçlerindeki sorumlulukları belirlenmeli,
- Tasarım danışmanlığı alınacak konular ve firmalar belirlenmeli,
- Tasarım bütçesi oluşturulmalıdır.

Özetle; tasarım planlama sürecinde aşağıdaki çıktılar elde edilir:

- Genel Tasarım Planı,
- Tasarımı gerçekleştirilecek aracın tanımı ve teknik özellikleri (ağırlık, performans, yolcu kapasitesi, dizi konfigürasyonu vb.)

Tasarım planlaması hazırlandıktan sonra, "Konsept Tasarım" süreci başlamaktadır. Konsept tasarım sürecinde aşağıdaki hususlar dikkate alınmalıdır:

- Genel tasarım planına uygun çekirdek "Tasarım Yönetim Ekipleri" oluşturulur,
- Müşteri talep ve ihtiyaçları analizi edilir,
- Standart ve mevzuatın incelenir,
- Rakip firmaların benzer ürünleri incelenir (benchmarking),
- Teknik fizibilite ve etütler yapılır,
- Tasarım girdi ve parametreleri toplanarak tanımlanır,
- Aracın çalışacağı hattın işletme koşulları analiz edilir,
- Maliyet analizleri yapılır ve ekonomik fizibilite oluşturulur,
- Aracın fonksiyon ve teknik özellikleri belirlenir,
- Aracın temel bileşenleri oluşturularak arayüz tasarımları tanımlanır.

Özetle; konsept tasarım sürecinde, araç konsepti ile ilgili detayları içeren bir doküman hazırlanır. Konsept tasarım dokümanı aşağıdaki çalışmaları içerir:

- Aracın teknik spesifikasyonu,
- Aracın temel özellikleri, temel performans kriterleri ve ölçüleri,
- Aracın 3D konsept modelleri,
- Aracın endüstriyel tasarım konsept çalışmaları,
- Aracın genel modelleri, çizimleri,
- Aracın temel bileşenlerinin listesi.

Konsept tasarım süreci tamamlandıktan sonra, “Tasarım Geliştirme” süreci başlamaktadır. Tasarım geliştirme süreci “Ön Tasarım Geliştirme” ve “Final Tasarım Geliştirme” süreçleri olarak iki kısma ayrılır. Tasarım süreçlerinin yaklaşık 50% oranında tamamlanması durumunda müşteri ile “Ön Tasarımı Gözden Geçirme Toplantısı” yapılır. Tasarım süreçlerinin yaklaşık 95% oranında tamamlanması durumunda Müşteri ile “Final Tasarımı Gözden Geçirme Toplantısı” yapılır.

Ön tasarım geliştirme sürecinde aşağıdaki hususlar dikkate alınmalıdır:

- Farklı displinler dikkate alınarak (Mekanik, Elektrik, Elektronik, Kontrol, Trim, Endustriyel tasarım vb.) sistem ve konfigürasyon tasarımı yapılır,
- Yapısal ve Dinamik tasarımlar çalışılarak ön yapısal analizler (statik, titreşim vb.) gerçekleştirilir,
- Araçta kullanılacak ürün mimarisi belirlenir ve ürün yerleşimi tasarlanır, ekipman dağılımı ve yerleşimi belirlenir,
- Araçta kullanılacak sistem bileşenleri (Cer sistemi, fren sistemi, TCMS haberleşme altyapısı, bogi vb.) tespit edilir,
- Araçta kullanılacak ürün bileşenlerinin fonksiyonları tanımlanır ve fonksiyonel sistem ağacı oluşturulur,
- Cer sistemi, fren sistemi, klima sistemi performans tasarımı ve ön hesaplamaları yapılır,
- Boyut analizleri, aks, gabari hesaplamaları yapılır, kütle ve ağırlık analizleri yapılır,
- 3D sanal modeller oluşturulur,
- Araçtaki sistemler ile ilgili teknik spesifikasyonlarının hazırlanır,
- Araçtaki sistemlere ait komponent tedarikçileri görüşülerek iş birlikleri yapılır.

Özetle; ön tasarım geliştirme süreci aşağıdaki çalışmaları içerir:

- Ürün mimarisi, ekipman dağılımı ve yerleşim raporları,
- Araçta bulunan sistem ve bileşenlerin fonksiyon tanımları,
- 3D dijital modeller,
- Tasarım raporları, şemalar, tasarım girdi raporları,
- Ön analiz ve hesap raporları,
- Araçta kullanılan ürünlerin teknik spesifikasyonları,
- Araçta kullanılan ürünlere ait tedarikçi listeleri.

Final tasarım geliştirme sürecinde aşağıdaki hususlar dikkate alınmalıdır:

- Yapısal tasarımlar ve dijital modelleme çalışmalarının tamamlanması,
- Sistem ve komponent şartnamelerinin tamamlanması,
- Komponent ve ekipman seçimlerinin tamamlanması,
- Sistem ve komponent entegrasyon ve adaptasyon çalışmalarının tamamalanması,
- Araç dinamiği analizleri yapılması,
- Yapısal analiz ve hesaplamaların (CAE, statik, titreşim, yorulma, çarpışma, güç vb.) tamamlanması,
- Giydirme ve trim tasarımlarının tamamlanması,
- Elektrik ve kontrol devre şemalarının tamamlanması,
- Harnessing çizimlerinin tamamlanması (elektrik, pnömatik, hidrolik),
- İmalat teknik resimlerinin hazırlanması (montaj, parça, işleme, kaynak vb.),
- Dış imalat teknik şartnamelerinin hazırlanması (araç gövdesi, CTP, bogi şasisi vb.),
- Araç imalat proses ve operasyonların planlanması,
- Kalite planların hazırlanması,

- Üretimde kullanılacak alet, aparat, kalıp, fikstür, ölçüm cihazlarının spesifikasyonlarının hazırlanması,
- Tedarik planlarının oluşturulması.

Özetle; final tasarım geliştirme süreci aşağıdaki çalışmaları içerir:

- İmalat teknik çizimleri tamamlanır,
- Devre şemaları ve harnessing çizimleri hazırlanır,
- İmalat prosesleri ve operasyon planları oluşturulur,
- Ürün ve üretim Kalite proses planları hazırlanır,
- Dijital modeller oluşturulur,
- Teknik şartnameler hazırlanır,
- Analiz ve hesaplama raporları tamamlanır,
- Ekipman ve parça listeleri (BOM listeleri) hazırlanır,
- Mühendislik test raporları (gövde, bogi, aks vb.) hazırlanır,
- Tedarik edilen ekipman FAI raporları oluşturulur,

Final tasarım aşamasında gerçekleşen iterasyonlar ile tasarım kesinleştirilir.

Final tasarım tamamlandıktan sonra, ön seri üretim (prototip üretimi) gerçekleştirilir. Prototip üretimi, araç tasarımının doğrulanması için önemli bir süreçtir. Prototip üretimin temel fonksiyonu ürün tasarım dökümanlarının doğrulanmasıdır.

Prototip üretim aşamasında iş akışları, iş gücü ihtiyaç analizi gibi o ürünün üretilmesi için gerekli özel gereksinimler tespit edilir ve değerlendirilir.

Tasarımda görev alacak ekibin deneyimli olması, tasarımın doğruluğu ve prototip üretim sürecinin tamamlanması süreci ile doğrudan ilişkilidir.

Prototip üretim kapsamında imalat ve ürün geliştirme birimleri iş birliği içinde görev alırlar. Testler sonrası seri üretim onayı verilene kadar geliştirme ekibi

aktif rol almalıdır. Çalışmalar ilerledikçe geliştirmenin etkinliği lineer olarak azalırken imalatın etkinliği artar.

Prototip üretimi çoğunlukla bilgisayar ortamındaki tasarımın sahada uygulanması, kontrol edilmesi, revize edilmesi ve doğrulanması sürecidir. Prototip üretiminde birbiriyle ilişkili parçaların ve ekipmanların (Örneğin trim parçaları, klimalar, elektrik kanallar vb.) adaptasyon ve entegrasyonları kontrol edilir.

Prototip aşamasında tespit edilen tasarım problemleri testlerden ve seri imalattan mutlaka giderilmelidir.

Prototip üretim sürecinde aşağıdaki hususlar dikkate alınmalıdır:

- Tasarım aşamasında taslak olarak oluşturulan iş gücü hesaplamaları, Prototip üretimi ile doğrulanır ve seri üretim için gerekli kaynak ihtiyaç analizleri (iç&dış kaynak kullanımı) tahmin edilir,
- Tasarım aşamasında taslak olarak oluşturulan imalat ve malzeme planları (MRP) sahada doğrulanır,
- Tasarım aşamasında taslak olarak oluşturulan üretim için gerekli olabilecek kolaylaştırıcılar, aparat, fikstür, kalıp ve tool ihtiyacı sahada doğrulanır ve seri üretim için gerekli ihtiyaçlar tespit edilerek sipariş verilir,
- Tasarım aşamasında taslak olarak oluşturulan üretim için gerekli olacak lojistik ve tedarik planlamaları sahada doğrulanır ve seri üretim için üretim altyapısı oluşturulur,
- Tasarım aşamasında taslak olarak oluşturulan imalat prosesleri, talimatları sahada doğrulanır ve seri üretim için gerekli altyapı sağlanır,
- Tasarım aşamasında taslak olarak oluşturulan kalite kontrol planları sahada doğrulanır,

- Prototip üretimi esnasında parça ve ekipman montaj alıştırmaları yapılarak gerekli tasarım düzeltmeleri gerçekleştirilir,
- Prototip araçlarında gerçekleştirilen tip testleri tasarımın en önemli doğrulanma sürecidir. Bu süreçte sistemsel testler, ekipman testleri ve ekipmanların birbirleri ile uyumluluğu test edilerek sistem entegrasyonu tasarımı doğrulanır,
- Prototip araçların tip test süreçlerinin tamamlanmasıyla, test sonuç raporları hazırlanır, seri üretim için gerekli devreye alma ve test altyapısı oluşturulur,
- Prototip araç test (araç kablolama ve kalite kontrolü) süreçleri ile seri üretimde gerçekleştirilecek testler (rutin testler) belirlenir, test kabul kriterleri oluşturulur, test prosedürleri hazırlanır,
- Prototip üretimi esnasında üretim personeli yetiştirilerek seri üretim için ön hazırlık gerçekleştirilir.

Prototip üretimi ile ön seri araç üretimi tamamlanmış olur. Seri üretim öncesi proses, operasyon, üretim montaj planları, kalite kontrol planları, lojistik akış planları, MRP planları, devreye alma ve test planları hazırlanmış, seri üretim için gereken altyapı hazırlıkları tamamlanmış olmalıdır. Ayrıca eğitim dokümanları hazırlanmış ve seri üretimi gerçekleştirecek personelin eğitimleri tamamlanmış olmalıdır.

Prototip üretim aşamasının tamamlanmasıyla beraber, araç ve dizi bazlı devreye alma ve test süreçleri başlamaktadır. İlk araçların devreye alma ve test süreçleriyle beraber, tasarım ve üretimin doğruluğu kontrol edilir. Tasarım ve üretimin geçerliliğini kesin bir biçimde ortaya koymanın yolu prototip araçlarının devreye alma ve test süreçleridir.

Aracın alt sistemleri (gövde, bogi, klima, kapı, cer, fren vb.) üreticilerin tesislerinde ekipman düzeylerinde testlerden geçerek tasarım ve üretimlerini doğrularlar. Alt sistemler araç üzerinde birleştirildikten sonra araç seviyesinde testler gerçekleştirilir. Bu testlerin amacı, araç sistem seviyesinde tüm alt sistemlerin entegrasyonunun araç tasarımında uluslararası standart ve müşteri

gereksinimlerine uygun şekilde sağlandığının kanıtlanmasıdır. Bu testlerden başarı ile geçen araçlar ve diziler validasyon sürecini tamamlamış olmaktadır. Prototip araç ve dizilerde yapılan ilk testler tip testi olarak adlandırılmaktadır. Tip testleri tamamlanmadan raylı sistem araçlarının yolculu işletmeye başlamasına müşteri tarafından izin verilmemektedir.

Genellikle, prototip üretiminin tamamlanması ve araç testlerinin başarılı şekilde gerçekleştirilmesi ile seri üretim sürecine başlanır. Ancak bazı istisnai durumlarda, prototip üretimi ile eş zamanlı olarak seri üretime başlanıldığı durumlar söz konusu olabilmektedir. Özellikle tasarımı ekibi güçlü, üretim altyapıları kurulmuş, üretim ve test ekipleri deneyimli olan araç üreticisi firmalar, tasarımlarından emin olduklarından veya tasarımsal sorunları hızlıca çözebileceklerine ve proje riskleri yönetebileceklerine inandıklarından dolayı proje zamanını en verimli şekilde kullanmak için prortotip ile seri üretim süreçlerine başlamaktadır.

Prototip üretimi ile hazırlanan tüm planlar, prosedürler ve talimatlar seri üretim ile revize edilebilmektedir. Ayrıca, fabrika testlerinde, saha testlerinde, hatta yolculu işletmede müşteri taleplerine göre araçlarda minör ölçekte tasarım değişiklikleri gerekebilmektedir. Dolayısıyla, prototip üretiminin tamamlanmasıyla beraber tasarım ekibinin yoğunluğu azalmakla beraber proje kapsamındaki garanti süreci boyunca devam etmektedir.

Seri üretim sürecinde ana sorumluluk, tasarım ekibinden ayrı olarak imalat ve üretim ekibine geçmektedir. Seri üretimde üretim prosesleri, üretim hızı, üretim verimliliği, üretim iş gücü hesaplamaları, üretim proses takipleri, ekipman montajları, malzeme akış süreçleri imalat ve üretim ekipleri tarafından takip edilmektedir.

Seri üretim sürecinde imalat ve üretim ekipleri tarafından aşağıdaki çalışmalar yapılmaktadır:

- Seri üretim için sorumlulukların belirlenip organizasyonel yapılanmanın kurulması,
- Seri üretim ve üretimin optimizasyonu için ihtiyaç duyulan alet, aparat, kolaylaştırıcı, jig ihtiyaçlarının belirlenmesi ve üretilmesi,
- Seri üretim proses planlarının günlük, haftalık, aylık oluşturulması ve takip edilmesi,
- Seri üretimde gerekli olacak montaj talimatlarının oluşturulması,
- Seri üretim malzeme, ürün akış şemalarının çıkartılması ve MRP planlarının oluşturulması,
- Seri üretimde iş gücü planlarının oluşturulup verimlilik analizlerinin yapılması,
- Seri üretimde verimliliği arttırıcı faaliyetlerin (eğitim, süreç iyileştirilmesi vb.) planlanması ve gerçekleştirilmesi,

Üretimi tamamlanan araçlarda "Fabrika Devreye Alma ve Test" süreçleri (FAT) başlamaktadır. Fabrika devreye alma ve test süreçleri araç ve dizi bazlı olarak gerçekleştirilmektedir. FAT ekibinin genel olarak aşağıdaki sorumlulukları bulunmaktadır:

- FAT planlarının oluşturulması,
- Fabrika'da araçların ve dizilerin devreye alma metodolojisinin belirlenmesi, devreye alma süreçlerinin takibi,
- Tip ve rutin test prosedürlerine uygun testlerin gerçekleştirilmesi,
- Tip ve rutin test prosedürlerinin, talimatlarının, sonuç raporlarının hazırlanması ve revize edilmesi,
- FAT süreçlerinde verimliliği arttırıcı faaliyetlerin (eğitim, süreç iyileştirilmesi vb.) planlanması ve gerçekleştirilmesi,

FAT süreci tamamlandıktan sonra araçlar işletileceği hatta nakledilir. Müşterinin geçici kabulünün tamamlanıp araçların müşteriye teslimine kadar olan süreci takip edecek olan ekip "Saha Devreye Alma ve Test (SAT)" ekibidir. SAT ekibinin genel olarak aşağıdaki sorumlulukları bulunmaktadır:

- FAT testleri tamamlanmış dizilerin fabrikada gerçekleştiremeyen testlerinin (cer, fren performans testleri, dayanım ve güvenlik testleri, seyir emniyet testleri, sinyalizasyon testleri vb.) sahada gerçekleştirmek,
- SAT testlerinde karşılaşılan sorunları hızlıca çözerek araçları yolculu işletmeye hazırlamak,
- SAT testlerinde müşteriyi eğitmek (özellikle makinist eğitimi, işletmeci eğitimleri vb.),
- SAT sonuç raporlarını hazırlayarak Araç Sicil Defterlerinin (Car History Book) tamamlanarak müşteriye teslim edilmesi,

Garanti süreci yönetimi ekibinin genel olarak aşağıdaki sorumlulukları bulunmaktadır:

- Bakım ve işletme dokümanlarının nihai şeklinin oluşturulması,
- Bakım ve işletme eğitimlerinin organize edilmesi ve müşteriye verilmesi,
- Araç ve ekipman bazlı garanti süreçlerinin takip edilmesi,
- İhtiyaç duyulan araç yedek parçasının zamanında temininin sağlanması,
- Araçlarda oluşan arızalara müdahale edilmesi,
- Sözleşme ve şartname gereksinimlerine göre aracın performansının (RAMS) takibinin yapılması,
- Araçta yapılması gerekli olan kalite iyileştirmelerinin planlanması ve gerçekleştirilmesi,
- Müşteri ve yolcu memnuniyetinin izlenmesi ve araç ile ilgili geri beslemeler alınması,

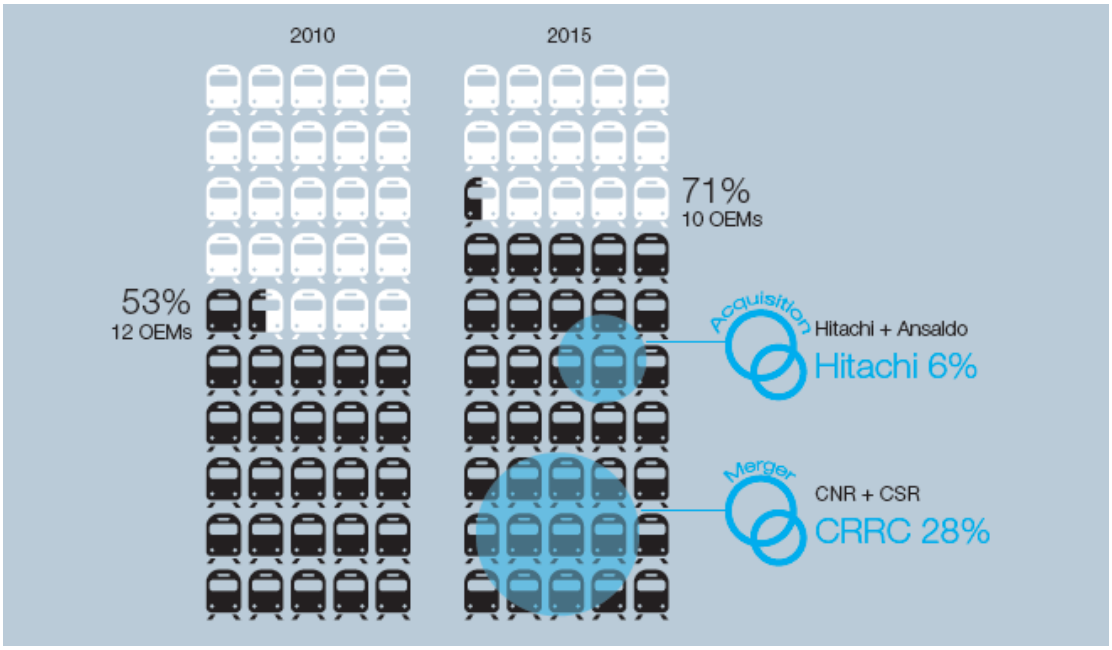


Şekil 2.129. Örnek bir raylı sistem tren setlerinin devreye alma süreç şeması

3. UYGULAMA

3.1. Raylı Sistemler Sektöründe Büyüme Stratejileri

Dünyada raylı sistem araçları üretim pazarında en yüksek ciroya sahip ilk 10 araç üreticisinin pazar payları 2010 yılında 53% iken 2015 yılında bu oran 71% değerine yükselmiştir (Şekil 3.1). Raylı sistem sektöründeki ana oyuncuların büyüme stratejilerinde birleşme ve satınalma önemli bir rol almaktadır. Örnek vermek gerekirse, 2015 yılında Çin'in iki büyük raylı sistem araç üreticisi durumunda olan CNR ve CSR firmaları birleşerek CRRC firmasını oluşturmuşlardır. CRRC firması neredeyse tüm raylı sistem pazarında dünya lideri konumuna ulaşmıştır. Büyüme modeline örneklerden birisi de Japon Hitachi firmasının İtalya Ansaldo Breda firmasını satın almasıdır. Böylece Hitachi firması özellikle Avrupa pazarındaki gücünü arttırmış bulunmaktadır.

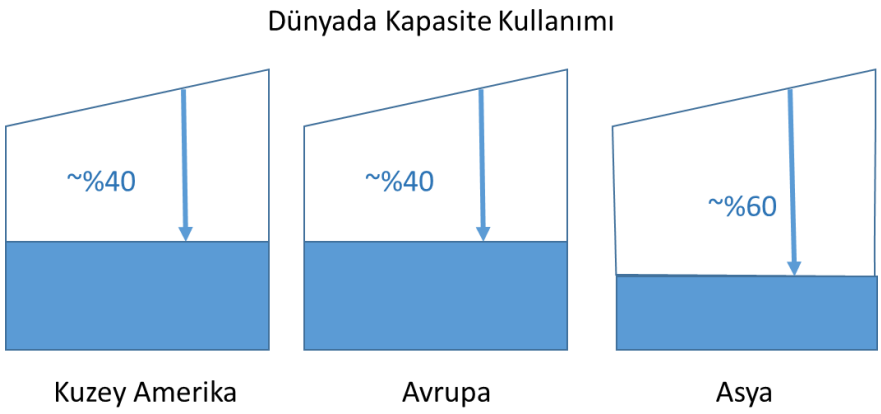


Şekil 3.1. Raylı sistem araç üreticilerinin pazar payları (McKinsey, 2016)

Raylı sistem sektöründe son yıllarda yaşanan birleşmeler ve satınalmaların sonucu olarak, düşük ve orta ölçekli raylı araç üreticileri kapanmış veya finansal açıdan güçlü firmalar tarafından satın alınmışlardır. Örnek vermek gerekirse,

Vossloh firmasının tramvay ve dizel lokomotif araç üretimi segmenti 2015 yılında Stadler tarafından satın alınmıştır.

Dünyada raylı sistem araçları üretim fabrikaları kapasitelerinin çok altında çalışmaktadır. Raylı sistem araçları üretim fabrikalarında Kuzey Amerikada yaklaşık 40%, Avrupa'da yaklaşık 40% ve Asya'da yaklaşık 60% oranında kapasite boşluğu bulunmaktadır. Bu kapasite boşluğu üretimde birim maliyetlerin artmasına sebep olmakta, böylece finansal ve teknik açıdan zayıf firmaların ömürlerinin kısa olmasına yol açmaktadır. Kapasite boşluğunun oluşturduğu etkiden dolayı rekabetin artmasının kaçınılmaz olduğu gelecekte, araç üreticilerinde büyük ölçekte birleşmelerin devam edebileceği öngörülmelidir.



Şekil 3.2. Dünyada raylı sistem araçları üretim fabrikaları kapasite kullanımları (McKinsey, 2016)

Dünyada yaşanılan sektörel anlamdaki bu gelişmeler doğrultusunda, Türkiye'nin gelecek uygulayacağı stratejiler çok büyük önem kazanmaktadır. Sanayi ve Ticaret Bakanlıkları tarafından Türkiyedeki raylı sistemler sektörü, katma değer ve istihdam sağlaması, ülkenin teknolojik gelişimine katkı sunması, yerel pazarın geniş olması, ihracat ve rekabetçilikte en yüksek potansiyele sahip olması açılarından değerlendirerek stratejik ve hedef sektör olarak belirlenmiştir.

3.2. Türkiye'nin Raylı Sistemler Sektöründeki Stratejileri nasıl olmalıdır?

Türkiye'nin kalkınmasına yön verecek olan 11. Kalkınma Planında, raylı sistemler belirlenen hedef sektörlerden birisidir. Raylı sistem araçları üretiminde sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için rekabetçi üretim ve üretim verimliliğinin dikkate alınarak ön planda tutulması gerekmektedir.

Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı tarafından hazırlanan 11. Kalkınma Planında "Raylı Sistem Araçları" ile ilgili temel hedefler, madde 387'de şu şekilde ifade edilmiştir (T.C. Kalkınma Bakanlığı, 2018):

- Madde 387: Raylı sistem araçları ile kritik bileşenlerinin yerli imkânlarla üretilmesine yönelik yerli sanayinin Ar-Ge, tasarım ve üretim kabiliyetlerinin geliştirilmesi ve bu alanda milli markanın oluşturulması temel amaçtır.

11. Kalkınma Planında, bu hedefe ulaşmak için oluşturulan politika ve tedbirlerden öne çıkanlar şunlardır:

- Madde 389: Tüm raylı sistem araçlarının milli imkânlarla tasarımı ve yerli üretimi sağlanacaktır.
    - Madde 389.1: Cer sistemi, bogi, tren kontrol sistemi, yolcu bilgilendirme sistemi, pnömatik sistemler, araç gövde tasarımı, sistem entegrasyonu, dişli kutusu başta olmak üzere raylı sistem araçlarındaki kritik bileşenlerin milli imkânlarla tasarlanması ve üretilmesi sağlanacaktır.
    - Madde 389.4: 2023 yılında Milli Yüksek Hızlı Trenin prototipi tamamlanacaktır.

Türkiye'nin "Millilik ve Yerlilik" hedefleri dikkate alındığında, raylı sistemler araç üretiminin; raylı sistemler araç üretimi ve raylı sistem araçlarının ekipman üretimi olmak üzere iki kapsamda ele alınması önemlidir. Her iki kapsam içinde

teknoloji geliştirme, inovasyon, rekabetçi üretim ve pazarlama modelleri dikkate alınmalıdır.

Türkiye'deki raylı sistem araç üretici firmaların, dünyada raylı sistemler pazarında rekabetçi önemli bir koşulu, araçlarda kullanılacak sistem ve ekipmanların azami düzeyde yerli olarak tedarik edilebilmesidir. Araç üreticileri, alternatip tedarikçi zincirlerini oluşturmalı ve alternatif ekipmanlar kullanılması durumunda raylı sistem araçlarının üretimi için bir sistem mühendisliği yapabilecek kabiliyetlerini geliştirmeleri gerekmektedir. Araç üreticilerinin alt komponent üreticileri ile uyumlu ve disiplinli çalışmasıda, alt sistemlerin araca entegrasyonu açısından büyük katkı sağlamaktadır.

Raylı sistem araç üreticisinde olması gereken bazı kabiliyetler aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

- Yurtiçi ve yurtdışı ihalelerde teklif aşamasında düzgün bir fizibiliye çalışması yapılarak karlılığı maksimize edecek finansal modellerin oluşturulmasının sağlanması için güçlü bir İhaleye Hazırlık ve Teklif Hazırlama Kabiliyeti,

- İhale sonrasındaki süreçlerin yönetimi; sözleşmelerin yönetimi, tedarik yönetimi, üretim yönetimi, test yönetimi, garanti süreci yönetimi, bakım yönetimi ve bu yönetimler arası ilişkileri koordine edebilecek, üretim ve teslimat takvimlerini takip edecek güçlü bir Proje Yönetim Kabiliyeti,

- Araç tasarımının müşterinin gereksinimlerine, uluslararası standartlara uyumluluğunun optimum araç birim maliyetleri ile sağlanabilmesi için Sistem Tasarım, Mühendislik ve Entegrasyon Kabiliyeti,

- Aracın tasarımında belirlenen teknik özellikler uygun olarak üretimde kullanılacak ekipmanların zamanında, istenilen şartlarda, istenilen yerlilikte ve kalitede tedariğini sağlayacak, herbir tedarik sürecini takip edecek güçlü bir Tedarik Zinciri Yönetim Kabiliyeti,

- Araç tasarımının prototip üretiminde doğrulanmasında ve yolculu işletmeye alınmadan önce gerçekleştirilecek tip testlerinde karşılaşılacak sorunların en hızlı şekilde çözümlenmesinde etkin, yetkin ve hızlı görev alacak Ar-Ge Tasarım ve Geliştirme Kabiliyeti,

- Prototip imalatlar tamamlandıktan sonra seri üretim altyapısının oluşturulması, optimum zamanlarda ve optimum kaynaklar kullanılarak üretimin gerçekleştirilmesini sağlamak için güçlü bir Üretim, Devreye Alma ve Test Yönetimi Kabiliyeti,

- Üretim esnasında aracın kalitesinden ödün vermeyecek, kalite anlamında çıkan sorunları ilgili birimlere raporlayacak ve müşteriye en yüksek kalitedeki ürünün en optimum maliyet ve zamanda teslim edilmesine katkıda bulunacak güçlü bir Kalite Yönetimi Kabiliyeti,

- Müşteriye teslim edilen araçlarda karşılaşılacak her türlü sorunda çözüm arayacak, müşteri ile ilişkileri geliştirerek yeni pazarların oluşmasında katkılar sağlayacak güçlü bir Satış Sonrası Hizmet Kabiliyeti,

- Yolculu işletme başladıktan sonra sözleşmesel olarak arıza ve bakım süreçlerinde müşterinin taleplerine hızlı şekilde cevap verebilecek güçlü bir Bakım ve Onarım Yönetimi Kabiliyeti,

- Proje boyunca karlılığı ön plana alarak finansal tabloları hazırlayacak, tabloları takip edecek ve finansal açıdan kritik zamanlarda hızlı çözümler bulabilecek güçlü bir Finansal Yönetim Kabiliyeti,

- Yeni pazarları araştırarak sektördeki diğer üreticiler ile Türkiye'de ve dünyada rekabeti sağlanabilmesi için gerekli analizleri, pazar fizibilitelerini hazırlayacak, ihracat odaklı güçlü bir İhracat ve Pazarlama Yönetimi Kabiliyeti.

Raylı sistem araçlarının kullanım ömrü en az 30 yıl olacak şekilde tasarımları yapılmaktadır. Bu sebeple, raylı sistemlerde kullanılan alt ekipman, ekipmanların yerli üreticilerinin bulunması ülke sanayisi açısından önemlidir.

Benzer şekilde; raylı sistem araçlarında yerli tedarikçilerin kullanılması zaman kontrolü, maliyet kontrolü ve kalite kontrolü açısından araç üreticisine büyük faydalar sağlamaktadır. Raylı sistem araç üreticisinin, aracın tasarım ve imalat aşamasında sistemlerin entegrasyonun sağlanabilmesi için ekipman tedarikçileri ile yakın iş birliği ve koordinasyon içinde çalışmalıdırlar. Belirli zaman aralıklarında araç üreticisi firma tarafından alt sistem ve ekipman tedarikçisi firmalar imalat kalitesi açısından denetlenir. Kısacası, araç üreticisinin sorumluluğundaki sistem entegrasyon süreci, aracın teknik, ticari ve endüstriyel birçok boyutu ile etkileşim içindedir.

Raylı sistem teknolojilerinin yerli imkanlar ile üretilmesi hatta milli imkanlar kullanılarak tasarlanması, ülkenin teknolojik düzeyinin artmasına sebep olmaktadır. Raylı sistem araçlarında kullanılan bazı stratejik sistemler, sanayinin diğer kollarına rahatlıkla uyarlanarak kullanılabilmektedir. Örneğin; cer sisteminde kullanılan VVVF tabanlı cer invertörü, raylı sistem araçlarında cer motorlarını sürerek araçların hızlanma ve yavaşlamasını kontrol eder. Benzer şekilde, araçların frenleme durumunda açığa çıkan enerjinin büyük bir kısmının şebekeye tekrar geri verilmesini sağlayarak raylı sistem araçlarında yüksek enerji verimliliği sağlanır. Bu teknik altyapı rüzgâr türbünlerinin çalışma prensibine çok benzemekte olup, şebekede kullanılması gereken kıyıcı sistemin tasarımında büyük benzerlik göstermektedir.

Çin'de en büyük raylı sistem araç üreticisi konumunda bulunan CRRC firması, araç üretiminden elde ettiği bilgi ve teknolojiyi kullanarak "CRRC Rüzgar Türbünü Üretim Fabrikası" kurmuş olup 1,5 MW ve 2 MW gücünde rüzgar türbünleri üretmektedir.

Raylı sistem araçları; içerisinde birçok alt sistemi barındıran ve bu alt sistemlerin birbirleri ile uyumluğundan emin olunan üst düzey teknolojiye

sahip ürünlerdir. Araç üreticileri, alt sistemleri birbirleri ile entegrasyonunu sağlayarak sistem entegrasyonunu gerçekleştirmek yükümlülüğü bulunmaktadır. Araç üreticisinin teknik kapasitesi yerli raylı sistem sanayisinin tesisine ve devamlılığına doğrudan etki etmektedir.

Türkiye, raylı sistem araç ihtiyaçlarını karşılayabilecek güçlü bir organizasyona ihtiyaç duymaktadır. Dünya örneklerine baktığımızda, tüm segmentlerde demiryolu aracı üreten ülkelerin bir ana firmasının (Alstom, Siemens, Bombardier, CRRC, Rotem, vb.) ön plana çıktığı görülmektedir. Türkiye'deki raylı sistem araç üretici firmalarının dünyadaki raylı sistemler pazarında rekabetçi olabilmeleri için mevcut imkân, kabiliyet ve kapasitelerini en etkin ve verimli kullanmaları şarttır. Üretim kapasitelerine bakıldığında ülkemizde yüksek hızlı tren setlerine ait üretim alt yapısı bulunmamakla birlikte lokomotif, metro ve tramvay üretimi için gerekli altyapı bulunmaktadır. TÜLOMSAŞ'ın yıllık 100 adet lokomotif, TÜVASAŞ'ın 30 adet dizel tren seti ile 75 adet yolcu vagonu üretim kapasitesi bulunmaktadır. Ayrıca, TÜLOMSAŞ ile TÜDEMSAŞ'ın birlikte 768 adet yük vagonu üretim kapasitesi bulunmaktadır. Türkiye'de özel sektör firmaları daha çok tramvay ve metro araçlarının üretimlerinde yer almaktadır (T.C. Kalkınma Bakanlığı, 2018).

Türkiye'de mevcut durumda raylı sistem araç üreticilerinin imkân ve kabiliyetleri incelendiğinde Çizelge 3.1'de belirtilen durum ortaya çıkmaktadır:

Çizelge 3.1. Türkiye'de raylı sistem araç üreticilerinin kabiliyetleri

No	Üretici Adı	Yüksek Hızlı Tren	Hızlı Tren	Konvansiyonel / Bölgesel Tren	Metro	Tramvay / Hafif Metro	Lokomotif	Yolcu/Yük Vagonu
1	**BOZANKAYA**	YOK	YOK	YOK	**VAR**	**VAR**	YOK	YOK
2	**DURMAZLAR**	YOK	YOK	YOK	YOK	**VAR**	YOK	YOK
3	**HYUNDAI EUROTEM**	YOK	YOK	**VAR**	**VAR**	**VAR**	YOK	YOK
4	**METRO İSTANBUL**	YOK	YOK	YOK	YOK	**VAR**	YOK	YOK
5	**TÜLOMSAŞ**	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK	**VAR**	**VAR**
6	**TÜVASAŞ**	YOK	YOK	**VAR**	YOK	**VAR**	YOK	**VAR**
7	**TÜDEMSAŞ**	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK	**VAR**
8	**CRRC-MNG**	YOK	YOK	YOK	**VAR**	YOK	YOK	YOK

Türkiye'de; Tülomsaş kurulduğu günden bu yana 1000'e yakın lokomotif üretmiştir. Tüvasaş ise 2000'e yakın yolcu vagonu üretmiştir. Ayrıca Durmazlar firması ise 2000 adetin üzerinde Alstom firması için Yüksek Hızlı Tren ve Hızlı Tren bogi şasisi üretmiştir. Bozankaya firması ise Siemens ile Bangkok metrosu projesi kapsamında paslanmaz gövde üretimi ve gövde son montaj konusunda tecrübe kazanmıştır. Tüvasaş, Tülomsaş gibi kamu şirketleri ile Bozankaya, Durmazlar gibi özel sektör şirketlerinin bir şekilde raylı sistem araç üretimi projelerine katılımları sağlanmalıdır. Tüvasaş'ta kurulan alüminyum gövde üretim tesisi, Durmazlar'daki bogi üretim altyapısı, Tülomsaş'ın lokomotif üretim altyapısı, Bozankaya'nın araç gövdesi ve gövde son montaj üretim altyapısı raylı sistem araç üretimi için etkin ve verimli bir şekilde kullanılmalıdır.

Türkiye'deki raylı sistem araçlarında kullanılan kritik alt sistem tedarikçilerinden bazıları, Çizelge 3.2'de belirtildiği gibidir:

Çizelge 3.2. Türkiye'deki raylı sistem araçlarında kullanılan kritik alt sistem tedarikçilerinden örnekler

NO	SİSTEM	ÜRETİCİ ADI
1	YOLCU VE SÜRÜCÜ KLİMA SİSTEMİ	YAZKAR
		SAFKAR
		ELTESAN
		EPA
2	TCMS YAZILIM / DONANIM	ASELSAN
		SAVRONİK
		DURMAZLAR
		BOZANKAYA
		TÜBİTAK
3	CER SİSTEMİ	ASELSAN
		TÜBİTAK
		MEDEL
4	CER MOTORU	ASELSAN
		ELK MOTOR
		ABB
		ELSAN
5	FREN SİSTEMİ	KNORR-BREMSE
		YUJİN
6	BOGİ ŞASİSİ	DURAY
		RAİLTUR
7	ARAÇ GÖVDESİ	BOZANKAYA
		ASAŞ
		DURMAZLAR
		TÜVASAŞ
8	AKS VE TEKER SETİ	KARDEMİR
9	STATİK KONVERTÖR	MEDEL
		ASELSAN
10	SİNYALİZASYON ON-BOARD DONANIM/YAZILIM	ASELSAN
11	TRAFO	SÖNMEZ
		BEST
12	DİŞLİ KUTUSU	YILMAZ REDÜKTÖR
13	KUPLÖR (Elektrik Kafası)	ERA
14	PANTOGRAF	GENESİS
15	ARAÇ KABLOLAMASI	ÖZBİR
16	YOLCU KAPILARI	TER
		ULTİMATE
		IFE
		BODO

Dünyada raylı sistem sektöründeki araç ve ekipman üreticileri ile Türkiye'deki üreticilerin rekabet edebilmesinin en önemli koşullarından birisi, sektörün çok ciddi reformlar yaparak konsolidasyonun sağlanmasıdır. Ülkemizde raylı sistem araç tasarımı, testi, üretimi, proje yönetimi, sistem mühendisliği, pazarlama, tedarik, kalite gibi konularda insan kaynağının istenilen düzeyde olmadığı gözlenmektedir. Ancak bunun sebebi işin karışık olması değil yeterli düzeyde iş hacminin olmamasıdır. Hem özel hem kamu sektörü iş olmadan personel istihdam edememektedir. Öncelikle iş ortamı yaratılmalı ve yaratılan ortam sürdürülebilir bir duruma getirilmelidir (T.C. Kalkınma Bakanlığı, 2018).

Dünyadaki örneklere bakıldığında, devletin desteği olmaksızın raylı sistem pazarında güçlü bir aktör çıkması mümkün gözükmemektedir. Bu sebeple, ülkemizde farklı segmentlerde raylı sistem aracı üreten, Ar-Ge ve tasarım yeteneğine sahip, yerli üreticileri ve yerli tedarikçileri çözüm ortağı olarak kullanan, global pazarda rekabet edebilecek bir özel sektör raylı taşıt firmasının "Milli Marka" olarak çıkması ülke menfaati açısından gerekli görülmektedir. Milli Marka çözümü tüm segmentlerdeki raylı sistem araçlarını (lokomotif, yüksek hızlı tren, metro, tramvay, elektrikli/dizel tren setleri) ülkemize kazandırabilmelidir.

Sürdürülebilir bir yapının oluşması için yerli pazar kadar global pazara açılmak da gerekli görülmektedir. Esnek yönetim ve dinamik karar alma kabiliyeti ile markalaşma süreci daha sağlıklı gerçekleşebilir ve uluslararası pazarda rekabetçi bir marka oluşturulabilir. Öte yandan sürdürülebilir bir yapının gerekli teknolojik kapasiteye ve vizyona sahip olması gerekmektedir. Ayrıca yerli yan sanayi ekosisteminin güçlenmesi de sağlanmalıdır.

Yurtiçinde üretilen raylı sistem araçlarının işletme ömrü boyunca yapılacak bakımlarının da yerli üreticiler tarafından yapılması, tesis edilecek yerli sanayinin sürdürülebilirliğine katkı sağlamaktadır. Özellikle bazı alt ekipmanların (fren ekipmanları, klima, cer motoru gibi) ağır bakımlarının yerli üretici tesisinde, üretici tarafından yapılması alt tedarikçilerin sürdürülebilirliğine önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu çalışmamda, birçok disiplini barındıran raylı sistem sektöründe araç üretim prosesinin en verimli şekilde nasıl gerçekleştirilebileceğini araştırdım. Araştırma sonuçlarını elde edebilmek için, JAVA programında yaklaşık 4000 satır büyüklüğünde kod yazılarak (lines of source code) simülasyon yazılımı oluşturuldu. Belirlenen senaryolara göre yazılım koşturuldu. Çıkan sonuçlar yorumlanarak zaman ve maliyet yönünden en etkin süreç belirlenmeye çalışılmıştır.

4.1. Raylı Sistem Araçları Üretim Modelleri Üzerine Simülasyon Yazılımı

Bu çalışmada raylı sistem araçları üretim modelleri üzerine bir simülasyon yazılımı yapılmıştır. Bu simülasyon yazılımının amacı, birçok prosesin gerçekleştirildiği araç üretiminde zaman ve maliyet yönünden optimum çözümün tespit edilmesidir.

Bu amaç doğrultusunda yapılan çalışmalar adım adım aşağıda belirtildiği şekildedir:

- Yazılım gereksinimlerinin çıkartılması,
- Yazılım mimarisinin oluşturulması,
- Yazılım mimarisine uygun olarak hazırlanan kodların JAVA programında yazılması,
- Yazılımın test edilmesi ve hataların ayıklanması,
- Belirlenen senaryolara uygun parametreler yazılıma girilerek sonuçların derlenmesi.

4.1.1. Simülasyon yazılımı gereksinimlerinin belirlenmesi

Simülasyon yazılımının kodlama aşaması öncesinde aşağıdaki maddelerde belirtildiği şekilde yazılım gereksinimleri çıkartılmıştır.

1. Araç üretiminde rol alan süreçler aşağıdaki şekilde belirlenmiştir:

- Araç Gövdesi Alt Komponentlerinin Üretimi;
    - Gövde Alt Şasi Üretimi,
    - Gövde Yan Duvarları Üretimi,
    - Gövde Çatısı Üretimi,
    - Gövde Ön&Arka Duvarları ve Kabin Üretimi.

- Araç Gövdesi Üretimi;
    - Gövde Evlendirme Prosesi,
    - Gövde Kumlama Prosesi,
    - Gövde Boyama Prosesi.

- Araç Son Montaj, Kalite Kontrol, Devreye Alma ve Test İşlemleri;
    - Gövdesi Son Montaj Prosesleri;
        - Zemin ve İzolasyon Montajları,
        - Havalandırma, Kablo Kanalları, Pnömatik Tesisat, Harici Kablolama Montajları,
        - Araç Kupası, Makinist Paneli, Elektrik Kutu ve Panelleri Montajları,
        - Yolcu Kapıları, Araç Altı&İçi&Üstü Ekipmanlar, CTP&İç Giydirme Montajları,
        - Araç Yolcu ve Sürücü Kabini Camları Montajı, Elektriksel Sonlandırma,
        - Araç Körük ve Araca Bogi Montajları.

    - Kablolama ve Kalite Kontrolü Prosesleri,
        - Kablolama Kontrol,
        - Su Sızdırmazlık Kontrol,
        - Ağırlık ve Gabari Kontrolü.

    - Dizi Fabrika Statik Testleri Prosesi,
    - Dizi Fabrika Dinamik Testleri Prosesi.

2. Gerçekleştirilecek işin bölünebileceği düşünülerek, üretim prosesleri ayrı ayrı atölyelerde ve alanlarda gerçekleştirilebilecek şekilde yazılım tasarımı yapılmıştır:

- Gövde Alt Komponent Üretim Atölyesi
- Gövde Üretim Atölyesi
- Ana Üretim Atölyesi
- Yardımcı Alanlar

3. Her bir atölye içerisinde gerçekleştirilen farklı işler için gerekli iş istasyonları girilecek şekilde esnek yazılım tasarımı yapılmıştır:

- Gövde Alt Komponent Üretim Atölyesi;
    - İş İstasyonu: Gövde Alt Şasi Üretimi,
    - İş İstasyonu: Gövde Yan Duvarları Üretimi,
    - İş İstasyonu: Gövde Çatısı Üretimi,
    - İş İstasyonu: Gövde Ön&Arka Duvarları ve Kabin Üretimi.

- Gövde Üretim Atölyesi;
    - İş İstasyonu: Gövde Evlendirme,
    - İş İstasyonu: Gövde Kumlama,
    - İş İstasyonu: Gövde Boyama.

- Ana Üretim Atölyeleri;
    - İş İstasyonu: Son Montaj İstasyonu 1,
    - İş İstasyonu: Son Montaj İstasyonu 2,
    - İş İstasyonu: Son Montaj İstasyonu 3,
    - İş İstasyonu: Son Montaj İstasyonu 4,
    - İş İstasyonu: Son Montaj İstasyonu 5,
    - İş İstasyonu: Son Montaj İstasyonu 6,
    - İş İstasyonu: Kablolama Kontrol,
    - İş İstasyonu: Su Sızdırmazlık Kontrol,
    - İş İstasyonu: Ağırlık ve Gabari Kontrol,

- İş İstasyonu: Tren Seti Devreye Alma ve Test,
- İş İstasyonu: Tren Seti Dinamik Test,

4. Atölyeler veya prosesler arası gerçekleşen nakliye işlemlerinin tanımlanmasına imkan verecek şekilde yazılım tasarımı yapılmıştır:

- Gövde Üretim Atölyesi;
  - İş İstasyonu: Gövde Üretim Atölyesinden Nakil.

- Ana Üretim Atölyeleri;
  - İş İstasyonu: Gövde Son Montajından Kablolama ve Kalite Kontrol Atölyesine Nakil,
  - İş İstasyonu: Kablolama ve Kalite Kontrol Atölyesinden Tren Seti Devreye Alma ve Test Atölyesine Araç Nakil,
  - İş İstasyonu: Tren Seti Devreye Alma ve Test Atölyesinden, Dinamik Test Yoluna Dizi Nakil.

- Yardımcı Alanlar;
  - İş İstasyonu: Tren Seti Nakil.

5. Her bir atölye içerisinde gerçekleştirilen aynı işler için eşzamanlı çalışılması durumunda iş istasyonlarının çoklandırılmasına imkan verilecek şekilde yazılım tasarımı yapılmıştır:

- Gövde Alt Komponent Üretim Atölyesi;
  - İş İstasyonu 1: Gövde Alt Şasi Üretimi 1,
  - İş İstasyonu 1': Gövde Alt Şasi Üretimi 2,
  - İş İstasyonu: Gövde Yan Duvarları Üretimi,
  - İş İstasyonu 1: Gövde Çatısı Üretimi 1,
  - İş İstasyonu 1': Gövde Çatısı Üretimi 2,
  - İş İstasyonu: Gövde Ön&Arka Duvarları ve Kabin Üretimi.

- Gövde Üretim Atölyesi;
    - İş İstasyonu 1: Gövde Evlendirme 1,
    - İş İstasyonu 1': Gövde Evlendirme 2,
    - İş İstasyonu: Gövde Kumlama,
    - İş İstasyonu: Gövde Boyama.

- Tren Seti Devreye Alma ve Test Atölyesi;
    - İş İstasyonu 1: Tren Seti Devreye Alma ve Test 1,
    - İş İstasyonu 1': Tren Seti Devreye Alma ve Test 2,

6. İstasyon bazlı üretimde "Adam*Saat" hesapları farklı değerler alabileceğinden yazılım bu yönden esnek olarak tasarlanmıştır. (Bu çalışmada kabul edilen Adam*Saat Değerleri Çizelge 4.1'de verilmiştir.)

7. Her bir istasyon için çalışan sayısı ve istasyonda ortalama çalışma süresi parametrik olarak değerler girilebilecek şekilde yazılım esnek tasarlanmıştır (Bu çalışmada girilen parametrik değerler Çizelge 4.1'de verilmiştir).

8. Atölyeler arası ürünlerin geçişleri için öngörülen süreler lokasyona bağlı olarak değişebileceğinden yazılım bu yönden esnek olarak tasarlanmıştır. (Bu çalışmada kabul edilen atölyeler arası geçiş süreleri Çizelge 4.1'de Nakliye kısmında verilmiştir.)

Çizelge 4.1. İstasyon bazlı adam*saat değerleri

TESİS	ATÖLYELER	ALT DEPARTMAN	İSTASYON NO	İSTASYON ADI	ÇALIŞAN SAYISI	ÇALIŞMA SÜRELERİ (Saat)	TOPLAM ADAM*SAAT
ÜRETİM ENTEGRE TESİSİ	GÖVDE ALT KOMPONENT ÜRETİM ATÖLYESİ	GÖVDE ALT ŞASİ ÜRETİM ATÖLYESİ	1	Gövde Alt Şasi İstasyonu	2	80	160
		GÖVDE YAN DUVAR ÜRETİM ATÖLYESİ	2	Gövde Yan Duvar İstasyonu	4	80	320
		GÖVDE ÇATI ÜRETİM ATÖLYESİ	3	Gövde Çatı İstasyonu	2	80	160
		GÖVDE UÇ DUVAR VE KABİN ÜRETİM ATÖLYESİ	4	Gövde Uç Duvar ve Kabin İstasyonu	4	80	320
	GÖVDE ÜRETİM ATÖLYESİ	GÖVDE EVLENDİRME, KUMLAMA VE BOYAMA ATÖLYESİ	5	Gövde Evlendirme	4	80	320
			6	Gövde Kumlama	2	20	40
			7	Gövde Boyama	2	40	80
		NAKLİYE	8	Nakil	2	1	2
	ANA ÜRETİM ATÖLYELERİ	GÖVDE SON MONTAJ ATÖLYESİ	9	Son Montaj İstasyonu - 1	4	30	120
			10	Son Montaj İstasyonu - 2	12	16	192
			11	Son Montaj İstasyonu - 3	12	20	240
			12	Son Montaj İstasyonu - 4	8	16	128
			13	Son Montaj İstasyonu - 5	12	12	144
			14	Son Montaj İstasyonu - 6	10	8	80
		NAKLİYE	15	Gövde Son Montajından Kablolama ve Kalite Kontrol Atölyesine Nakil	2	1	2
		KABLOLAMA VE KALİTE KONTROL ATÖLYESİ	16	Kablolama Kontrol İstasyonu	4	5	20
			17	Su Sızdırmazlık Kontrol İstasyonu	2	5	10
			18	Ağırlık ve Gabari Kontrol İstasyonu	2	4	8
		NAKLİYE	19	Kablolama ve Kalite Kontrol Atölyesinden Tren Seti Devreye Alma ve Test Atölyesine Araç Nakil	2	1	2
		TREN SETİ DEVREYE ALMA VE TEST ATÖLYESİ	20	Tren Seti Devreye Alma ve Test İstasyonu	8	50	400
		NAKLİYE	21	Tren Seti Devreye Alma ve Test Atölyesinden, Dinamik Test Yoluna Dizi Nakil	2	1	2
	YARDIMCI ALANLAR	DİNAMİK TEST ATÖLYESİ	22	Tren Seti Dinamik Test İstasyonu	6	20	120
		NAKLİYE	23	Tren Seti Nakil İstasyonu	8	40	320

9. Muhtelif senaryolara göre, istasyon bazlı ve proje bazlı raporlama alınacak şekilde yazılım tasarlanmıştır. Raporlamanın detayında aşağıdaki sonuçlar bulunacaktır:

- Proje boyunca her istasyon için harcanan toplam süre,
- Proje boyunca her bir araç için her istasyonda harcanan toplam işgücü, işgücü maliyeti, operasyon maliyeti ve malzeme maliyeti,
- Projede çalışan toplam çalışan sayısı,
- Herbir istasyon için yatırım bedeli ve tesis için harcanan toplam sabit yatırım bedeli,
- Herbir istasyon için tamamlanan işlerin başlangıç ve bitiş zamanları,
- Herbir işin durum bilgisi: "İş Oluşturuldu (Created), İş Hazır Bekliyor (Ready), İş İşlem Görüyor (Progress), İş Tamamlandı (Completed)",
- Herbir iş için bekleme süreleri, bekleme maliyetleri ve bekleme maliyetlerinin toplamı,
- Projenin üretime başlangıç emrinin verilmesi ile tamamlanması arasındaki toplam süre,
- Projenin üretime başlangıç emrinin verilmesi ile tamamlanması arasındaki toplam harcanan işgücü ve sabit yatırım maliyeti,
- Projenin üretime başlangıç emrinin verilmesi ile tamamlanması arasındaki işgücü, operasyon, malzeme maliyetlerinin toplamı,

10. Gövde evlendirme atölyesine giren her iş için en az bir araçlık gövde alt komponentinin (Alt şasi, Yan Duvar, Çatı, Ön ve Arka Duvar) gövde alt komponent atölyesinde üretilmiş olması gerekmektedir. Gövde alt komponent atölyesinde herbir istasyona giren profil ve saçlar eş zamanlı olarak işlenerek ürün olarak çıkmaktadır. Bu sebeple gövde alt komponentleri üretimine benzer şekilde, farklı atölyelerde eşzamanlı çalışılmasına imkân verilecek şekilde (sub-department: SD) yazılım tasarımı yapılmıştır. (Bu çalışmada kabul edilen Sub-department istasyonları Çizelge 4.2'de verilmiştir.)

Çizelge 4.2. Eşzamanlı, seri istasyonlar ve istasyon tipleri

TESİS	ATÖLYELER	ALT DEPARTMAN	PROSESLERİN ADI	İSTASYON NO	İSTASYON ADI	İSTASYON TİPİ T(Transport), I(Integrative), N(NonIntegrative)	İSTASYON ÇALIŞMA MANTIĞI SD: Sub Department (Eş Zamanlı) SR : Serial (Seri)	GERÇEKLEŞEN İŞLEMLER (ÖZET)
ÜRETİM ENTEGRE TESİSİ	GÖVDE ALT KOMPONENT ÜRETİM ATÖLYESİ	GÖVDE ALT ŞASİ ÜRETİM ATÖLYESİ	GÖVDE ALT ŞASİ ÜRETİM PROSESİ	1	Gövde Alt Şasi İstasyonu	N	SD (SUB DEPARTMENT)	Gövde Alt Şasi Üretimi
		GÖVDE YAN DUVAR ÜRETİM ATÖLYESİ	GÖVDE YAN DUVAR ÜRETİM PROSESİ	2	Gövde Yan Duvar İstasyonu	N		Gövde Yan Duvarlarının Üretimi
		GÖVDE ÇATI ÜRETİM ATÖLYESİ	GÖVDE ÇATI ÜRETİM PROSESİ	3	Gövde Çatı İstasyonu	N		Gövde Çatı Üretimi
		GÖVDE UÇ DUVAR VE KABİN ÜRETİM ATÖLYESİ	GÖVDE UÇ DUVAR VE KABİN ÜRETİM PROSESİ	4	Gövde Uç Duvar ve Kabin İstasyonu	N		Gövde Uç Duvar ve Kabin Üretimi
	GÖVDE ÜRETİM ATÖLYESİ	GÖVDE EVLENDİRME, KUMLAMA VE BOYAMA ATÖLYESİ	GÖVDE EVLENDİRME, KUMLAMA VE BOYAMA PROSESİ	5	Gövde Evlendirme	N	SR (SERIAL DEPARTMENT)	Gövde Alt şasi, Gövde Yan Duvarlar, Gövde Çatı, Gövde Uç Duvarın Birleştirilmesi
				6	Gövde Kumlama	N		Birleştirilen Gövdenin Kumlanması
				7	Gövde Boyama	N		Kumlanma işlemi tamamlanan gövdenin boyanması
		NAKLİYE	NAKİL PROSESİ	8	Nakil	T		Atölyeler Arası Araç Nakil İşlemi
	ANA ÜRETİM ATÖLYELERİ	GÖVDE SON MONTAJ ATÖLYESİ	GÖVDE SON MONTAJ PROSESİ	9	Son Montaj İstasyonu - 1	N		Zemin ve İzolasyon Montajları
				10	Son Montaj İstasyonu - 2	N		Havalandırma, Kablo Kanalları, Pnömatik Tesisat, Harici Kablolama Montajları
				11	Son Montaj İstasyonu - 3	N		Araç Kupası, Makinist Paneli, Elektrik Kutu ve Panelleri Montajları
				12	Son Montaj İstasyonu - 4	N		Yolcu Kapıları, Araç Altı&İçi&Üstü Ekipmanlar, CTP&İç Giydirme Montajları
				13	Son Montaj İstasyonu - 5	N		Araç Yolcu ve Sürücü Kabini Camları Montajı, Elektriksel Sonlandırma
				14	Son Montaj İstasyonu - 6	N		Araç Körük ve Araca Bogi Montajları
		NAKLİYE	NAKİL PROSESİ	15	Gövde Son Montajından Kablolama ve Kalite Kontrol Atölyesine Nakil	T		Atölyeler Arası Araç Nakil İşlemi
		KABLOLAMA VE KALİTE KONTROL ATÖLYESİ	KABLOLAMA VE KALİTE KONTROL PROSESLERİ	16	Kablolama Kontrol İstasyonu	N		Araç Zil ve Dielektrik Testleri
				17	Su Sızdırmazlık Kontrol İstasyonu	N		Araç Su Sızdırmazlık Testleri
				18	Ağırlık ve Gabari Kontrol İstasyonu	N		Araç Ağırlık ve Gabari Ölçüm Testleri
		NAKLİYE	NAKİL PROSESİ	19	Kablolama ve Kalite Kontrol Atölyesinden Tren Seti Devreye Alma ve Test Atölyesine Araç Nakil	T		İstasyonlar Arası Araç Nakil İşlemi

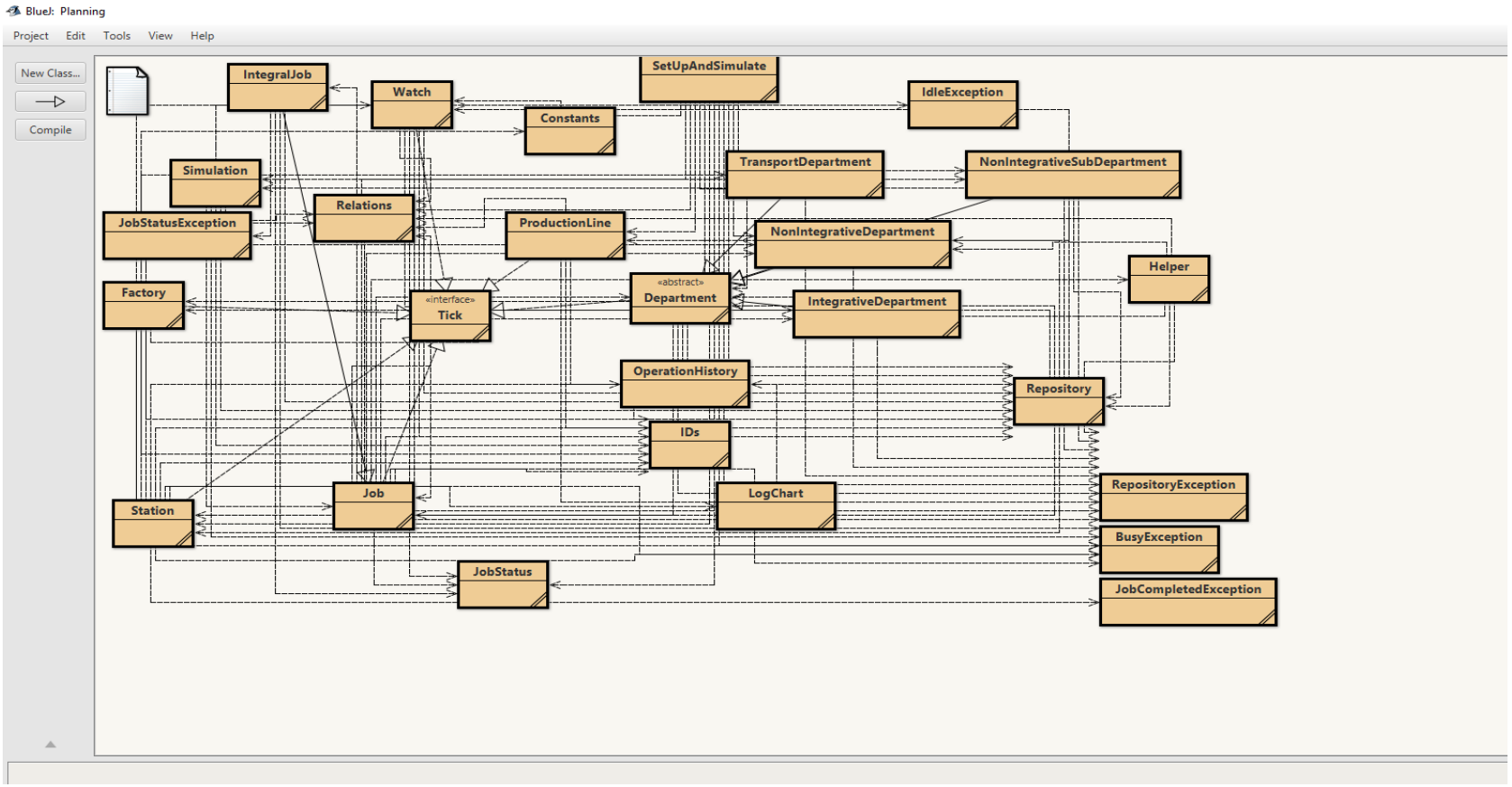
11. Süreçler birbirini takip edebilecek ve oluşturulan işin tamamlanması için üretimin farklı atölyelerde seri olarak ilerlemesine imkân verecek şekilde (serial-department: SR) yazılım tasarımı yapılmıştır. Seri departmanlarda, bir süreç tamamlanmadan diğerine geçilemeyeceği öngörülerek yazılım tasarlanmıştır. Bu süreçler araç bazlı olarak işleyecek ve sırasıyla aşağıda belirtilen şekilde ilerleyecektir. (Bu çalışmada kabul edilen Serial-department (SR) istasyonları Çizelge 4.2' de verilmiştir.)

12. Fabrika testlerinin başlaması için bir dizinin oluşturduğu araçların tamamının "Tren Seti Devreye Alma ve Test Atölyesi" içerisine girmiş olması gerekmektedir. Yazılımda herbir istasyonun tipi T (Transport), I (Integrative), N (NonIntegrative) olacak şekilde belirlenmiştir. (Çizelge 4.2). Integrative istasyonda, belirlenen sayıda araç olmadan tren seti oluşturulamayacağından çalışma başlamamaktadır. Bu sebeple, "Tren Seti Devreye Alma ve Test Atölyesi" tipi Integrative (I) departman olarak belirlenmiştir. Bir tren setinin kaç araçtan oluşabileceği farklı olabileceğinden, yazılım bu yönden esnek olarak tasarlanmıştır. Bu çalışmada gerçekleştirilen analizler için bir dizinin 4 araçtan oluşacağı kabul edilmiştir.

13. Fabrika testleri dizi halinde tamamlandıktan sonra yine dizi halinde araçların müşterinin kabul alanına sevk edilmesi ile teslimat sürecinin tamamlanması yazılımda öngörülmüştür. Bu sebeple, yazılımda nakliye istasyonları da oluşturulmuştur.

4.1.2. Gereksinimlere uygun olarak simülasyon yazılımının mimarisinin oluşturulması

Belirlenen gereksinimlere uygun kodlamanın ana mimarisi Şekil 4.1'de gösterildiği gibi oluşturulmuştur:



Şekil 4.1. Yazılımın ana mimarisi

Bu çalışmamda, Şekil 4.1'de belirtildiği şekilde yazılımın ana mimarisi oluşturulmuştur. Özetle, yazılım ana mimarisi aşağıda belirtilen özellikleri içermektedir:

- Şekilde gösterilen herbir kutu bir sınıfı göstermektedir. Dolayısıyla, yazılım mimarisi aynı zamanda sınıfların diagramı olarakta adlandırılabilir.
- Sınıfların herbiri; özellikleri (property) ve metodları (fonksiyonları) olan bir programsal varlıktır.
- Sınıflar arasındaki ilişkilerde diagramdaki akışa bakıldığında, ilişkilerin hepsi "Tick" kutucuğuna gelmektedir. "Tick" ile ilişkisi olan sınıflarda tanımlanan fonksiyonlar, zamanın artışıyla beraber çalışmaktadır.
- Diagramda gösterildiği üzere, "Factory", "Station", "Job", "Production Line", "Department", "Watch" vb. tüm oparatif sınıfların "Tick" ile ilişkisi mevcuttur.
- "Department" sınıfından türeyen "Transport", "NonIntegrative", "Integrative" departmanları miras alan özelliktedir. Benzer bir ilişki "Job" ile "IntegralJob" arasında vardır. "IntegralJob" sınıfı, Integratif departmanlar için oluşturulmuştur.
- "OperationHistory" sınıfı; bir "History" öğesidir. Text dosyalarında yazılan tüm veriler "OperationHistory" nesnelerinden oluşmaktadır.
- "LogChart" sınıfı; "OperationHistory" nesnelerini tutan sınıftır.
- "IDs" sınıfı; programda olan herşeyin bir ID'si vardır (station, production line, simulation, department vb.). Bu ID'ler bu sınıfta tutulur.
- "Repository" sınıfı; bir sözlük gibi düşünülebilir. Programda kaç adet varlık var ise bunları liste bazında tutan sınıftır.
- "Exception" sınıfları; hata durumunda kullanılan sınıftır.
- "Helper" sınıfı; yardımcı kodların bulunduğu sınıftır.
- "Constant" sınıfı; program sabitlerinin (default cost vb.) bulunduğu sınıftır.
- "JobStatus" sınıfı; bir işin içinde bulunacağı durumları belirleyen sınıftır. Bir işin (Job) içerisinde bulunacağı durumlar şu şekilde olabilir:

    - Created: İş (Job) ilk oluştuğunda “Created” pozisyonunda oluşur.
    - Ready: İş departmana atandığı zaman “Ready” pozisyonuna geçer.
    - Progress: İş departmanda çalışırken “Progress” durumundadır.
    - Suspend: İş departmanı terkettiği zaman “Suspend” durumundadır.
    - Complete: İş tamamlandığı zaman “Complete” durumdadır.

- Eğer işin gerçekleştirileceği departmanların sub-departman (eş zamanlı çalışan departmanları) olması durumunda, tüm süreçler tamamlanana kadar iş “Progress” işleminde devam eder. Dolayısıyla, iş durumlarına ana departman bazında bakılmalıdır. Özetle; iş tüm alt departmanları terkettiği zaman durum değiştirir.
- “Relations” sınıfı; nesnelerin birbirleri arasındaki ilişkileri tutan sınıftır.
- “Watch” sınıfı; her yeni simülasyon kendisiyle beraber bir saate sahiptir. Simülasyonun “RUN” olması durumunda saat işlemeye başlıyor.
- Sınıflar arası oklar; aralarındaki ilişkileri gösteriyor. Örneğin; “ProductionLine” ile “Tick” arasındaki ok; “Tick” içerisindeki tüm fonksiyonları “ProductionLine” gerçekleştirir anlamına gelir. Bu ilişki “Implement” ilişkisidir. Diğer ilişkiler ise “Has a (içerir)” ve “Is a” ilişkileridir. Örneğin; “Simulation” ile “Watch” arasındaki ilişki “Has a” ilişkisi, “TransportDepartment” ile “Department” ilişkisi “Is a” ilişkisidir. Özetle, sınıflar arasında 3 tür ilişki vardır.

Yazılımın genel sınıflandırma ve özellikleri bu şekildedir.

4.1.3. Mimariye uygun olarak kodlamanın yazılması ve test edilmesi

Mimariye uygun olarak kodlar programda yazılmıştır. Kodlama ile bazı örnekler aşağıda anlatıldığı gibidir;

```
{
Simulation s;
m_productionLine = setUpProductionLine_8();
printSetUp(m_productionLine);
s = new Simulation(m_productionLine, 16);
m_simulation = s.getId();
run(m_simulation);
printResults(m_productionLine);
printWaitLog(m_simulation);
printDetailedWaitLog(m_simulation);
}
```

Yazılımda, yeni bir üretim tesisi altyapısı kurularak sonuçların alınması istenildiğinde, "*m_productionLine = setUpProductionLine_8();"* kodlamasındaki sayı değiştirilerek program çalıştırılır.

Yazılımda, üretim tesisinde kaç adet işin veya aracın üretileceği, "*s = new Simulation (m_productionLine, 16);"* kodundaki sayı değiştirilerek belirlenir. Burada gösterilen 16 sayısı, tesiste 16 araçlık bir üretim senaryosu simule edileceğini belirtir. Bu değer parametriktir ve sette bulunan araç sayısının katları olacak şekilde istenilen rakam girilebilir.

"run(m_simulation);" simülasyonu çalıştıran koddur.

"print Results(m_productionLine); print WaitLog(m_simulation); print DetailedWaitLog (m_simulation);" kodları ise bütün iş tamamlandıktan sonra simülasyon sonuçlarını yazdıran, hangi işlerin ne kadar ve nerelerde beklediğini yazdıran kodlardır.

Kodlama tamamlandıktan sonra, yazılım programda koşturularak gereksinimleri karşılayıp karşılayamadığı incelenmiş, hatalar bulunarak gerekli düzeltmeler yapılmıştır.

4.1.4. Entegre tesis altyapısının oluşturulması ve üretim senaryolarının belirlenmesi

Yazılımın tamamlanıp test edilmesi sonrasında, üretim senaryoları belirlenerek ve yazılımda koşturularak sonuçlar incelendi.

- Üretim Senaryosunun Belirlenmesi; Raylı sistem araç üretim tesisinde (yazılımdaki tanımı; *ProductionLine*) gerekli olabilecek atölyeler ve yardımcı alanlar (yazılımdaki tanımı; *Factory*), alt departmanlar (yazılımdaki tanımı; *SubDepartment*), istasyonlar (yazılımdaki tanımı; *Station*), herbir istasyondaki çalışan sayısı (yazılımdaki tanımı; *numberOfWorkers*), herbir istasyondaki çalışma süreleri (yazılımdaki tanımı; *timeToCompleteJob*), herbir istasyondaki çalışan birim maliyeti (yazılımdaki tanımı; *workerCostPerUnitTime*), herbir istasyondaki amortisman maliyeti (yazılımdaki tanımı; *amortisationCostPerUnitTime*), herbir istasyondaki işletme birim maliyeti (yazılımdaki tanımı; *operationalCostPerUnit Time*) ve herbir istasyondaki yatırım maliyeti (yazılımdaki tanımı; *Station*) belirlenmelidir. Ayrıca, istasyon tipleri (yazılımdaki tanımları; *TransportDepartment, Integrative, NonIntegrative*) belirlenerek yazılım kodlaması derlenmelidir.

Örnek olarak, Çizelge 4.3'de verilen üretim senaryosu belirlenmiştir. Ayrıca, bu senaryoya göre herbir istasyonda tanımlı bulunan ve yazılımda parametrik olarak değiştirilebilen "çalışan sayısı", "çalışma süreleri", "çalışan birim maliyeti", "amortisman maliyeti", "işletme birim maliyeti", "malzeme maliyeti", "yatırım maliyeti" değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.3. Örnek üretim senaryosu (Entegre tesis_5)

TESİS	ATÖLYELER	ALT DEPARTMAN	PROSESLERİN ADI	İSTASYON NO	İSTASYON ADI	İSTASYON TİPİ T(Transport), I(Integrative), N(NonIntegrative)	ÇALIŞAN SAYISI	ÇALIŞMA SÜRELERİ (Saat)	ÇALIŞAN BİRİM MALİYETİ (Euro/Saat)	AMORTİSMAN MALİYETİ (Euro)	İŞLETME BİRİM MALİYETİ (Euro/Saat)	MALZEME MALİYETİ (Euro)	YATIRIM MALİYETİ (Euro)
ÜRETİM ENTEGRE TESİSİ	GÖVDE ALT KOMPONENT ÜRETİM ATÖLYESİ	GÖVDE ALT ŞASİ ÜRETİM ATÖLYESİ	GÖVDE ALT ŞASİ ÜRETİM PROSESİ	1	Gövde Alt Şasi İstasyonu	N	2	80	10	0	10	25000	250000
		GÖVDE YAN DUVAR ÜRETİM ATÖLYESİ	GÖVDE YAN DUVAR ÜRETİM PROSESİ	2	Gövde Yan Duvar İstasyonu	N	4	80	10	0	10	15000	150000
		GÖVDE ÇATI ÜRETİM ATÖLYESİ	GÖVDE ÇATI ÜRETİM PROSESİ	3	Gövde Çatı İstasyonu	N	2	80	10	0	10	20000	200000
		GÖVDE UÇ DUVAR VE KABİN ÜRETİM ATÖLYESİ	GÖVDE UÇ DUVAR VE KABİN ÜRETİM PROSESİ	4	Gövde Uç Duvar ve Kabin İstasyonu	N	4	80	10	0	10	5000	50000
	GÖVDE ÜRETİM ATÖLYESİ	GÖVDE EVLENDİRME, KUMLAMA VE BOYAMA ATÖLYESİ	GÖVDE EVLENDİRME, KUMLAMA VE BOYAMA PROSESİ	5	Gövde Evlendirme	N	4	80	10	0	10	3000	30000
				6	Gövde Kumlama	N	2	20	10	0	8	1000	10000
				7	Gövde Boyama	N	2	40	10	0	15	10000	100000
		NAKLİYE	NAKİL PROSESİ	8	Nakil	T	2	1	10	0	1	20	200
	ANA ÜRETİM ATÖLYELERİ	GÖVDE SON MONTAJ ATÖLYESİ	GÖVDE SON MONTAJ PROSESİ	9	Son Montaj İstasyonu - 1	N	4	30	10	0	3	15000	1000
				10	Son Montaj İstasyonu - 2	N	12	16	10	0	5	20000	2000
				11	Son Montaj İstasyonu - 3	N	12	20	10	0	4	40000	4000
				12	Son Montaj İstasyonu - 4	N	8	16	10	0	5	240000	24000
				13	Son Montaj İstasyonu - 5	N	12	12	10	0	4	35000	3500
				14	Son Montaj İstasyonu - 6	N	10	8	10	0	4	150000	15000
		NAKLİYE	NAKİL PROSESİ	15	Gövde Son Montajından Kablolama ve Kalite Kontrol Atölyesine Nakil	T	2	1	10	0	1	20	200
		KABLOLAMA VE KALİTE KONTROL ATÖLYESİ	KABLOLAMA VE KALİTE KONTROL PROSESLERİ	16	Kablolama Kontrol İstasyonu	N	4	5	10	0	7	50	500
				17	Su Sızdırmazlık Kontrol İstasyonu	N	2	5	10	0	8	50	500
				18	Ağırlık ve Gabari Kontrol İstasyonu	N	2	4	10	0	2	25	250
		NAKLİYE	NAKİL PROSESİ	19	Kablolama ve Kalite Kontrol Atölyesinden Tren Seti Devreye Alma ve Test Atölyesine Araç Nakil	T	2	1	10	0	1	20	200
		TREN SETİ DEVREYE ALMA VE TEST ATÖLYESİ	TREN SETİ DEVREYE ALMA VE TEST PROSESLERİ	20	Tren Seti Devreye Alma ve Test İstasyonu	I	8	50	10	0	9	5000	50000
		NAKLİYE	NAKİL PROSESİ	21	Tren Seti Devreye Alma ve Test Atölyesinden, Dinamik Test Yoluna Dizi Nakil	T	2	1	10	0	1	80	800
	YARDIMCI ALANLAR	DİNAMİK TEST ATÖLYESİ	DİNAMİK TEST PROSESLERİ	22	Tren Seti Dinamik Test İstasyonu	N	6	20	10	0	12	4000	40000
		NAKLİYE	TREN NAKİL VE SEVK PROSESLERİ	23	Tren Seti Nakil İstasyonu	T	8	40	10	0	4	3000	30000

4.1.5. Üretim senaryolarına göre yazılımın hazırlanması, koşturulması ve sonuçların incelenmesi

Üretim senaryoları belirlendikten sonra hazırlanan yazılım senaryoya ve senaryoda verilen parametrelere uygun hale getirilecek şekilde kodlamalar düzenlenmiştir.

Çizelge 4.3'de verilen örnek senaryo dikkate alındığında, yazılımda yapılan düzenlemeler aşağıdaki şekilde gerçekleştirilmiştir.

- Yazılımın senaryoya uygun hale getirilmesi için senaryoda belirlenen "Çalışan Sayısı", saat bazında "Çalışma Süreleri", saat başına "Çalışan Birim Maliyeti", "Amortisman Maliyeti", saat başına "İşletme Birim Maliyeti", "Malzeme Maliyeti" ve "Yatırım Maliyeti" parametrik değerleri kodlama içerisine girilir. Ayrıca tesis içerisinde yer alacak atölyeler, alt departmanlar ve istasyonlar yazılım içerisinde istenilen konfigürasyona uygun olarak kodlanır. Örnek olarak Çizelge 4.3'de verilen değerlere göre kodlama, 16 araçlık bir üretim için EK A'da belirtilen şekilde modellenmiştir.

Yazılım senaryoya uygun hale getirildikten sonra koşturularak aşağıdaki sonuçlar ve çıktılar elde edilmiştir:

- Kurulum (Set Up) Dosyası ve İçeriği:

Station( ):
- numberOfWorkers
- timeToCompleteJob
- workerCostPerUnitTime
- amortisationCostPerUnitTime
- operationalCostPerUnitTime
- materialCostPerJob

ProductionLine: Entegre Tesis_5

Factory: Gövde Alt Komponent Üretim Atölyeleri

NonIntegrativeDepartment(1): Gövde Alt Komponent Üretim Atölyesi

SubDepartment(2):Gövde Alt Şasi

Station(1) 2-80-10-0-10-25000

SubDepartment(3):Gövde Yan Duvar

Station(2) 4-80-10-0-10-15

SubDepartment(4):Gövde Çatı

Station(3) 2-80-10-0-10-20000

SubDepartment(5):Gövde U Duvar

Station(4) 4-80-10-0-10-5000

Factory: Gövde Üretim Atölyesi

NonIntegrativeDepartment(6): Gövde Evlendirme, Kumlama, Boyama Atölyesi

Station(5) 4-80-10-0-10-3000

Station(6) 2-20-10-0-8-1000

Station(7) 2-40-10-0-15-10000

TransportDepartment(7): Gövde Üretiminden Gövde Son Montaj Atölyesine Nakil

Station(8) 2-1-10-0-1-20

Factory: Ana Üretim Atölyeleri

NonIntegrativeDepartment(8): Gövde Son Montaj Atölyesi

Station(9) 4-30-10-0-3-15000

Station(10) 12-16-10-0-5-20000

Station(11) 12-20-10-0-4-40000

Station(12) 8-16-10-0-5-240000

Station(13) 12-12-10-0-4-35000

Station(14) 10-8-10-0-4-150000

TransportDepartment(9): Gövde Son Montajından Kablolama ve Kalite Kontrol Atölyesine Nakil

Station(15) 2-1-10-0-1-20

NonIntegrativeDepartment(10): Kablolama ve Kalite Kontrol Atölyesi

Station(16) 4-5-10-0-7-50

Station(17) 2-5-10-0-8-50

Station(18) 2-4-10-0-2-25

TransportDepartment(11): Kablolama ve Kalite Kontrol Atölyesinden Tren Seti Devreye Alma ve Test Atölyesine Araç Nakil

Station(19) 2-1-10-0-1-20

IntegrativeDepartment(12): Tren Seti Devreye Alma ve Test Atölyesi

Station(20) 8-50-10-0-9-5000

TransportDepartment(13): Tren Seti Devreye Alma ve Test Atölyesinden, Dinamik Test Yoluna Dizi Nakil

Station(21) 2-1-10-0-1-80

Factory: Yardimci Alanlar

NonIntegrativeDepartment(14): Tren Seti Dinamik Testleri

Station(22) 6-20-10-0-12-4000

TransportDepartment(15): Dinamik Test Yolundan Yükleme ve Sevk Alanına Araç Nakil

Station(23) 8-40-10-0-4-3000

- Toplam Tesis Kurulum Maliyeti (Investment Costs):

Tesis kurulum maliyeti Çizelge 4.4'de verildiği gibi yazılıma girilmiştir. Yazılımda bu değerler parametriktir ve değiştirilebilir.

Çizelge 4.4. Toplam tesis kurulum maliyeti tablosu

Toplam Tesis Kurulum Maliyeti (Euro)	
İstasyon Adı	**İstasyon Maliyeti (Euro)**
Station(1)	250.000
Station(2)	150.000
Station(3)	200.000
Station(4)	50.000
Station(5)	30.000
Station(6)	10.000
Station(7)	100.000
Station(8)	200
Station(9)	1.000
Station(10)	2.000
Station(11)	4.000
Station(12)	24.000
Station(13)	3.500
Station(14)	15.000
Station(15)	200
Station(16)	500
Station(17)	500
Station(18)	250
Station(19)	200
Station(20)	50.000
Station(21)	800
Station(22)	40.000
Station(23)	30.000
Total SetUp Cost (Toplam Tesis Kurulum Maliyeti)	**962.150**

- Toplam Çalışan Sayısı (Total Workers): 116 Çalışan

- Herbir İş İçin Detaylı Bekleme Kayıtları (DetailedWaitLog)

Yazılımda örnek olarak 16 araçlık bir üretim modellendiğinde, 16 araç üretimi ve 4 set üretimi (bir metro seti 4 araçtan oluştuğu varsayımıyla) olmak üzere toplam 20 adet İş (Job) oluşmaktadır (Çizelge 4.5).

Herbir iş (job) için istasyon bazlı kayıtlar;
Çizelge 4.6, Çizelge 4.7, Çizelge 4.8, Çizelge 4.9, Çizelge 4.10, Çizelge 4.11, Çizelge 4.12, Çizelge 4.13, Çizelge 4.14, Çizelge 4.15, Çizelge 4.16, Çizelge 4.17, Çizelge 4.18, Çizelge 4.19, Çizelge 4.20, Çizelge 4.21 ve Çizelge 4.22'de gösterildiği üzere yazılım tarafından otomatik olarak oluşturulmaktadır.

Tüm işlere ait özet tablo, Çizelge 4.23 ve Çizelge 4.44'de gösterildiği gibi yazılım tarafından oluşturulmaktadır.

Ayrıca üretim entegre tesisinin altyapısında yer alan herbir istasyon (station) için iş bazlı kayıtlarda;

Çizelge *4.24*, Çizelge 4.25, Çizelge 4.26, Çizelge 4.27, Çizelge 4.28, Çizelge 4.29, Çizelge 4.30, Çizelge 4.31, Çizelge 4.32, Çizelge 4.33, Çizelge 4.34, Çizelge 4.35, Çizelge 4.36, Çizelge 4.37, Çizelge 4.38, Çizelge 4.39, Çizelge 4.40, Çizelge 4.41, Çizelge 4.42 ve Çizelge 4.43'de gösterildiği gibi yazılım tarafından otomatik olarak oluşturulmaktadır.

Çizelge 4.5. İşlerin detaylı bekleme kayıtları tablosu

Job(X)	Department(X)	Wait Time
Job(1)	Dept(8)	1
Job(1)	Dept(10)	1
Job(1)	Dept(12)	1
Job(2)	Dept(1)	80
Job(2)	Dept(8)	1
Job(2)	Dept(10)	1
Job(2)	Dept(12)	1
Job(3)	Dept(1)	160
Job(3)	Dept(8)	1
Job(3)	Dept(10)	1
Job(3)	Dept(12)	1
Job(4)	Dept(1)	240
Job(4)	Dept(8)	1
Job(4)	Dept(10)	1
Job(4)	Dept(12)	1
Job(5)	Dept(1)	320
Job(5)	Dept(8)	1
Job(5)	Dept(10)	1
Job(5)	Dept(12)	1
Job(6)	Dept(1)	400
Job(6)	Dept(8)	1
Job(6)	Dept(10)	1
Job(6)	Dept(12)	1
Job(7)	Dept(1)	480
Job(7)	Dept(8)	1
Job(7)	Dept(10)	1
Job(7)	Dept(12)	1
Job(8)	Dept(1)	560
Job(8)	Dept(8)	1
Job(8)	Dept(10)	1
Job(8)	Dept(12)	1
Job(9)	Dept(1)	640
Job(9)	Dept(8)	1
Job(9)	Dept(10)	1
Job(9)	Dept(12)	1
Job(10)	Dept(1)	720
Job(10)	Dept(8)	1
Job(10)	Dept(10)	1
Job(10)	Dept(12)	1
Job(11)	Dept(1)	800
Job(11)	Dept(8)	1

Job(11)	Dept(10)	1
Job(11)	Dept(12)	1
Job(12)	Dept(1)	880
Job(12)	Dept(8)	1
Job(12)	Dept(10)	1
Job(12)	Dept(12)	1
Job(13)	Dept(1)	960
Job(13)	Dept(8)	1
Job(13)	Dept(10)	1
Job(13)	Dept(12)	1
Job(14)	Dept(1)	1040
Job(14)	Dept(8)	1
Job(14)	Dept(10)	1
Job(14)	Dept(12)	1
Job(15)	Dept(1)	1120
Job(15)	Dept(8)	1
Job(15)	Dept(10)	1
Job(15)	Dept(12)	1
Job(16)	Dept(1)	1200
Job(16)	Dept(8)	1
Job(16)	Dept(10)	1
Job(16)	Dept(12)	1
Job(17)	Dept(1)	239
Job(17)	Dept(14)	1
Job(18)	Dept(1)	239
Job(18)	Dept(14)	1
Job(19)	Dept(1)	239
Job(19)	Dept(14)	1
Job(20)	Dept(1)	239
Job(20)	Dept(14)	1

- Her bir İş İçin İstasyon Bazlı Kayıtlar (JobLog)

Çizelge 4.6. Her bir iş için istasyon bazlı kayıtlar (Job 1)

Job (x)	Station(x)	Enter Time	Elapsed Time	Worker Cost	Operational Cost	Number Of Workers	Material Cost	Man Power (M*H)
Job: 1	Station(1)	0	80	1600	800	2	25000	160
	Station(2)	0	80	3200	800	4	15	320
	Station(3)	0	80	1600	800	2	20000	160
	Station(4)	0	80	3200	800	4	5000	320
	Station(5)	80	80	3200	800	4	3000	320
	Station(6)	160	20	400	160	2	1000	40
	Station(7)	180	40	800	600	2	10000	80
	Station(8)	220	1	20	1	2	20	2
	Station(9)	221	30	1200	90	4	15000	120
	Station(10)	251	16	1920	80	12	20000	192
	Station(11)	267	20	2400	80	12	40000	240
	Station(12)	287	16	1280	80	8	240000	128
	Station(13)	303	12	1440	48	12	35000	144
	Station(14)	315	8	800	32	10	150000	80
	Station(15)	323	1	20	1	2	20	2
	Station(16)	324	5	200	35	4	50	20
	Station(17)	329	5	100	40	2	50	10
	Station(18)	334	4	80	8	2	25	8
	Station(19)	338	1	20	1	2	20	2

Çizelge 4.7. Her bir iş için istasyon bazlı kayıtlar (Job 2)

Job (x)	Station(x)	Enter Time	Elapsed Time	Worker Cost	Operational Cost	Number Of Workers	Material Cost	Man Power (M*H)
Job: 2	Station(1)	80	80	1600	800	2	25000	160
	Station(2)	80	80	3200	800	4	15	320
	Station(3)	80	80	1600	800	2	20000	160
	Station(4)	80	80	3200	800	4	5000	320
	Station(5)	160	80	3200	800	4	3000	320
	Station(6)	240	20	400	160	2	1000	40
	Station(7)	260	40	800	600	2	10000	80
	Station(8)	300	1	20	1	2	20	2
	Station(9)	301	30	1200	90	4	15000	120
	Station(10)	331	16	1920	80	12	20000	192
	Station(11)	347	20	2400	80	12	40000	240
	Station(12)	367	16	1280	80	8	240000	128
	Station(13)	383	12	1440	48	12	35000	144
	Station(14)	395	8	800	32	10	150000	80
	Station(15)	403	1	20	1	2	20	2
	Station(16)	404	5	200	35	4	50	20
	Station(17)	409	5	100	40	2	50	10
	Station(18)	414	4	80	8	2	25	8
	Station(19)	418	1	20	1	2	20	2

Çizelge 4.8. Her bir iş için istasyon bazlı kayıtlar (Job 3)

Job (x)	Station(x)	Enter Time	Elapsed Time	Worker Cost	Operational Cost	Number Of Workers	Material Cost	Man Power (M*H)
Job: 3	Station(1)	160	80	1600	800	2	25000	160
	Station(2)	160	80	3200	800	4	15	320
	Station(3)	160	80	1600	800	2	20000	160
	Station(4)	160	80	3200	800	4	5000	320
	Station(5)	240	80	3200	800	4	3000	320
	Station(6)	320	20	400	160	2	1000	40
	Station(7)	340	40	800	600	2	10000	80
	Station(8)	380	1	20	1	2	20	2
	Station(9)	381	30	1200	90	4	15000	120
	Station(10)	411	16	1920	80	12	20000	192
	Station(11)	427	20	2400	80	12	40000	240
	Station(12)	447	16	1280	80	8	240000	128
	Station(13)	463	12	1440	48	12	35000	144
	Station(14)	475	8	800	32	10	150000	80
	Station(15)	483	1	20	1	2	20	2
	Station(16)	484	5	200	35	4	50	20
	Station(17)	489	5	100	40	2	50	10
	Station(18)	494	4	80	8	2	25	8
	Station(19)	498	1	20	1	2	20	2

Çizelge 4.9. Her bir iş için istasyon bazlı kayıtlar (Job 4)

Job (x)	Station(x)	Enter Time	Elapsed Time	Worker Cost	Operational Cost	Number Of Workers	Material Cost	Man Power (M*H)
Job: 4	Station(1)	240	80	1600	800	2	25000	160
	Station(2)	240	80	3200	800	4	15	320
	Station(3)	240	80	1600	800	2	20000	160
	Station(4)	240	80	3200	800	4	5000	320
	Station(5)	320	80	3200	800	4	3000	320
	Station(6)	400	20	400	160	2	1000	40
	Station(7)	420	40	800	600	2	10000	80
	Station(8)	460	1	20	1	2	20	2
	Station(9)	461	30	1200	90	4	15000	120
	Station(10)	491	16	1920	80	12	20000	192
	Station(11)	507	20	2400	80	12	40000	240
	Station(12)	527	16	1280	80	8	240000	128
	Station(13)	543	12	1440	48	12	35000	144
	Station(14)	555	8	800	32	10	150000	80
	Station(15)	563	1	20	1	2	20	2
	Station(16)	564	5	200	35	4	50	20
	Station(17)	569	5	100	40	2	50	10
	Station(18)	574	4	80	8	2	25	8
	Station(19)	578	1	20	1	2	20	2

Çizelge 4.10. Her bir iş için istasyon bazlı kayıtlar (Job 5)

Job (x)	Station(x)	Enter Time	Elapsed Time	Worker Cost	Operational Cost	Number Of Workers	Material Cost	Man Power (M*H)
Job: 5	Station(1)	320	80	1600	800	2	25000	160
	Station(2)	320	80	3200	800	4	15	320
	Station(3)	320	80	1600	800	2	20000	160
	Station(4)	320	80	3200	800	4	5000	320
	Station(5)	400	80	3200	800	4	3000	320
	Station(6)	480	20	400	160	2	1000	40
	Station(7)	500	40	800	600	2	10000	80
	Station(8)	540	1	20	1	2	20	2
	Station(9)	541	30	1200	90	4	15000	120
	Station(10)	571	16	1920	80	12	20000	192
	Station(11)	587	20	2400	80	12	40000	240
	Station(12)	607	16	1280	80	8	240000	128
	Station(13)	623	12	1440	48	12	35000	144
	Station(14)	635	8	800	32	10	150000	80
	Station(15)	643	1	20	1	2	20	2
	Station(16)	644	5	200	35	4	50	20
	Station(17)	649	5	100	40	2	50	10
	Station(18)	654	4	80	8	2	25	8
	Station(19)	658	1	20	1	2	20	2

Çizelge 4.11. Her bir iş için istasyon bazlı kayıtlar (Job 6)

Job (x)	Station(x)	Enter Time	Elapsed Time	Worker Cost	Operational Cost	Number Of Workers	Material Cost	Man Power (M*H)
Job: 6	Station(1)	400	80	1600	800	2	25000	160
	Station(2)	400	80	3200	800	4	15	320
	Station(3)	400	80	1600	800	2	20000	160
	Station(4)	400	80	3200	800	4	5000	320
	Station(5)	480	80	3200	800	4	3000	320
	Station(6)	560	20	400	160	2	1000	40
	Station(7)	580	40	800	600	2	10000	80
	Station(8)	620	1	20	1	2	20	2
	Station(9)	621	30	1200	90	4	15000	120
	Station(10)	651	16	1920	80	12	20000	192
	Station(11)	667	20	2400	80	12	40000	240
	Station(12)	687	16	1280	80	8	240000	128
	Station(13)	703	12	1440	48	12	35000	144
	Station(14)	715	8	800	32	10	150000	80
	Station(15)	723	1	20	1	2	20	2
	Station(16)	724	5	200	35	4	50	20
	Station(17)	729	5	100	40	2	50	10
	Station(18)	734	4	80	8	2	25	8
	Station(19)	738	1	20	1	2	20	2

Çizelge 4.12. Her bir iş için istasyon bazlı kayıtlar (Job 7)

Job (x)	Station(x)	Enter Time	Elapsed Time	Worker Cost	Operational Cost	Number Of Workers	Material Cost	Man Power (M*H)
Job: 7	Station(1)	480	80	1600	800	2	25000	160
	Station(2)	480	80	3200	800	4	15	320
	Station(3)	480	80	1600	800	2	20000	160
	Station(4)	480	80	3200	800	4	5000	320
	Station(5)	560	80	3200	800	4	3000	320
	Station(6)	640	20	400	160	2	1000	40
	Station(7)	660	40	800	600	2	10000	80
	Station(8)	700	1	20	1	2	20	2
	Station(9)	701	30	1200	90	4	15000	120
	Station(10)	731	16	1920	80	12	20000	192
	Station(11)	747	20	2400	80	12	40000	240
	Station(12)	767	16	1280	80	8	240000	128
	Station(13)	783	12	1440	48	12	35000	144
	Station(14)	795	8	800	32	10	150000	80
	Station(15)	803	1	20	1	2	20	2
	Station(16)	804	5	200	35	4	50	20
	Station(17)	809	5	100	40	2	50	10
	Station(18)	814	4	80	8	2	25	8
	Station(19)	818	1	20	1	2	20	2

Çizelge 4.13. Her bir iş için istasyon bazlı kayıtlar (Job 8)

Job (x)	Station(x)	Enter Time	Elapsed Time	Worker Cost	Operational Cost	Number Of Workers	Material Cost	Man Power (M*H)
Job: 8	Station(1)	560	80	1600	800	2	25000	160
	Station(2)	560	80	3200	800	4	15	320
	Station(3)	560	80	1600	800	2	20000	160
	Station(4)	560	80	3200	800	4	5000	320
	Station(5)	640	80	3200	800	4	3000	320
	Station(6)	720	20	400	160	2	1000	40
	Station(7)	740	40	800	600	2	10000	80
	Station(8)	780	1	20	1	2	20	2
	Station(9)	781	30	1200	90	4	15000	120
	Station(10)	811	16	1920	80	12	20000	192
	Station(11)	827	20	2400	80	12	40000	240
	Station(12)	847	16	1280	80	8	240000	128
	Station(13)	863	12	1440	48	12	35000	144
	Station(14)	875	8	800	32	10	150000	80
	Station(15)	883	1	20	1	2	20	2
	Station(16)	884	5	200	35	4	50	20
	Station(17)	889	5	100	40	2	50	10
	Station(18)	894	4	80	8	2	25	8
	Station(19)	898	1	20	1	2	20	2

Çizelge 4.14. Her bir iş için istasyon bazlı kayıtlar (Job 9)

Job (x)	Station(x)	Enter Time	Elapsed Time	Worker Cost	Operational Cost	Number Of Workers	Material Cost	Man Power (M*H)
Job: 9	Station(1)	640	80	1600	800	2	25000	160
	Station(2)	640	80	3200	800	4	15	320
	Station(3)	640	80	1600	800	2	20000	160
	Station(4)	640	80	3200	800	4	5000	320
	Station(5)	720	80	3200	800	4	3000	320
	Station(6)	800	20	400	160	2	1000	40
	Station(7)	820	40	800	600	2	10000	80
	Station(8)	860	1	20	1	2	20	2
	Station(9)	861	30	1200	90	4	15000	120
	Station(10)	891	16	1920	80	12	20000	192
	Station(11)	907	20	2400	80	12	40000	240
	Station(12)	927	16	1280	80	8	240000	128
	Station(13)	943	12	1440	48	12	35000	144
	Station(14)	955	8	800	32	10	150000	80
	Station(15)	963	1	20	1	2	20	2
	Station(16)	964	5	200	35	4	50	20
	Station(17)	969	5	100	40	2	50	10
	Station(18)	974	4	80	8	2	25	8
	Station(19)	978	1	20	1	2	20	2

Çizelge 4.15. Her bir iş için istasyon bazlı kayıtlar (Job 10)

Job (x)	Station(x)	Enter Time	Elapsed Time	Worker Cost	Operational Cost	Number Of Workers	Material Cost	Man Power (M*H)
Job: 10	Station(1)	720	80	1600	800	2	25000	160
	Station(2)	720	80	3200	800	4	15	320
	Station(3)	720	80	1600	800	2	20000	160
	Station(4)	720	80	3200	800	4	5000	320
	Station(5)	800	80	3200	800	4	3000	320
	Station(6)	880	20	400	160	2	1000	40
	Station(7)	900	40	800	600	2	10000	80
	Station(8)	940	1	20	1	2	20	2
	Station(9)	941	30	1200	90	4	15000	120
	Station(10)	971	16	1920	80	12	20000	192
	Station(11)	987	20	2400	80	12	40000	240
	Station(12)	1007	16	1280	80	8	240000	128
	Station(13)	1023	12	1440	48	12	35000	144
	Station(14)	1035	8	800	32	10	150000	80
	Station(15)	1043	1	20	1	2	20	2
	Station(16)	1044	5	200	35	4	50	20
	Station(17)	1049	5	100	40	2	50	10
	Station(18)	1054	4	80	8	2	25	8
	Station(19)	1058	1	20	1	2	20	2

Çizelge 4.16. Her bir iş için istasyon bazlı kayıtlar (Job 11)

Job (x)	Station(x)	Enter Time	Elapsed Time	Worker Cost	Operational Cost	Number Of Workers	Material Cost	Man Power (M*H)
Job: 11	Station(1)	800	80	1600	800	2	25000	160
	Station(2)	800	80	3200	800	4	15	320
	Station(3)	800	80	1600	800	2	20000	160
	Station(4)	800	80	3200	800	4	5000	320
	Station(5)	880	80	3200	800	4	3000	320
	Station(6)	960	20	400	160	2	1000	40
	Station(7)	980	40	800	600	2	10000	80
	Station(8)	1020	1	20	1	2	20	2
	Station(9)	1021	30	1200	90	4	15000	120
	Station(10)	1051	16	1920	80	12	20000	192
	Station(11)	1067	20	2400	80	12	40000	240
	Station(12)	1087	16	1280	80	8	240000	128
	Station(13)	1103	12	1440	48	12	35000	144
	Station(14)	1115	8	800	32	10	150000	80
	Station(15)	1123	1	20	1	2	20	2
	Station(16)	1124	5	200	35	4	50	20
	Station(17)	1129	5	100	40	2	50	10
	Station(18)	1134	4	80	8	2	25	8
	Station(19)	1138	1	20	1	2	20	2

Çizelge 4.17. Her bir iş için istasyon bazlı kayıtlar (Job 12)

Job (x)	Station(x)	Enter Time	Elapsed Time	Worker Cost	Operational Cost	Number Of Workers	Material Cost	Man Power (M*H)
Job: 12	Station(1)	880	80	1600	800	2	25000	160
	Station(2)	880	80	3200	800	4	15	320
	Station(3)	880	80	1600	800	2	20000	160
	Station(4)	880	80	3200	800	4	5000	320
	Station(5)	960	80	3200	800	4	3000	320
	Station(6)	1040	20	400	160	2	1000	40
	Station(7)	1060	40	800	600	2	10000	80
	Station(8)	1100	1	20	1	2	20	2
	Station(9)	1101	30	1200	90	4	15000	120
	Station(10)	1131	16	1920	80	12	20000	192
	Station(11)	1147	20	2400	80	12	40000	240
	Station(12)	1167	16	1280	80	8	240000	128
	Station(13)	1183	12	1440	48	12	35000	144
	Station(14)	1195	8	800	32	10	150000	80
	Station(15)	1203	1	20	1	2	20	2
	Station(16)	1204	5	200	35	4	50	20
	Station(17)	1209	5	100	40	2	50	10
	Station(18)	1214	4	80	8	2	25	8
	Station(19)	1218	1	20	1	2	20	2

Çizelge 4.18. Her bir iş için istasyon bazlı kayıtlar (Job 13)

Job (x)	Station(x)	Enter Time	Elapsed Time	Worker Cost	Operational Cost	Number Of Workers	Material Cost	Man Power (M*H)
Job: 13	Station(1)	960	80	1600	800	2	25000	160
	Station(2)	960	80	3200	800	4	15	320
	Station(3)	960	80	1600	800	2	20000	160
	Station(4)	960	80	3200	800	4	5000	320
	Station(5)	1040	80	3200	800	4	3000	320
	Station(6)	1120	20	400	160	2	1000	40
	Station(7)	1140	40	800	600	2	10000	80
	Station(8)	1180	1	20	1	2	20	2
	Station(9)	1181	30	1200	90	4	15000	120
	Station(10)	1211	16	1920	80	12	20000	192
	Station(11)	1227	20	2400	80	12	40000	240
	Station(12)	1247	16	1280	80	8	240000	128
	Station(13)	1263	12	1440	48	12	35000	144
	Station(14)	1275	8	800	32	10	150000	80
	Station(15)	1283	1	20	1	2	20	2
	Station(16)	1284	5	200	35	4	50	20
	Station(17)	1289	5	100	40	2	50	10
	Station(18)	1294	4	80	8	2	25	8
	Station(19)	1298	1	20	1	2	20	2

Çizelge 4.19. Her bir iş için istasyon bazlı kayıtlar (Job 14)

Job (x)	Station(x)	Enter Time	Elapsed Time	Worker Cost	Operational Cost	Number Of Workers	Material Cost	Man Power (M*H)
Job: 14	Station(1)	1040	80	1600	800	2	25000	160
	Station(2)	1040	80	3200	800	4	15	320
	Station(3)	1040	80	1600	800	2	20000	160
	Station(4)	1040	80	3200	800	4	5000	320
	Station(5)	1120	80	3200	800	4	3000	320
	Station(6)	1200	20	400	160	2	1000	40
	Station(7)	1220	40	800	600	2	10000	80
	Station(8)	1260	1	20	1	2	20	2
	Station(9)	1261	30	1200	90	4	15000	120
	Station(10)	1291	16	1920	80	12	20000	192
	Station(11)	1307	20	2400	80	12	40000	240
	Station(12)	1327	16	1280	80	8	240000	128
	Station(13)	1343	12	1440	48	12	35000	144
	Station(14)	1355	8	800	32	10	150000	80
	Station(15)	1363	1	20	1	2	20	2
	Station(16)	1364	5	200	35	4	50	20
	Station(17)	1369	5	100	40	2	50	10
	Station(18)	1374	4	80	8	2	25	8
	Station(19)	1378	1	20	1	2	20	2

Çizelge 4.20. Her bir iş için istasyon bazlı kayıtlar (Job 15)

Job (x)	Station(x)	Enter Time	Elapsed Time	Worker Cost	Operational Cost	Number Of Workers	Material Cost	Man Power (M*H)
Job: 15	Station(1)	1120	80	1600	800	2	25000	160
	Station(2)	1120	80	3200	800	4	15	320
	Station(3)	1120	80	1600	800	2	20000	160
	Station(4)	1120	80	3200	800	4	5000	320
	Station(5)	1200	80	3200	800	4	3000	320
	Station(6)	1280	20	400	160	2	1000	40
	Station(7)	1300	40	800	600	2	10000	80
	Station(8)	1340	1	20	1	2	20	2
	Station(9)	1341	30	1200	90	4	15000	120
	Station(10)	1371	16	1920	80	12	20000	192
	Station(11)	1387	20	2400	80	12	40000	240
	Station(12)	1407	16	1280	80	8	240000	128
	Station(13)	1423	12	1440	48	12	35000	144
	Station(14)	1435	8	800	32	10	150000	80
	Station(15)	1443	1	20	1	2	20	2
	Station(16)	1444	5	200	35	4	50	20
	Station(17)	1449	5	100	40	2	50	10
	Station(18)	1454	4	80	8	2	25	8
	Station(19)	1458	1	20	1	2	20	2

Çizelge 4.21. Her bir iş için istasyon bazlı kayıtlar (Job 16)

Job (x)	Station(x)	Enter Time	Elapsed Time	Worker Cost	Operational Cost	Number Of Workers	Material Cost	Man Power (M*H)
Job: 16	Station(1)	1200	80	1600	800	2	25000	160
	Station(2)	1200	80	3200	800	4	15	320
	Station(3)	1200	80	1600	800	2	20000	160
	Station(4)	1200	80	3200	800	4	5000	320
	Station(5)	1280	80	3200	800	4	3000	320
	Station(6)	1360	20	400	160	2	1000	40
	Station(7)	1380	40	800	600	2	10000	80
	Station(8)	1420	1	20	1	2	20	2
	Station(9)	1421	30	1200	90	4	15000	120
	Station(10)	1451	16	1920	80	12	20000	192
	Station(11)	1467	20	2400	80	12	40000	240
	Station(12)	1487	16	1280	80	8	240000	128
	Station(13)	1503	12	1440	48	12	35000	144
	Station(14)	1515	8	800	32	10	150000	80
	Station(15)	1523	1	20	1	2	20	2
	Station(16)	1524	5	200	35	4	50	20
	Station(17)	1529	5	100	40	2	50	10
	Station(18)	1534	4	80	8	2	25	8
	Station(19)	1538	1	20	1	2	20	2

Çizelge 4.22. Her bir iş için istasyon bazlı kayıtlar (Job 17, 18, 19, 20)

Job (x)	Station(x)	Enter Time	Elapsed Time	Worker Cost	Operational Cost	Number Of Workers	Material Cost	Man Power (M*H)
Job: 17	Station(20)	579	50	4000	450	8	5000	400
	Station(21)	629	1	20	1	2	80	2
	Station(22)	630	20	1200	240	6	4000	120
	Station(23)	650	40	3200	160	8	3000	320
Job: 18	Station(20)	899	50	4000	450	8	5000	400
	Station(21)	949	1	20	1	2	80	2
	Station(22)	950	20	1200	240	6	4000	120
	Station(23)	970	40	3200	160	8	3000	320
Job: 19	Station(20)	1219	50	4000	450	8	5000	400
	Station(21)	1269	1	20	1	2	80	2
	Station(22)	1270	20	1200	240	6	4000	120
	Station(23)	1290	40	3200	160	8	3000	320
Job: 20	Station(20)	1539	50	4000	450	8	5000	400
	Station(21)	1589	1	20	1	2	80	2
	Station(22)	1590	20	1200	240	6	4000	120
	Station(23)	1610	40	3200	160	8	3000	320

Çizelge 4.23. Tüm işlere ait özet tablo (Toplam maliyet ve toplam harcanan işgücü)

ÖZET GÖSTERGELER	BİRİM
Total Cost (Toplam Maliyet)	9.572.380
Total Man Power (Toplam Adam*Saat)	40.936

- Her bir İstasyon İçin İş Bazlı Kayıtlar (StationLog):

Çizelge 4.24. Her bir istasyon için iş bazlı kayıtlar (Station 1)

Station(x)	Job(x)	Enter Time	Elapsed Time	Worker Cost	Operational Cost	Number Of Workers	Material Cost	Man Power (M*H)
Station: 1	Job(1)	0	80	1600	800	2	25000	160
	Job(2)	80	80	1600	800	2	25000	160
	Job(3)	160	80	1600	800	2	25000	160
	Job(4)	240	80	1600	800	2	25000	160
	Job(5)	320	80	1600	800	2	25000	160
	Job(6)	400	80	1600	800	2	25000	160
	Job(7)	480	80	1600	800	2	25000	160
	Job(8)	560	80	1600	800	2	25000	160
	Job(9)	640	80	1600	800	2	25000	160
	Job(10)	720	80	1600	800	2	25000	160
	Job(11)	800	80	1600	800	2	25000	160
	Job(12)	880	80	1600	800	2	25000	160
	Job(13)	960	80	1600	800	2	25000	160
	Job(14)	1040	80	1600	800	2	25000	160
	Job(15)	1120	80	1600	800	2	25000	160
	Job(16)	1200	80	1600	800	2	25000	160

Çizelge 4.25. Her bir istasyon için iş bazlı kayıtlar (Station 2)

Station(x)	Job(x)	Enter Time	Elapsed Time	Worker Cost	Operational Cost	Number Of Workers	Material Cost	Man Power (M*H)
Station: 2	Job(1)	0	80	3200	800	4	15	320
	Job(2)	80	80	3200	800	4	15	320
	Job(3)	160	80	3200	800	4	15	320
	Job(4)	240	80	3200	800	4	15	320
	Job(5)	320	80	3200	800	4	15	320
	Job(6)	400	80	3200	800	4	15	320
	Job(7)	480	80	3200	800	4	15	320
	Job(8)	560	80	3200	800	4	15	320
	Job(9)	640	80	3200	800	4	15	320
	Job(10)	720	80	3200	800	4	15	320
	Job(11)	800	80	3200	800	4	15	320
	Job(12)	880	80	3200	800	4	15	320
	Job(13)	960	80	3200	800	4	15	320
	Job(14)	1040	80	3200	800	4	15	320
	Job(15)	1120	80	3200	800	4	15	320
	Job(16)	1200	80	3200	800	4	15	320

Çizelge 4.26. Her bir istasyon için iş bazlı kayıtlar (Station 3)

Station(x)	Job(x)	Enter Time	Elapsed Time	Worker Cost	Operational Cost	Number Of Workers	Material Cost	Man Power (M*H)
Station: 3	Job(1)	0	80	1600	800	2	20000	160
	Job(2)	80	80	1600	800	2	20000	160
	Job(3)	160	80	1600	800	2	20000	160
	Job(4)	240	80	1600	800	2	20000	160
	Job(5)	320	80	1600	800	2	20000	160
	Job(6)	400	80	1600	800	2	20000	160
	Job(7)	480	80	1600	800	2	20000	160
	Job(8)	560	80	1600	800	2	20000	160
	Job(9)	640	80	1600	800	2	20000	160
	Job(10)	720	80	1600	800	2	20000	160
	Job(11)	800	80	1600	800	2	20000	160
	Job(12)	880	80	1600	800	2	20000	160
	Job(13)	960	80	1600	800	2	20000	160
	Job(14)	1040	80	1600	800	2	20000	160
	Job(15)	1120	80	1600	800	2	20000	160
	Job(16)	1200	80	1600	800	2	20000	160

Çizelge 4.27. Her bir istasyon için iş bazlı kayıtlar (Station 4)

Station(x)	Job(x)	Enter Time	Elapsed Time	Worker Cost	Operational Cost	Number Of Workers	Material Cost	Man Power (M*H)
Station: 4	Job(1)	0	80	3200	800	4	5000	320
	Job(2)	80	80	3200	800	4	5000	320
	Job(3)	160	80	3200	800	4	5000	320
	Job(4)	240	80	3200	800	4	5000	320
	Job(5)	320	80	3200	800	4	5000	320
	Job(6)	400	80	3200	800	4	5000	320
	Job(7)	480	80	3200	800	4	5000	320
	Job(8)	560	80	3200	800	4	5000	320
	Job(9)	640	80	3200	800	4	5000	320
	Job(10)	720	80	3200	800	4	5000	320
	Job(11)	800	80	3200	800	4	5000	320
	Job(12)	880	80	3200	800	4	5000	320
	Job(13)	960	80	3200	800	4	5000	320
	Job(14)	1040	80	3200	800	4	5000	320
	Job(15)	1120	80	3200	800	4	5000	320
	Job(16)	1200	80	3200	800	4	5000	320

Çizelge 4.28. Her bir istasyon için iş bazlı kayıtlar (Station 5)

Station(x)	Job(x)	Enter Time	Elapsed Time	Worker Cost	Operational Cost	Number Of Workers	Material Cost	Man Power (M*H)
Station: 5	Job(1)	80	80	3200	800	4	3000	320
	Job(2)	160	80	3200	800	4	3000	320
	Job(3)	240	80	3200	800	4	3000	320
	Job(4)	320	80	3200	800	4	3000	320
	Job(5)	400	80	3200	800	4	3000	320
	Job(6)	480	80	3200	800	4	3000	320
	Job(7)	560	80	3200	800	4	3000	320
	Job(8)	640	80	3200	800	4	3000	320
	Job(9)	720	80	3200	800	4	3000	320
	Job(10)	800	80	3200	800	4	3000	320
	Job(11)	880	80	3200	800	4	3000	320
	Job(12)	960	80	3200	800	4	3000	320
	Job(13)	1040	80	3200	800	4	3000	320
	Job(14)	1120	80	3200	800	4	3000	320
	Job(15)	1200	80	3200	800	4	3000	320
	Job(16)	1280	80	3200	800	4	3000	320

Çizelge 4.29. Her bir istasyon için iş bazlı kayıtlar (Station 6)

Station(x)	Job(x)	Enter Time	Elapsed Time	Worker Cost	Operational Cost	Number Of Workers	Material Cost	Man Power (M*H)
Station: 6	Job(1)	160	20	400	160	2	1000	40
	Job(2)	240	20	400	160	2	1000	40
	Job(3)	320	20	400	160	2	1000	40
	Job(4)	400	20	400	160	2	1000	40
	Job(5)	480	20	400	160	2	1000	40
	Job(6)	560	20	400	160	2	1000	40
	Job(7)	640	20	400	160	2	1000	40
	Job(8)	720	20	400	160	2	1000	40
	Job(9)	800	20	400	160	2	1000	40
	Job(10)	880	20	400	160	2	1000	40
	Job(11)	960	20	400	160	2	1000	40
	Job(12)	1040	20	400	160	2	1000	40
	Job(13)	1120	20	400	160	2	1000	40
	Job(14)	1200	20	400	160	2	1000	40
	Job(15)	1280	20	400	160	2	1000	40
	Job(16)	1360	20	400	160	2	1000	40

Çizelge 4.30. Her bir istasyon için iş bazlı kayıtlar (Station 7)

Station(x)	Job(x)	Enter Time	Elapsed Time	Worker Cost	Operational Cost	Number Of Workers	Material Cost	Man Power (M*H)
Station: 7	Job(1)	180	40	800	600	2	10000	80
	Job(2)	260	40	800	600	2	10000	80
	Job(3)	340	40	800	600	2	10000	80
	Job(4)	420	40	800	600	2	10000	80
	Job(5)	500	40	800	600	2	10000	80
	Job(6)	580	40	800	600	2	10000	80
	Job(7)	660	40	800	600	2	10000	80
	Job(8)	740	40	800	600	2	10000	80
	Job(9)	820	40	800	600	2	10000	80
	Job(10)	900	40	800	600	2	10000	80
	Job(11)	980	40	800	600	2	10000	80
	Job(12)	1060	40	800	600	2	10000	80
	Job(13)	1140	40	800	600	2	10000	80
	Job(14)	1220	40	800	600	2	10000	80
	Job(15)	1300	40	800	600	2	10000	80
	Job(16)	1380	40	800	600	2	10000	80

Çizelge 4.31. Her bir İstasyon İçin İş Bazlı Kayıtlar (Station 8)

Station(x)	Job(x)	Enter Time	Elapsed Time	Worker Cost	Operational Cost	Number Of Workers	Material Cost	Man Power (M*H)
Station: 8	Job(1)	220	1	20	1	2	20	2
	Job(2)	300	1	20	1	2	20	2
	Job(3)	380	1	20	1	2	20	2
	Job(4)	460	1	20	1	2	20	2
	Job(5)	540	1	20	1	2	20	2
	Job(6)	620	1	20	1	2	20	2
	Job(7)	700	1	20	1	2	20	2
	Job(8)	780	1	20	1	2	20	2
	Job(9)	860	1	20	1	2	20	2
	Job(10)	940	1	20	1	2	20	2
	Job(11)	1020	1	20	1	2	20	2
	Job(12)	1100	1	20	1	2	20	2
	Job(13)	1180	1	20	1	2	20	2
	Job(14)	1260	1	20	1	2	20	2
	Job(15)	1340	1	20	1	2	20	2
	Job(16)	1420	1	20	1	2	20	2

Çizelge 4.32. Her bir istasyon için iş bazlı kayıtlar (Station 9)

Station(x)	Job(x)	Enter Time	Elapsed Time	Worker Cost	Operational Cost	Number Of Workers	Material Cost	Man Power (M*H)
Station: 9	Job(1)	221	30	1200	90	4	15000	120
	Job(2)	301	30	1200	90	4	15000	120
	Job(3)	381	30	1200	90	4	15000	120
	Job(4)	461	30	1200	90	4	15000	120
	Job(5)	541	30	1200	90	4	15000	120
	Job(6)	621	30	1200	90	4	15000	120
	Job(7)	701	30	1200	90	4	15000	120
	Job(8)	781	30	1200	90	4	15000	120
	Job(9)	861	30	1200	90	4	15000	120
	Job(10)	941	30	1200	90	4	15000	120
	Job(11)	1021	30	1200	90	4	15000	120
	Job(12)	1101	30	1200	90	4	15000	120
	Job(13)	1181	30	1200	90	4	15000	120
	Job(14)	1261	30	1200	90	4	15000	120
	Job(15)	1341	30	1200	90	4	15000	120
	Job(16)	1421	30	1200	90	4	15000	120

Çizelge 4.33. Her bir istasyon için iş bazlı kayıtlar (Station 10)

Station(x)	Job(x)	Enter Time	Elapsed Time	Worker Cost	Operational Cost	Number Of Workers	Material Cost	Man Power (M*H)
Station: 10	Job(1)	251	16	1920	80	12	20000	192
	Job(2)	331	16	1920	80	12	20000	192
	Job(3)	411	16	1920	80	12	20000	192
	Job(4)	491	16	1920	80	12	20000	192
	Job(5)	571	16	1920	80	12	20000	192
	Job(6)	651	16	1920	80	12	20000	192
	Job(7)	731	16	1920	80	12	20000	192
	Job(8)	811	16	1920	80	12	20000	192
	Job(9)	891	16	1920	80	12	20000	192
	Job(10)	971	16	1920	80	12	20000	192
	Job(11)	1051	16	1920	80	12	20000	192
	Job(12)	1131	16	1920	80	12	20000	192
	Job(13)	1211	16	1920	80	12	20000	192
	Job(14)	1291	16	1920	80	12	20000	192
	Job(15)	1371	16	1920	80	12	20000	192
	Job(16)	1451	16	1920	80	12	20000	192

Çizelge 4.34. Her bir istasyon için iş bazlı kayıtlar (Station 11)

Station(x)	Job(x)	Enter Time	Elapsed Time	Worker Cost	Operational Cost	Number Of Workers	Material Cost	Man Power (M*H)
Station: 11	Job(1)	267	20	2400	80	12	40000	240
	Job(2)	347	20	2400	80	12	40000	240
	Job(3)	427	20	2400	80	12	40000	240
	Job(4)	507	20	2400	80	12	40000	240
	Job(5)	587	20	2400	80	12	40000	240
	Job(6)	667	20	2400	80	12	40000	240
	Job(7)	747	20	2400	80	12	40000	240
	Job(8)	827	20	2400	80	12	40000	240
	Job(9)	907	20	2400	80	12	40000	240
	Job(10)	987	20	2400	80	12	40000	240
	Job(11)	1067	20	2400	80	12	40000	240
	Job(12)	1147	20	2400	80	12	40000	240
	Job(13)	1227	20	2400	80	12	40000	240
	Job(14)	1307	20	2400	80	12	40000	240
	Job(15)	1387	20	2400	80	12	40000	240
	Job(16)	1467	20	2400	80	12	40000	240

Çizelge 4.35. Her bir istasyon için iş bazlı kayıtlar (Station 12)

Station(x)	Job(x)	Enter Time	Elapsed Time	Worker Cost	Operational Cost	Number Of Workers	Material Cost	Man Power (M*H)
Station: 12	Job(1)	287	16	1280	80	8	240000	128
	Job(2)	367	16	1280	80	8	240000	128
	Job(3)	447	16	1280	80	8	240000	128
	Job(4)	527	16	1280	80	8	240000	128
	Job(5)	607	16	1280	80	8	240000	128
	Job(6)	687	16	1280	80	8	240000	128
	Job(7)	767	16	1280	80	8	240000	128
	Job(8)	847	16	1280	80	8	240000	128
	Job(9)	927	16	1280	80	8	240000	128
	Job(10)	1007	16	1280	80	8	240000	128
	Job(11)	1087	16	1280	80	8	240000	128
	Job(12)	1167	16	1280	80	8	240000	128
	Job(13)	1247	16	1280	80	8	240000	128
	Job(14)	1327	16	1280	80	8	240000	128
	Job(15)	1407	16	1280	80	8	240000	128
	Job(16)	1487	16	1280	80	8	240000	128

Çizelge 4.36. Her bir istasyon için iş bazlı kayıtlar (Station 13)

Station(x)	Job(x)	Enter Time	Elapsed Time	Worker Cost	Operational Cost	Number Of Workers	Material Cost	Man Power (M*H)
Station: 13	Job(1)	303	12	1440	48	12	35000	144
	Job(2)	383	12	1440	48	12	35000	144
	Job(3)	463	12	1440	48	12	35000	144
	Job(4)	543	12	1440	48	12	35000	144
	Job(5)	623	12	1440	48	12	35000	144
	Job(6)	703	12	1440	48	12	35000	144
	Job(7)	783	12	1440	48	12	35000	144
	Job(8)	863	12	1440	48	12	35000	144
	Job(9)	943	12	1440	48	12	35000	144
	Job(10)	1023	12	1440	48	12	35000	144
	Job(11)	1103	12	1440	48	12	35000	144
	Job(12)	1183	12	1440	48	12	35000	144
	Job(13)	1263	12	1440	48	12	35000	144
	Job(14)	1343	12	1440	48	12	35000	144
	Job(15)	1423	12	1440	48	12	35000	144
	Job(16)	1503	12	1440	48	12	35000	144

Çizelge 4.37. Her bir istasyon için iş bazlı kayıtlar (Station 14)

Station(x)	Job(x)	Enter Time	Elapsed Time	Worker Cost	Operational Cost	Number Of Workers	Material Cost	Man Power (M*H)
Station: 14	Job(1)	315	8	800	32	10	150000	80
	Job(2)	395	8	800	32	10	150000	80
	Job(3)	475	8	800	32	10	150000	80
	Job(4)	555	8	800	32	10	150000	80
	Job(5)	635	8	800	32	10	150000	80
	Job(6)	715	8	800	32	10	150000	80
	Job(7)	795	8	800	32	10	150000	80
	Job(8)	875	8	800	32	10	150000	80
	Job(9)	955	8	800	32	10	150000	80
	Job(10)	1035	8	800	32	10	150000	80
	Job(11)	1115	8	800	32	10	150000	80
	Job(12)	1195	8	800	32	10	150000	80
	Job(13)	1275	8	800	32	10	150000	80
	Job(14)	1355	8	800	32	10	150000	80
	Job(15)	1435	8	800	32	10	150000	80
	Job(16)	1515	8	800	32	10	150000	80

Çizelge 4.38. Her bir istasyon için iş bazlı kayıtlar (Station 15)

Station(x)	Job(x)	Enter Time	Elapsed Time	Worker Cost	Operational Cost	Number Of Workers	Material Cost	Man Power (M*H)
Station: 15	Job(1)	323	1	20	1	2	20	2
	Job(2)	403	1	20	1	2	20	2
	Job(3)	483	1	20	1	2	20	2
	Job(4)	563	1	20	1	2	20	2
	Job(5)	643	1	20	1	2	20	2
	Job(6)	723	1	20	1	2	20	2
	Job(7)	803	1	20	1	2	20	2
	Job(8)	883	1	20	1	2	20	2
	Job(9)	963	1	20	1	2	20	2
	Job(10)	1043	1	20	1	2	20	2
	Job(11)	1123	1	20	1	2	20	2
	Job(12)	1203	1	20	1	2	20	2
	Job(13)	1283	1	20	1	2	20	2
	Job(14)	1363	1	20	1	2	20	2
	Job(15)	1443	1	20	1	2	20	2
	Job(16)	1523	1	20	1	2	20	2

Çizelge 4.39. Her bir İstasyon İçin İş Bazlı Kayıtlar (Station 16)

Station(x)	Job(x)	Enter Time	Elapsed Time	Worker Cost	Operational Cost	Number Of Workers	Material Cost	Man Power (M*H)
Station: 16	Job(1)	324	5	200	35	4	50	20
	Job(2)	404	5	200	35	4	50	20
	Job(3)	484	5	200	35	4	50	20
	Job(4)	564	5	200	35	4	50	20
	Job(5)	644	5	200	35	4	50	20
	Job(6)	724	5	200	35	4	50	20
	Job(7)	804	5	200	35	4	50	20
	Job(8)	884	5	200	35	4	50	20
	Job(9)	964	5	200	35	4	50	20
	Job(10)	1044	5	200	35	4	50	20
	Job(11)	1124	5	200	35	4	50	20
	Job(12)	1204	5	200	35	4	50	20
	Job(13)	1284	5	200	35	4	50	20
	Job(14)	1364	5	200	35	4	50	20
	Job(15)	1444	5	200	35	4	50	20
	Job(16)	1524	5	200	35	4	50	20

Çizelge 4.40. Her bir istasyon için iş bazlı kayıtlar (Station 17)

Station(x)	Job(x)	Enter Time	Elapsed Time	Worker Cost	Operational Cost	Number Of Workers	Material Cost	Man Power (M*H)
Station: 17	Job(1)	329	5	100	40	2	50	10
	Job(2)	409	5	100	40	2	50	10
	Job(3)	489	5	100	40	2	50	10
	Job(4)	569	5	100	40	2	50	10
	Job(5)	649	5	100	40	2	50	10
	Job(6)	729	5	100	40	2	50	10
	Job(7)	809	5	100	40	2	50	10
	Job(8)	889	5	100	40	2	50	10
	Job(9)	969	5	100	40	2	50	10
	Job(10)	1049	5	100	40	2	50	10
	Job(11)	1129	5	100	40	2	50	10
	Job(12)	1209	5	100	40	2	50	10
	Job(13)	1289	5	100	40	2	50	10
	Job(14)	1369	5	100	40	2	50	10
	Job(15)	1449	5	100	40	2	50	10
	Job(16)	1529	5	100	40	2	50	10

Çizelge 4.41. Her bir istasyon için iş bazlı kayıtlar (Station 18)

Station(x)	Job(x)	Enter Time	Elapsed Time	Worker Cost	Operational Cost	Number Of Workers	Material Cost	Man Power (M*H)
Station: 18	Job(1)	334	4	80	8	2	25	8
	Job(2)	414	4	80	8	2	25	8
	Job(3)	494	4	80	8	2	25	8
	Job(4)	574	4	80	8	2	25	8
	Job(5)	654	4	80	8	2	25	8
	Job(6)	734	4	80	8	2	25	8
	Job(7)	814	4	80	8	2	25	8
	Job(8)	894	4	80	8	2	25	8
	Job(9)	974	4	80	8	2	25	8
	Job(10)	1054	4	80	8	2	25	8
	Job(11)	1134	4	80	8	2	25	8
	Job(12)	1214	4	80	8	2	25	8
	Job(13)	1294	4	80	8	2	25	8
	Job(14)	1374	4	80	8	2	25	8
	Job(15)	1454	4	80	8	2	25	8
	Job(16)	1534	4	80	8	2	25	8

Çizelge 4.42. Her bir istasyon için iş bazlı kayıtlar (Station 19)

Station(x)	Job(x)	Enter Time	Elapsed Time	Worker Cost	Operational Cost	Number Of Workers	Material Cost	Man Power (M*H)
Station: 19	Job(1)	338	1	20	1	2	20	2
	Job(2)	418	1	20	1	2	20	2
	Job(3)	498	1	20	1	2	20	2
	Job(4)	578	1	20	1	2	20	2
	Job(5)	658	1	20	1	2	20	2
	Job(6)	738	1	20	1	2	20	2
	Job(7)	818	1	20	1	2	20	2
	Job(8)	898	1	20	1	2	20	2
	Job(9)	978	1	20	1	2	20	2
	Job(10)	1058	1	20	1	2	20	2
	Job(11)	1138	1	20	1	2	20	2
	Job(12)	1218	1	20	1	2	20	2
	Job(13)	1298	1	20	1	2	20	2
	Job(14)	1378	1	20	1	2	20	2
	Job(15)	1458	1	20	1	2	20	2
	Job(16)	1538	1	20	1	2	20	2

Çizelge 4.43. Her bir istasyon için iş bazlı kayıtlar (Station 20, 21, 22, 23)

Station(x)	Job(x)	Enter Time	Elapsed Time	Worker Cost	Operational Cost	Number Of Workers	Material Cost	Man Power (M*H)
Station: 20	Job(17)	579	50	4000	450	8	5000	400
	Job(18)	899	50	4000	450	8	5000	400
	Job(19)	1219	50	4000	450	8	5000	400
	Job(20)	1539	50	4000	450	8	5000	400
Station: 21	Job(17)	629	1	20	1	2	80	2
	Job(18)	949	1	20	1	2	80	2
	Job(19)	1269	1	20	1	2	80	2
	Job(20)	1589	1	20	1	2	80	2
Station: 22	Job(17)	630	20	1200	240	6	4000	120
	Job(18)	950	20	1200	240	6	4000	120
	Job(19)	1270	20	1200	240	6	4000	120
	Job(20)	1590	20	1200	240	6	4000	120
Station: 23	Job(17)	650	40	3200	160	8	3000	320
	Job(18)	970	40	3200	160	8	3000	320
	Job(19)	1290	40	3200	160	8	3000	320
	Job(20)	1610	40	3200	160	8	3000	320

Çizelge 4.44. Tüm işlere ait özet tablo (Toplam maliyet ve toplam harcanan işgücü)

ÖZET GÖSTERGELER	BİRİM
Total Cost (Toplam Maliyet)	9.572.380
Total Man Power (Toplam Adam*Saat)	40.936

- Zaman Bazlı Herbir İşin Durumunu Gösteren Kayıtlar (TimeLog):

Tüm işlere ait durum tablosu zaman bazlı olarak yazılım tarafndan oluşturulmaktadır.

At Start

Job(1) CREATED

Job(2) CREATED

Job(3) CREATED

Job(4) CREATED

Job(5) CREATED

Job(6) CREATED

Job(7) CREATED

Job(8) CREATED

Job(9) CREATED

Job(10) CREATED

Job(11) CREATED

Job(12) CREATED

Job(13) CREATED

Job(14) CREATED

Job(15) CREATED

Job(16) CREATED

End Of 1

Job(1) PROGRESS

Deparment:2 Station:1

Deparment:3 Station:2

Deparment:4 Station:3

Deparment:5 Station:4

Job(2) READY

Job(3) READY

Job(4) READY

Job(5) READY

Job(6) READY

Job(7) READY

Job(8) READY

Job(9) READY

Job(10) READY

Job(11) READY

Job(12) READY

Job(13) READY

Job(14) READY

Job(15) READY

Job(16) READY

End Of 2

Job(1) PROGRESS

Deparment:2 Station:1

Deparment:3 Station:2

Deparment:4 Station:3

Deparment:5 Station:4

Job(2) READY

Job(3) READY

Job(4) READY

Job(5) READY

Job(6) READY

Job(7) READY

Job(8) READY

Job(9) READY

Job(10) READY

Job(11) READY

Job(12) READY

Job(13) READY

Job(14) READY

Job(15) READY

Job(16) READY

End Of 3

Job(1) PROGRESS

Deparment:2 Station:1

Deparment:3 Station:2

Deparment:4 Station:3

Deparment:5 Station:4

Job(2) READY

Job(3) READY

Job(4) READY

Job(5) READY

Job(6) READY

Job(7) READY

Job(8) READY

Job(9) READY

Job(10) READY

Job(11) READY

Job(12) READY

Job(13) READY

Job(14) READY

Job(15) READY

Job(16) READY

End Of 4

Job(1) PROGRESS

Deparment:2 Station:1

Deparment:3 Station:2

Deparment:4 Station:3

Deparment:5 Station:4

Job(2) READY

Job(3) READY

Job(4) READY

Job(5) READY

Job(6) READY

Job(7) READY

Job(8) READY

Job(9) READY

Job(10) READY

Job(11) READY

Job(12) READY

Job(13) READY

Job(14) READY

Job(15) READY

Job(16) READY

End Of 1649

Job(1) COMPLETE

Job(2) COMPLETE

Job(3) COMPLETE

Job(4) COMPLETE

Job(5) COMPLETE

Job(6) COMPLETE

Job(7) COMPLETE

Job(8) COMPLETE

Job(9) COMPLETE

Job(10) COMPLETE

Job(11) COMPLETE

Job(12) COMPLETE

Job(13) COMPLETE

Job(14) COMPLETE

Job(15) COMPLETE

Job(16) COMPLETE

Job(17) COMPLETE

Job(18) COMPLETE

Job(19) COMPLETE

Job(20) PROGRESS

Deparment:15 Station:23

End Of 1650

Job(1) COMPLETE

Job(2) COMPLETE

Job(3) COMPLETE

Job(4) COMPLETE

Job(5) COMPLETE

Job(6) COMPLETE

Job(7) COMPLETE

Job(8) COMPLETE

Job(9) COMPLETE

Job(10) COMPLETE

Job(11) COMPLETE

Job(12) COMPLETE

Job(13) COMPLETE

Job(14) COMPLETE

Job(15) COMPLETE

Job(16) COMPLETE

Job(17) COMPLETE

Job(18) COMPLETE

Job(19) COMPLETE

Job(20) COMPLETE

- Herbir İşin İçin Bekleme Zamanını ve Maliyetini Gösteren Kayıtlar (TimeLog):

Her iş için bekleme süreleri ve maliyetleri yazılım tarafından Çizelge 4.45'de gösterildiği şekilde oluşturulmaktadır.

Çizelge 4.45. Her bir iş için bekleme süreleri ve maliyetleri

Job(X)	**Wait Cost Per Job**	**Wait Time**
Job(1)	300	3
Job(2)	8.300	83
Job(3)	16.300	163
Job(4)	24.300	243
Job(5)	32.300	323
Job(6)	40.300	403
Job(7)	48.300	483
Job(8)	56.300	563
Job(9)	64.300	643
Job(10)	72.300	723
Job(11)	80.300	803
Job(12)	88.300	883
Job(13)	96.300	963
Job(14)	104.300	1043
Job(15)	112.300	1123
Job(16)	120.300	1203
Job(17)	24.000	240
Job(18)	24.000	240
Job(19)	24.000	240
Job(20)	24.000	240
Total Cost	**1.060.800**	**10608**

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez kapsamında öncelikle dünyada ve Türkiye'de olan raylı sistem endüstrisi analiz edilerek pazar ihtiyaçları belirlenmeye çalışılmıştır. Raylı sistemler endüstrisinde dünyada en yüksek ihracatı gerçekleştiren ilk 20 ülkenin 2016, 2017 ve 2018 yıllarına ait ihracat rakamları çıkartılarak detaylı pazar analizleri yapılmıştır. Son yıllarda raylı sistemler sektöründe atılım içerisinde bulunan Türkiye'deki raylı sistemler endüstrisinin mevcut durumundan bahsedilmeye çalışılmıştır.

Raylı sistem araçlarının teknolojik yapılarının daha iyi anlaşılabilmesi için, araçlarda genel olarak bulunan kritik sistemler ve ekipmanlar ile ilgili bilgiler verilmeye çalışılmıştır. Ayrıca, raylı sistem araç teknolojilerinde geleceğe yönelik ihtiyaçlarının neler olabileceğinden de bahsedilmiştir.
Raylı sistem araçlarının tasarımından başlayarak, tedarik, üretim, devreye alma, test ve garanti süreci tamamlanana kadar geçen süreçler aktarılmaya çalışılmıştır.

Dünyada raylı sistemler sektöründeki büyüme stratejileri aktarılmış ve Türkiye'nin gelecekte ne tür politikalar uygulayıp tedbirler alması gerektiği hakkında bilgiler sunulmuştur.

Raylı sistemler endüstrisinde, teknolojik olarak ülkelere en önemli girdiyi sağlayacak unsur raylı sistem araçlarıdır. Raylı sistem araçlarının yerli imkanlar ile üretilmesi hatta milli imkanlar kullanılarak tasarlanması, ülkenin teknolojik düzeyinin artmasına sebep olmaktadır. Raylı sistem araçlarında kullanılan bazı stratejik sistemler, sanayinin diğer kollarına rahatlıkla uyarlanarak kullanılabilmektedir.

Raylı sistem araçlarının tasarlanması süreci ne kadar zahmetliyse, tasarlanan araçların seri olarak üretilmesi de aynı şekilde zorluklar ve zahmetler içermektedir. Raylı sistem araçlarında gövde üzerinde vidasından somununa kadar on binlerce parça bulunmaktadır. Ayrıca, herbir raylı sistem aracında

onlarca ana alt sistem (Cer, Fren, Araç Kontrol Bilgisayarları, Haberleşme sistemleri, Yardımcı Güç, Batarya, Kapı, Klima, Kamera, Bilgilendirme vb.), sistemlere ait yüzlerce ekipman, her bir araçta yaklaşık onlarca kilometre kablo, yaklaşık binlerce kablo bağlantı ucu, yüzlerce metrelik pnömatik ve hidrolik borulama tesisatı bulunmaktadır.

Bu şekilde çok sayıda parçadan oluşan bir ürünün üretilmesi için karar verme süreçlerinin çok dikkatli alınması ve kurulacak tesisin altyapısının pazardaki ihtiyaçlara göre inşa edilmesi, sürdürülebilirlik açısından büyük önem arz etmektedir.

Tez kapsamında, raylı sistem araçlarının seri üretiminde kurulacak tesis altyapısının doğru bir şekilde belirlenmesi amacıyla bir yazılım geliştirilmiştir. Bu yazılımın amacı, birçok prosesin gerçekleştirildiği araç üretiminde kurulacak tesis altyapısının araç üretim zamanı ve tesis yatırım maliyeti yönünden optimum çözümünün bulunmasına destek olmaktır.

Tez kapsamında 4'lü araçtan oluşan bir metro setinin üretimi baz alınmıştır. Maliyet ve süreler için yaklaşımda bulunulmuştur. Üretilecek aracın konfigürasyonu, toplam üretilecek araç adedi, kurulacak tesisin konfigürasyonu, tesiste yer alan tüm istasyon maliyetleri, herbir istasyon için işletme birim maliyetleri, herbir istasyon için amortisman maliyetleri, herbir istasyonda araç üretiminde kullanılacak malzeme maliyetleri, herbir istasyon için belirlenen toplam çalışan sayıları, herbir istasyonda harcanan işgücü süreleri ve işgücü maliyetleri parametrik değerler olup, hazırlanan yazılım kapsamında değiştirilebilme özelliğine sahiptir.

Örnek vermek gerekirse, tesis altyapısında değişiklikler içeren ve tez kapsamında yer alan Çizelge 4.3'de verilen "Entegre Tesis_5" üretim senaryosu ile (Çizelge 5.1) ve (Çizelge 5.2) kapsamında yer alan "Entegre Tesis_8" üretim senaryosu kıyaslandığında Çizelge 5.3'de gösterilen sonuçlara ulaşılmaktadır.

Çizelge 5.1. Örnek üretim senaryosu (Entegre Tesis_8)

TESİS	ATÖLYELER	ALT DEPARTMAN	PROSESLERİN ADI	İSTASYON NO	İSTASYON ADI	İSTASYON TİPİ T(Transport), I(Integrative), N(NonIntegrative)	ÇALIŞAN SAYISI	ÇALIŞMA SÜRELERİ (Saat)	ÇALIŞAN BİRİM MALİYETİ (Euro/Saat)	AMORTİSMAN MALİYETİ (Euro)	İŞLETME BİRİM MALİYETİ (Euro/Saat)	MALZEME MALİYETİ (Euro)	YATIRIM MALİYETİ (Euro)
ÜRETİM ENTEGRE TESİSİ_8	GÖVDE ALT KOMPONENT ÜRETİM ATÖLYESİ	GÖVDE ALT ŞASİ ÜRETİM ATÖLYESİ	GÖVDE ALT ŞASİ ÜRETİM PROSESİ	1	Gövde Alt Şasi İstasyonu - 1	N	2	80	10	0	10	25000	250000
				2	Gövde Alt Şasi İstasyonu - 2	N	2	80	10	0	10	25000	250000
		GÖVDE YAN DUVAR ÜRETİM ATÖLYESİ	GÖVDE YAN DUVAR ÜRETİM PROSESİ	3	Gövde Yan Duvar İstasyonu - 1.1	N	4	80	10	0	10	15000	150000
				4	Gövde Yan Duvar İstasyonu - 1.2	N	4	80	10	0	10	15000	150000
				5	Gövde Yan Duvar İstasyonu - 2.1	N	4	80	10	0	10	15000	150000
				6	Gövde Yan Duvar İstasyonu - 2.2	N	4	80	10	0	10	15000	150000
		GÖVDE ÇATI ÜRETİM ATÖLYESİ	GÖVDE ÇATI ÜRETİM PROSESİ	7	Gövde Çatı İstasyonu - 1	N	2	80	10	0	10	20000	200000
				8	Gövde Çatı İstasyonu - 2	N	2	80	10	0	10	20000	200000
		GÖVDE UÇ DUVAR VE KABİN ÜRETİM ATÖLYESİ	GÖVDE UÇ DUVAR VE KABİN ÜRETİM PROSESİ	9	Gövde Uç Duvar ve Kabin İstasyonu - 1	N	4	80	10	0	10	5000	50000
				10	Gövde Uç Duvar ve Kabin İstasyonu - 2	N	4	80	10	0	10	5000	50000
	GÖVDE ÜRETİM ATÖLYESİ	GÖVDE EVLENDİRME, KUMLAMA VE BOYAMA ATÖLYESİ	GÖVDE EVLENDİRME, KUMLAMA VE BOYAMA PROSESİ	11	Gövde Evlendirme - 1	N	4	80	10	0	10	3000	30000
				12	Gövde Kumlama - 1	N	2	20	10	0	8	1000	10000
				13	Gövde Boyama - 1	N	2	40	10	0	15	10000	100000
				14	Gövde Evlendirme - 2	N	4	80	10	0	10	3000	30000
				15	Gövde Kumlama - 2	N	2	20	10	0	8	1000	10000
				16	Gövde Boyama - 2	N	2	40	10	0	15	10000	100000
		NAKLİYE	NAKİL PROSESİ	17	Nakil - 1	T	2	1	10	0	1	20	200
				18	Nakil - 2	T	2	1	10	0	1	20	200
				19	Nakil - 3	T	2	1	10	0	1	20	200
				20	Nakil - 4	T	2	1	10	0	1	20	200
				21	Nakil - 5	T	2	1	10	0	1	20	200
				22	Nakil - 6	T	2	1	10	0	1	20	200
				23	Nakil - 7	T	2	1	10	0	1	20	200

Çizelge 5.2. Örnek üretim senaryosu (Entegre Tesis_8 devamı)

TESİS	ATÖLYELER	ALT DEPARTMAN	PROSESLERİN ADI	İSTASYON NO	İSTASYON ADI	İSTASYON TİPİ T(Transport), I(Integrative), N(NonIntegrative)	ÇALIŞAN SAYISI	ÇALIŞMA SÜRELERİ (Saat)	ÇALIŞAN BİRİM MALİYETİ (Euro/Saat)	AMORTİSMAN MALİYETİ (Euro)	İŞLETME BİRİM MALİYETİ (Euro/Saat)	MALZEME MALİYETİ (Euro)	YATIRIM MALİYETİ (Euro)
ÜRETİM ENTEGRE TESİSİ_8	ANA ÜRETİM ATÖLYELERİ	GÖVDE SON MONTAJ ATÖLYESİ	GÖVDE SON MONTAJ PROSESİ	24	Son Montaj İstasyonu - 1.1	N	4	30	10	0	3	15000	1000
				25	Son Montaj İstasyonu - 1.2	N	12	16	10	0	5	20000	2000
				26	Son Montaj İstasyonu - 1.3	N	12	20	10	0	4	40000	4000
				27	Son Montaj İstasyonu - 1.4	N	8	16	10	0	5	240000	24000
				28	Son Montaj İstasyonu - 1.5	N	12	12	10	0	4	35000	3500
				29	Son Montaj İstasyonu - 1.6	N	10	8	10	0	4	150000	15000
				30	Son Montaj İstasyonu - 2.1	N	4	30	10	0	3	15000	1000
				31	Son Montaj İstasyonu - 2.2	N	12	16	10	0	5	20000	2000
				32	Son Montaj İstasyonu - 2.3	N	12	20	10	0	4	40000	4000
				33	Son Montaj İstasyonu - 2.4	N	8	16	10	0	5	240000	24000
				34	Son Montaj İstasyonu - 2.5	N	12	12	10	0	4	35000	3500
				35	Son Montaj İstasyonu - 2.6	N	10	8	10	0	4	150000	15000
		NAKLİYE	NAKİL PROSESİ	36	Gövde Son Montajından Kablolama ve Kalite Kontrol Atölyesine Nakil	T	2	1	10	0	1	20	200
		KABLOLAMA VE KALİTE KONTROL ATÖLYESİ	KABLOLAMA VE KALİTE KONTROL PROSESLERİ	37	Kablolama Kontrol İstasyonu	N	4	5	10	0	7	50	500
				38	Su Sızdırmazlık Kontrol İstasyonu	N	2	5	10	0	8	50	500
				39	Ağırlık ve Gabari Kontrol İstasyonu	N	2	4	10	0	2	25	250
		NAKLİYE	NAKİL PROSESİ	40	Kablolama ve Kalite Kontrol Atölyesinden Tren Seti Devreye Alma ve Test Atölyesine Araç Nakil	T	2	1	10	0	1	20	200
		TREN SETİ DEVREYE ALMA VE TEST ATÖLYESİ	TREN SETİ DEVREYE ALMA VE TEST PROSESLERİ	41	Tren Seti Devreye Alma ve Test İstasyonu	I	8	50	10	0	9	5000	50000
		NAKLİYE	NAKİL PROSESİ	42	Tren Seti Devreye Alma ve Test Atölyesinden, Dinamik Test Yoluna Dizi Nakil	T	2	1	10	0	1	80	800
	YARDIMCI ALANLAR	DİNAMİK TEST ATÖLYESİ	DİNAMİK TEST PROSESLERİ	43	Tren Seti Dinamik Test İstasyonu - 1	N	6	20	10	0	12	4000	40000
		DİNAMİK TEST ATÖLYESİ	DİNAMİK TEST PROSESLERİ	44	Tren Seti Dinamik Test İstasyonu - 2	N	6	20	10	0	12	4000	40000
		NAKLİYE	TREN NAKİL VE SEVK PROSESLERİ	45	Tren Seti Nakil İstasyonu	T	8	40	10	0	4	3000	30000

Çizelge 5.3. Üretim tesislerinin kıyaslanma tablosu

GÖSTERGELER	SENARYOLAR	
	Üretim Senaryosu (Entegre Tesis_5)	**Üretim Senaryosu (Entegre Tesis_8)**
Üretilecek Araç Sayısı	120	120
Üretilecek Araç Tipi	4 araçtan oluşan Metro Seti	4 araçtan oluşan Metro Seti
Üretilecek Araç Seti	30	30
Tesisteki Toplam İstasyon Sayısı (Adet)	23	45
Toplam Tesis Kurulum Maliyeti (Euro)	962.150	2.142.850
Tesisteki Toplam Çalışan Sayısı (Kişi)	116	220
Toplam Harcanan İşgücü (Adam*Saat)	307.020	345.420
Toplam Üretim Maliyeti (Euro)	71.792.850	72.274.650
Toplam Üretim Zamanı (Saat)	9.970	5.255
Toplam Üretimde Bekleme Zamanı (Saat)	7.560	3.210
Toplam Projede Bekleme Zamanı (Saat)	578.760	286.410

Sonuç olarak tez kapsamında hazırlanan yazılım, farklı üretim senaryolarına uygun adapte edilebilmekte, üretim ve maliyet değerleri parametrik olarak değiştirilebilmekte ve farklı tesis altyapılarına uygun olarak tesis yatırım kararlarının alınabilmesi için bir yol göstermektedir. Örnek vermek gerekirse; Çizelge 5.3'deki tablo dikkate alındığında, aynı hacimdeki ve aynı tipteki bir araç üretimi için toplam üretim maliyetleri (Malzeme maliyeti, İşçilik maliyeti, Operasyon maliyeti) yaklaşık çıkmakla beraber, tesis altyapısının geliştirilmesiyle projedeki gecikmeler azaltılmış, üretim zamanları ciddi oranda kısaltılmış ancak bununla beraber toplam çalışan sayısı, harcanan işgücü miktarı ve tesisi kurulum maliyeti artmıştır. Bu durumda, sürdürülebilirliğinde sağlanması için üreticinin yatırım kararlarını önceliklendirmesi önemlidir. Hazırlanan yazılım farklı üretim tesislerinde bu tür analizler için gayet uygundur.

KAYNAKLAR

Altay, T., 2014. Türkiye Raylı Sistem Taşıt Araçları İmalat Sanayisi, Byy.

Aselsan, UGES-TR-CMS/T001., 2017. Kentsel Raylı Ulaşım Sinyalizasyon Sistemleri, Erişim Tarihi: 31.05.2020. https://www.aselsan.com.tr/ TRCMS Tren Kontrol ve Yonetim Sistemi 7227. pdf

Aselsan, UGES-KRUSS/T001., 2017. Tren Kontrol ve Yönetim Sistemi, Erişim Tarihi : 31.05.2020. https:// www.aselsan.com.tr/ Kentsel Rayli Ulasim Sinyalizasyon Sistemleri 4342.pdf

Birol, F., 2019. The Future of Rail Opportunities for Energy and the Environment, International Energy Agency (IEA), 20-46, France.

CRRC, Wikipedia, 2020. Erişim Tarihi : 31.05.2020. https:// en.wikipedia.org /wiki/CRRC,

Çelebioğlu, M.Ş., Turan, T., Tunçbilek, V., 2013. Yolcu Giriş Kapılarının TSI Gerekliliklerine Göre Tasarımı, 2. Uluslararası Raylı Sistemler Mühendisliği Sempozyumu (ISERSE'13), Karabük, Türkiye.

Hein, A.P., Otto, A., 2016. Huge Value Pool Shifts Ahead-How Rolling Stock Manufacturers Can Lay Track for Profitable Growth, McKinsey&Company, 12-13, Dusseldorf, Munich, Germany.

Kobu, B., 1999. Üretim Yönetimi, İ.Ü. İşletme Fakültesi İşletme İktisadı Enstitüsü Araştırma ve Yardım Vakfı Yayın No:4, X. Baskı, İstanbul.

Nippon Sharyo, 2020. Erişim Tarihi: 08.01.2020. https: // www. n-sharyo. co. jp/ company/index e.html, https://www.n-sharyo.co.jp/business/tetsudoe/ maiking.htm

Pektaş, İ., 2019. Raylı Ulaşım Sistemleri Sektör Analizi, Anadolu Raylı Ulaşım Sistemleri Kümelenmesi (ARUS), 12, Ankara.

Rail Market Intelligence, IRJ Pro. 2019. Fleet Monitor, Project Monitor, Global Rail Tenders. Erişim Tarihi : 30.12.2019. https://irjpro.com/

Tiftikçi, M., 2013. E1000 Tip Elektrikli Lokomotif Geliştirilmesi Projesi İçin Tren Kontrol ve İzleme Sistemi Tasarımı, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, (Ocak 2013), 15-17.

Trade Statistics for International Business Development, Trademap., 2019. Trade Indicators. ErişimTarihi: 30.12.2019. https://www.trademap.org/

Türkiye Cumhuriyeti Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı., 2019. 2019-2023 Stratejik Plan, T.C. Devlet Demiryolları İşletmesi Genel Müdürlüğü, Ankara.

Türkiye Cumhuriyeti Kalkınma Bakanlığı., 2018. On Birinci Kalkınma Planı 2019-2023 Raylı Sistem Araçlarında Yerli Üretim Çalışma Grubu Raporu, Ankara.

Vuchic, R. V., 2015. Kent İçi Toplu Ulaşım ve Yaşanabilir Şehirler, İstanbul Ulaşım A.Ş, İstanbul.

EKLER

EK A. Araç Üretimi İçin Modellenen Yazılım Kodları (16 Araç)

```
private static int setUpProductionLine_5() throws Repository Exception
{
  ProductionLine p;
  Factory f;
  Department d;
  Station s;
  int departmentId;
  int subDepartmentId;
  Station nextStation;

  p = new ProductionLine("Entegre Tesis_5");
  m_productionLine = p.getId();

 f = new Factory ("Gövde Alt Komponent Üretim Atölyeleri");
 p.placeFactory (f.getId());

 f.placeNonIntegrativeDepartment ("Gövde Alt Komponent Üretim
 Atölyesi");
 departmentId = f.getLastInsertedDepartmentId();
 d = Repository.getDepartment(departmentId);

        subDepartmentId = new NonIntegrativeSubDepartment
        (departmentId, "Gövde Alt Şasi").getId();

        Repository.getDepartment(subDepartmentId).placeStation
        (2, 80, 10, 0, 10, 25000, 250000);

        subDepartmentId = new NonIntegrative SubDepartment
        (departmentId, "Gövde Yan Duvar").getId();

        Repository.getDepartment(subDepartmentId).placeStation
        (4, 80, 10, 0, 10, 15, 150000);

        subDepartmentId = new NonIntegrativeSubDepartment
        (departmentId, "Gövde Çatı").getId();

        Repository.getDepartment(subDepartmentId). placeStation
        (2, 80, 10, 0, 10, 20000, 200000);

        subDepartmentId = new NonIntegrativeSubDepartment
        (departmentId, "Gövde U Duvar").getId();

        Repository.getDepartment(subDepartmentId). placeStation
        (4, 80, 10, 0, 10, 5000, 50000);

 f = new Factory("Gövde Üretim Atölyesi");
 p.placeFactory(f.getId());
```

```
            f.placeNonIntegrativeDepartment ("Gövde Evlendirme, Kumlama,
            Boyama Atölyesi");
            departmentId = f.getLastInsertedDepartmentId();
            d = Repository.getDepartment(departmentId);
            d.placeStation (4, 80, 10, 0, 10, 3000, 30000);
            s = Repository.getStation(d.getLastInsertedStationId());
            nextStation = new Station
            (departmentId, 2, 20, 10, 0, 8, 1000, 10000);
            s.setNextStationId(nextStation.getId());
            s = nextStation;
            nextStation = new Station
            (departmentId, 2, 40, 10, 0, 15, 10000, 100000);
            s.setNextStationId(nextStation.getId());

            f.placeTransportDepartment ("Gövde Üretiminden Gövde Son
            Montaj Atölyesine Nakil");
            departmentId = f.getLastInsertedDepartmentId();
            d = Repository.getDepartment(departmentId);
            for (int i = 0; i < 1; i++)
            d.placeStation(2, 1, 10, 0, 1, 20, 200);

f = new Factory("Ana Üretim Atölyeleri");
p.placeFactory(f.getId());

            f.placeNonIntegrativeDepartment ("Gövde Son Montaj Atölyesi");
            departmentId = f.getLastInsertedDepartmentId();
            d = Repository.getDepartment(departmentId);
            d.placeStation(4, 30, 10, 0, 3, 15000, 1000);
            s = Repository.getStation(d.getLastInsertedStationId());
            nextStation = new Station
            (departmentId, 12, 16, 10, 0, 5, 20000, 2000);
            s.setNextStationId(nextStation.getId());
            s = nextStation;
            nextStation = new Station
            (departmentId, 12, 20, 10, 0, 4, 40000, 4000);
            s.setNextStationId(nextStation.getId());
            s = nextStation;
            nextStation = new Station
            (departmentId, 8, 16, 10, 0, 5, 240000, 24000);
            s.setNextStationId(nextStation.getId());
            s = nextStation;
            nextStation = new Station
            (departmentId, 12, 12, 10, 0, 4, 35000, 3500);
            s.setNextStationId(nextStation.getId());
            s = nextStation;
            nextStation = new Station
            (departmentId, 10, 8, 10, 0, 4, 150000, 15000);
            s.setNextStationId(nextStation.getId());
```

```
f.placeTransportDepartment ("Gövde Son Montajından Kablolama
ve Kalite Kontrol Atölyesine Nakil");
departmentId = f.getLastInsertedDepartmentId();
d = Repository.getDepartment(departmentId);
for (int i = 0; i < 1; i++)
d.placeStation(2, 1, 10, 0, 1, 20, 200);

f.placeNonIntegrativeDepartment ("Kablolama ve Kalite Kontrol
Atölyesi");
departmentId = f.getLastInsertedDepartmentId();
d = Repository.getDepartment(departmentId);
d.placeStation (4, 5, 10, 0, 7, 50, 500);
s = Repository.getStation(d.getLastInsertedStationId());
nextStation = new Station
(departmentId, 2, 5, 10, 0, 8, 50, 500);
s.setNextStationId(nextStation.getId());
s = nextStation;
nextStation = new Station
(departmentId, 2, 4, 10, 0, 2, 25, 250);
s.setNextStationId(nextStation.getId());

f.placeTransportDepartment ("Kablolama ve Kalite Kontrol
Atölyesinden Tren Seti Devreye Alma ve Test Atölyesine Araç
Nakil");
departmentId = f.getLastInsertedDepartmentId();
d = Repository.getDepartment(departmentId);
for (int i = 0; i < 1; i++)
d.placeStation(2, 1, 10, 0, 1, 20, 200);

f.placeIntegrativeDepartment ("Tren Seti Devreye Alma ve Test
Atölyesi", 4);
departmentId = f.getLastInsertedDepartmentId();
d = Repository.getDepartment(departmentId);
d.placeStation(8, 50, 10, 0, 9, 5000, 50000);

f.placeTransportDepartment("Tren Seti Devreye Alma ve Test
Atölyesinden, Dinamik Test Yoluna  Dizi Nakil");
departmentId = f.getLastInsertedDepartmentId();
d = Repository.getDepartment(departmentId);
for (int i = 0; i < 1; i++)
d.placeStation(2, 1, 10, 0, 1, 80, 800);

f = new Factory ("Yardimci Alanlar");
p.placeFactory(f.getId());

f.placeNonIntegrativeDepartment("Tren Seti Dinamik Testleri");
departmentId = f.getLastInsertedDepartmentId();
d = Repository.getDepartment(departmentId);
d.placeStation(6, 20, 10, 0, 12, 4000, 40000);
```

```
                f.placeTransportDepartment("Dinamik Test Yolundan Yükleme ve
                Sevk Alanına  Araç Nakil");
                departmentId = f.getLastInsertedDepartmentId();
                d = Repository.getDepartment(departmentId);
                for (int i = 0; i < 1; i++)
                d.placeStation(8, 40, 10, 0, 4, 3000, 30000);

    return m_productionLine;
}
```

ÖZGEÇMİŞ



Adı Soyadı : Hüsnü Levent PANDÜL

Doğum Yeri ve Yılı : İstanbul, 25/03/1976

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta : hlevent.pandul@istanbulticaret.edu.tr

Eğitim Durumu

Lise : Üsküdar Fen Lisesi- 1993

Lisans : İstanbul Teknik Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Fakültesi, Elektrik Mühendisliği Bölümü - 1999

Yüksek Lisans : İstanbul Bilgi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Yüksek Lisansı- 2002

Yüksek Lisans : İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yönetimi Anabilim Dalı - 2020

Mesleki Deneyim

İstanbul Ulaşım A.Ş.,
Atölye Mühendisi 1999 – 2005

Hyundai-Eurotem A.Ş.,
Fabrika Test Müdür Yardımcısı 2007 – 2011

Metro İstanbul A.Ş.,
ArGe Elektrik-Elektronik Sistemler Şefi
İstanbul Tramvay Araçları Proje Koordinatörü
Sanayi İş birliği Programı Proje Yöneticisi 2011 – 2018

BMC Otomotiv Sanayi ve Ticaret A.Ş.,
Elektrik Sistemler ve Teknik Şartname Proje Müdürü 2018 – 2020

APCO ALTINOK Mühendislik ve Müşavirlik Şirketi,
Araç Devreye Alma ve Test Proje Müdür Yardımcısı 2020 – … (devam ediyor)

Yayınları

Pandül, H.L., Toprak, T., 2020. Metro Aracı Gövde Son Montaj Tesisinin Kurulumu ve Yatırımın Finansal Değerlendirilmesi. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, Basımda.