



İSTANBUL TİCARET ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ DERGİSİ

Istanbul Commerce University Journal of Science

<http://dergipark.gov.tr/ticaretfbd>



Araştırma Makalesi / Research Article

METRO ARACI GÖVDE SON MONTAJ TESİSİNİN KURULUMU VE YATIRIMIN FİNANSAL DEĞERLENDİRİLMESİ*

ROLLING STOCK FINAL ASSEMBLY FACILITY INSTALLATION AND FINANCIAL
EVALUATION OF THE INVESTMENT

Hüsnü Levent PANDÜL¹

Tuncer TOPRAK²

Sorumlu Yazar / Corresponding Author
hlevent.pandul@istanbulticaret.edu.tr

Geliş Tarihi / Received
10.04.2020

Kabul Tarihi / Accepted
02.06.2020

Öz

Bu çalışmada, raylı sistemlerde araç ihtiyacının karşılanması için, Türkiye’de gerçekleştirilebilecek yatırım modelleri analiz edilmiştir. Yatırım modellerinde, dört araçtan oluşan bir metro dizisinin “Gövde Son Montajı”ndan başlayarak müşteri tarafından geçici kabul tamamlanıncaya kadar olan süreçler dikkate alınmıştır. Metro aracının üretim hızına bağlı olarak inşa edilmesi gerekli olan “Gövde Son Montaj Tesisi”nin altyapısı ve yatırım maliyetleri hesaplanmıştır. Yapılacak yatırımın karşılanması için gerekli olan yıllık üretim miktarları, toplam üretim süreleri ve toplam üretim miktarları belirlenen altı farklı senaryo için finansal açıdan analiz edilmiştir. Çalışmanın sonucunda, metro aracı üretiminde Gövde Son Montaj Tesisi kurulumu için yatırım kararı alınması durumunda, en uygun tesis altyapısı ve toplam yatırım maliyeti belirlenmesi hedeflenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Gövde son montaj tesisi, metro aracı üretimi, yatırım kararları.

Abstract

In this study, investment models for rolling stock final assembly facility installation that can be performed in Turkey were analyzed. In the investment models, the processes starting from Carbody Final Assembly until the provisional acceptance by the customer were taken into the consideration for metro sets consisting of four metro vehicles. The infrastructure and investment costs of the Carbody Final Assembly Facility, which should be built depending on the production speed of the metro vehicle, were calculated. Annual production amounts, total production times and total production amounts required to cover the investment to be made were analyzed financially for six different scenarios. As a result of the study, it is aimed to determine the most appropriate facility infrastructure and total investment cost if decision is taken for establishment of Carbody Final Assembly Facility for the metro vehicle production.

Keywords: Carbody final assembly facility, investment decisions, metro vehicle production.

*Bu çalışma, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü’nde yapılan “RAYLI SİSTEM ARAÇLARI ÜRETİMİNDE YER SEÇİMİ VE ALTYAPI DONANIMI” başlıklı yüksek lisans tezinden hazırlanmıştır.

¹İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yönetimi Anabilim Dalı, Küçükalyalı, İstanbul, Türkiye. hlevent.pandul@istanbulticaret.edu.tr, Orcid.org/0000-0002-7823-2026.

²İstanbul Ticaret Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Endüstriyel Tasarım Bölümü, Küçükalyalı, İstanbul, Türkiye. toprak@icaret.edu.tr, Orcid.org/0000-0002-0931-4087.

1.GİRİŞ

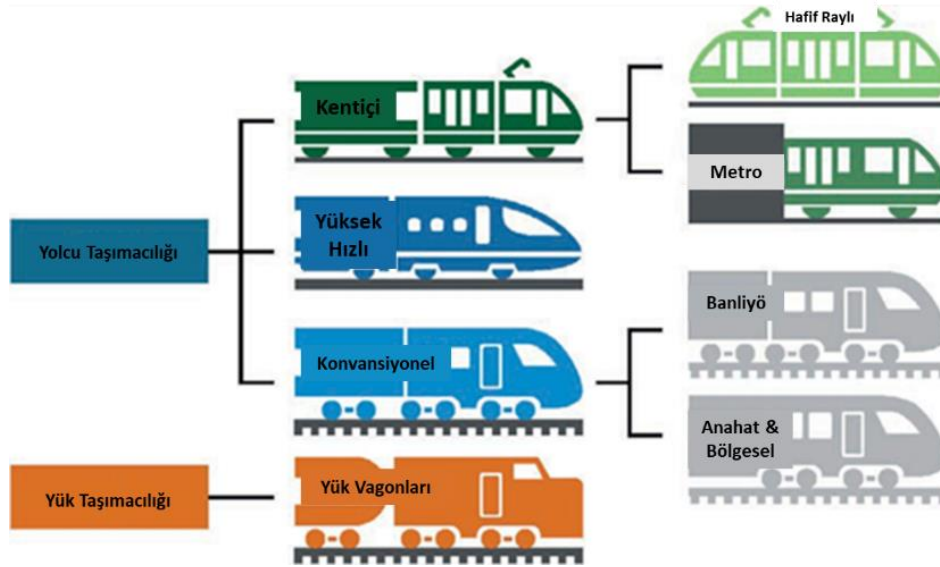
Raylı sistemler, ülkelerin büyüme ekonomilerine doğrudan olarak katkı sağlayan kritik bir ulaşım biçimidir. Raylı sistemler ile gerçekleştirilen ulaşım sayesinde, hem yük taşımacılığında hem de yolcu taşımacılığında maliyet ve güvenlik açısından etkin bir çözüm sağlanmaktadır.

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;

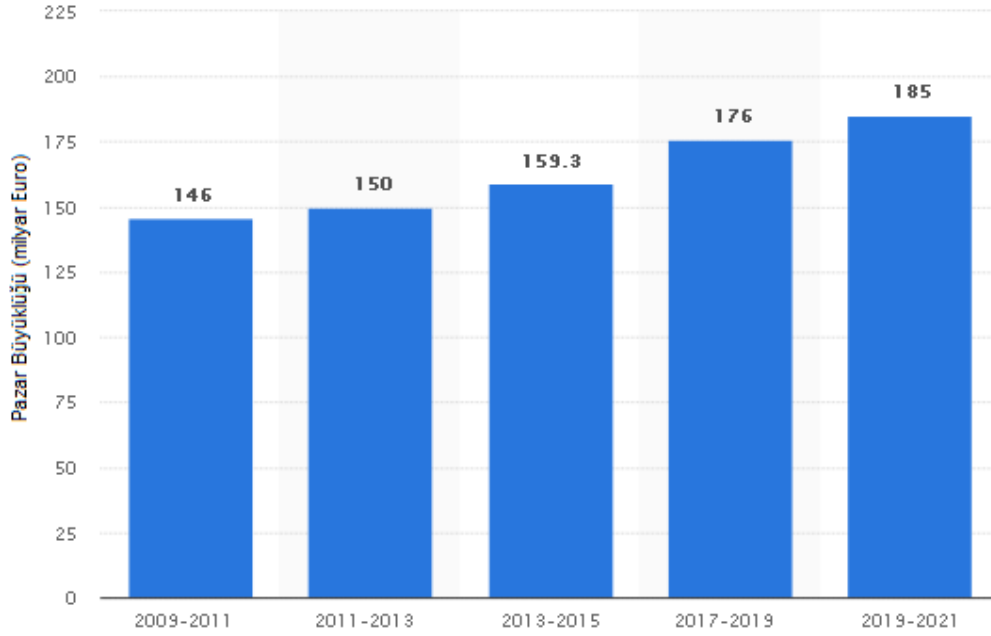
- Yolcu veya yük taşımacılığı için kullanılan raylı sistem araçları,
- Raylı sistem araçlarının çalıştığı altyapı ve üstyapı sistemleri,
- Raylı sistem araçlarının raylı sistemler üstyapısı ile entegre olduğu sistemler; Sinyalizasyon sistemleri, Enerji Besleme sistemleri,
- Raylı sistem araçlarının işletmesi ve bakımı için gerekli sistemler.

Raylı sistemler disiplinleri içerisinde yer alan unsurların herbiri de kendi içerisinde gösterdikleri farklı kriterlere göre alt kısımlara ayrılmaktadır. Örneğin Raylı Sistem Araçları; 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. Raylı Sistem Araçları Sınıflandırılması (Biol, 2019)

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 (Pektaş, 2019).



Şekil 2. Küresel Demiryolu Teknolojileri Endüstrisinin Pazar Büyüklüğü Dağılımı (Pektaş, 2019)

Son yıllarda geliştirilen Ulaştırma Politikalarının sonucu olarak ülkemizde raylı sistemler stratejik bir sektör olarak değerlendirilmektedir. Bu açıdan incelendiğinde, sürdürülebilir, ürün ömrü maliyetleri azaltılmış ve rekabetçi bir yerli raylı sistem araç sektörünün oluşturulması 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 araç pazarı, müşterilerin talepleri farklılık gösterdiğinden sipariştten 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 çalışma ile ülkemizde üretilmesi düşünülen raylı sistem araçlarının, Dünya’da rekabet edebilmesi için gereken üretim tesis altyapısının optimum ölçekte değerlendirilmesi analizler ve yöntemler gösterilmeye çalışılmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

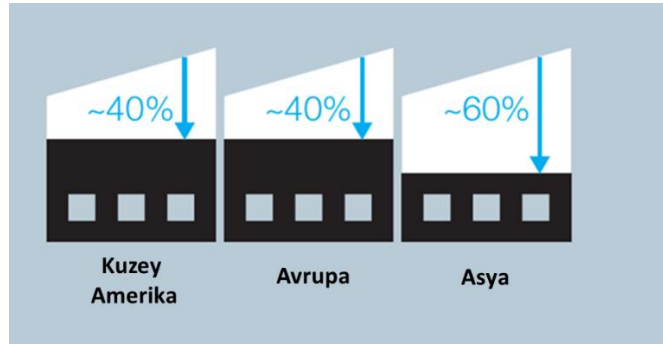
2.1. Raylı Sistem Araç Üretim Prosesleri ve Üretim Tesis Altyapıları

Yeni bir raylı sistem araç üretim tesisi kuruluşundaki ana hedef; müşteri talebini karşılayacak, en düşük maliyetle üretim yapılmasını sağlayacak optimum kapasiteye uygun tesisin inşa edilmesidir. Tesisin kapasitesi ortaya çıkabilecek talepleri belirli bir süre içinde karşılayacak kadar büyük olmalıdır. Aynı zamanda, tesisin kapasitesi uzun dönemde atıl kalacak kadar çok büyük olmamalıdır.

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

- Pazar durumu ve talep düzeyi,
- Üretilen 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,

Dünya’da raylı sistem araçları üretim tesisleri kapasitelerinin çok altında çalışmaktadır. Raylı sistem araçları üretim tesislerinde 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. Gelecekte, kapasite boşluğunun oluşturduğu etkiden dolayı rekabetin artmasının kaçınılmaz olması ve birim araç maliyetlerin düşmesi beklenmektedir.



Şekil 3. Dünya’da Raylı Sistem Araç Üretimi Kapasite Kullanımı (McKinsey, 2016)

Dünya genelinde olduğu gibi Türkiye’de de yeni bir raylı sistem araç üretim entegre tesisinin kurulması için ciddi bir finansman yatırımına ve altyapıya gereksinim duyulmaktadır. Entegre bir raylı sistem taşıt üretim tesisinde olması gereken atölyeler şu şekildedir:

- Araç Gövdesi Üretim Atölyesi
- Araç Gövdesi Boyama ve Kuşlama Atölyesi
- Bogi Şasisi Üretim Atölyesi
- Bogi Şasisi Boyama ve Kuşlama Atölyesi
- Bogi Montaj Atölyesi
- Ekipman Hazırlama Atölyesi
- Gövde Son Montaj Atölyesi
- Araç Test Atölyesi
- Tren Seti Test Atölyesi
- Dizi Test Yolu
- Ofisler ve Yaşam Alanları
- Depo Alanı, Araç Stok ve Yükleme Alanı

Raylı sistem sektöründe yeni kurulması öngörülen bir üretim tesisi 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.

2.2. Türkiye’de Mevcut Raylı Sistem Araç Üretim Altyapısı ve Kapasitesi

Raylı sistem araç üretimi için kurulması öngörülen üretim tesisleri pazardaki talepleri yerine getirecek yeterli kapasiteyi sağlamak zorundadır. Türkiye’de Metro ve Tramvay üretiminde 2017 yılı itibariyle mevcut kapasitenin ancak 11%’ini kullanılmaktadır. 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 tesisi kurulmadan önce çalışılması gereken en önemli konulardan birisi optimum kapasitenin hesaplanması ve planlanmasıdır. Yeni bir kapasite oluşturulması konusunda ciddi bir pazar araştırması yapılması gerekmektedir.

Ülkemizde son yıllarda demiryollarına yapılan yatırımlar ile yerli ve milli firmalarımız tarafından üretilen raylı sistem araçları bulunmaktadır. Hatta bazı firmalarımız son zamanlarda yurtdışı pazarlarına ürün satarak ülkemize ciddi bir döviz girdisi sağlamaktadır. Ülkemizin gelecekte raylı sistemlerde Dünya’da söz sahibi olabilmesi için, yurtiçi ve Dünya pazarlarının doğru analiz edilmesi, üretimde odaklanması gereken stratejik ürünlerin, alt komponentlerin düzgün tespit edilmesi önemlidir.

Türkiye’de raylı taşıt alanında iş yapan Tüvasaş, Tülomsaş gibi kamu şirketleri, Bozankaya, Durmazlar, Hyundai-Eurotem gibi özel sektör şirketlerinin Raylı sistem araçlarının üretimine katılımı maliyet azaltılması ve kapasite kullanımı açısından önemlidir. Türkiye’nin raylı sistem araç ihtiyacını karşılamak için güçlü ve sürdürülebilir bir oraganizasyona ihtiyacı bulunmaktadır. Dünyadaki raylı sistem araç üreticilerinin ortak özelliği; özel sektör firmaları olmaları fakat devlet tarafından ülkenin stratejik menfaatleri doğrultusunda ön planda değerlendirilmeleridir. Bu tür devletin desteği olmaksızın raylı sistem pazarında güçlü bir araç üreticisinin çıkması ve rekabet edebilmesi mümkün gözükmemektedir. Ayrıca, sürdürülebilir bir yapının kurulmasında ihracat odaklı bir yaklaşım ön planda olmalıdır. raylı sistem araç üretiminde sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için, farklı segmentlerde elde edilen Ar-Ge ve tasarım yeteneklerinin tek bir merkezde toplanarak global pazarda rekabet edebilecek raylı sistem araç üreticisi bir özel sektör raylı taşıt firmasının çıkartılması önemlidir.

Raylı sistem araçlarında “Milli Marka” oluşturulup, alt sistem ve komponentlerde mümkün olduğunca yerli ürün kullanılması teşvik edilmelidir. Araç üretimi ile beraber raylı sistem araçlarının sistem, alt ekipman ve komponent üretiminde de yurtiçi ve yurtdışı pazarlar hedeflenmelidir. Özellikle raylı sistem araçlarında kullanılan kritik sistem ve bu sistemlere ait alt ekipman ve komponentlerin millileştirilmesine ve yerlileştirilmesine özen gösterilmelidir.

Millileştirme ve Yerlileştirme faaliyetlerinde hızlı bir çözüm geliştirebilmek için gerekirse yurtdışı firmalardan teknoloji transferi gerçekleştirilmelidir. Sürdürülebilir bir yapıda, teknolojik kapasitenin oluşturulması ve bu kapasitenin etkin ve verimli kullanılması rekabet avantajı sağlamaktadır. Sürdürülebilir bir raylı sistem araç üreticisinin; rekabet gücü yüksek, finansal kapasitesi güçlü, teknolojik değişimlere hızlı ayak uydurabilen, etkin karar alma mekanizmasına sahip bir yapıya sahip olması önemlidir.

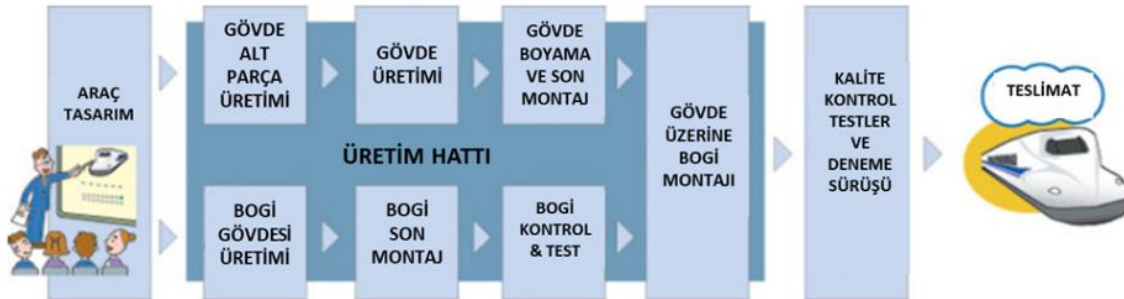
2.3. Raylı Sistem Araç Üretim Uygulamaları

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, her bir araçta yaklaşık 10-15 kilometre kablo, yaklaşık 8.000-10.000 kablo bağlantı ucu, yüzlerce metrelik pnömatik ve hidrolik borulama tesisatı bulunmaktadır. 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 test, 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.

Son yıllarda Dünyadaki önemli raylı sistem araç üreticileri, yerel idarelerin yerlileştirme ve yerelleştirme baskıları sonucunda ürünlerini satacağı ülkelerde üretimlerini yapmaktadır ve bunun için öncelikle tesis alanına, tesis altyapısına ve nitelikli çalışanlara ihtiyaçları bulunmaktadır. Araç üreticileri genellikle entegre bir tesis kurulumu yerine üretim prosesinin bir kısmı olan son montaj tesisinin kurulmasına öncelik vermektedir. Bunun ana sebeplerinden biri, entegre bir tesis kurulması için ciddi finansman ve altyapı ihtiyacı olmasıdır. Ayrıca bu tesisin kapasitesine uygun pazar ihtiyacı bulunmamaktadır. Dolayısıyla genellikle yurtdışı ülkelerde işbirlikleri geliştirilip, mümkün olduğunda araç gövdesi ve araç üstü bileşenleri tesisin dışından temin edilerek Gövde Son Montaj sürecinden başlayarak araç üretimlerini tamamlamaktadırlar. Bu durumda da raylı sistemler sektöründe diğer sektörlerde olduğu gibi ithal edilen yan sanayi ürünlerinin üretilmesi için parça üreten yan sanayinin destek ve teşvike ihtiyacı bulunmaktadır.

Araç üreticilerinin kendi ülkelerinde yaptıkları raylı sistem araç üretimleri ise genelde entegre bir tesis içinde 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.



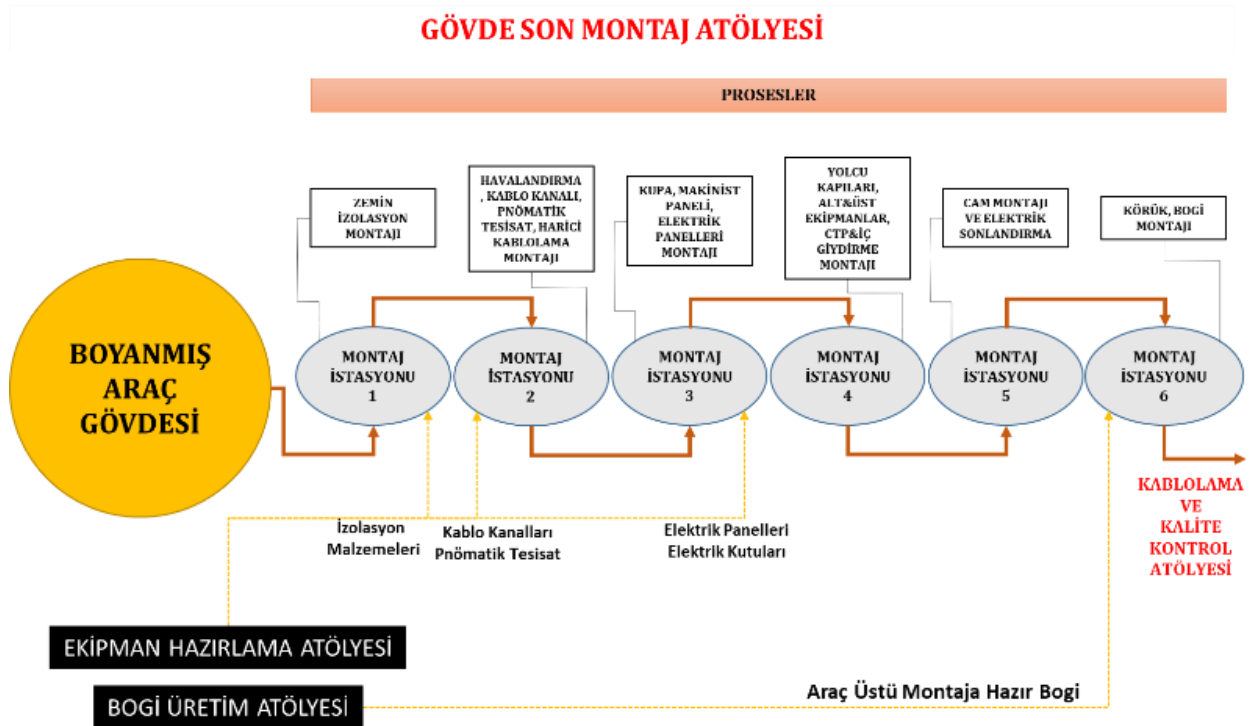
Şekil 4. Nippon Sharyo Firması'nın Araç Üretim Süreçleri (Nippon Sharyo, 2020)

Raylı sistem araçlarının gövde alt parçalarının hazırlanarak gövdenin üretilmesi işlemi, Türkiye'deki yerli tedarikçiler tarafından rahatlıkla gerçekleştirilmektedir. Dolayısıyla, yurt içinde gövde alt parçalarının hazırlama ve gövde imalatı yapabilecek mevcut kapasite bulunmaktadır. Türkiye'deki mevcut kapasite dikkate alındığında, entegre bir raylı sistem araç üretimi tesisi kurulması hem maliyet hemde artık kapasite oluşturmaktadır. Bu sebeple, raylı sistem araçlarının üretiminin gerçekleştirileceği son montaj tesisinin kurulması durumundaki analizler bu çalışmada incelenmiştir.

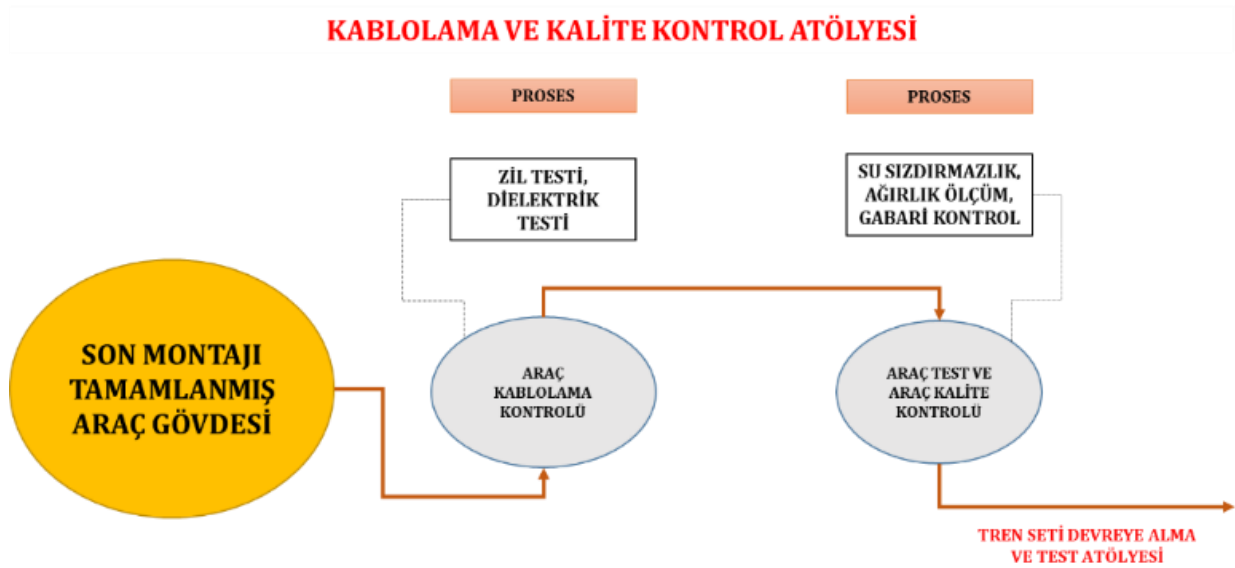
Bu çalışmada, Dünya'daki uygulamalarda incelenerek, Gövde Son Montaj Tesisinde yer alması gereken atölyelerin, yolların ve binaların aşağıda belirtildiği şekilde olması gerektiği kabulü yapılmıştır:

- Gövde Son Montaj Atölyesi
- Kablolama ve Kalite Kontrol Atölyesi
- Tren Seti Devreye Alma ve Test Atölyesi
- Diğer Yardımcı Alanlar, Yollar ve Binalar
 - o Dinamik Test Yolu
 - o Yükleme ve Sevk Alanı
 - o Ürün Depolama ve Stok Alanı
 - o Tren Depolama Alanı
 - o Yönetim ve İdari İşler Binası
 - o Otopark, Yeşil Alan, Yürüme ve Nakil Yolları vb. Açık Alanlar

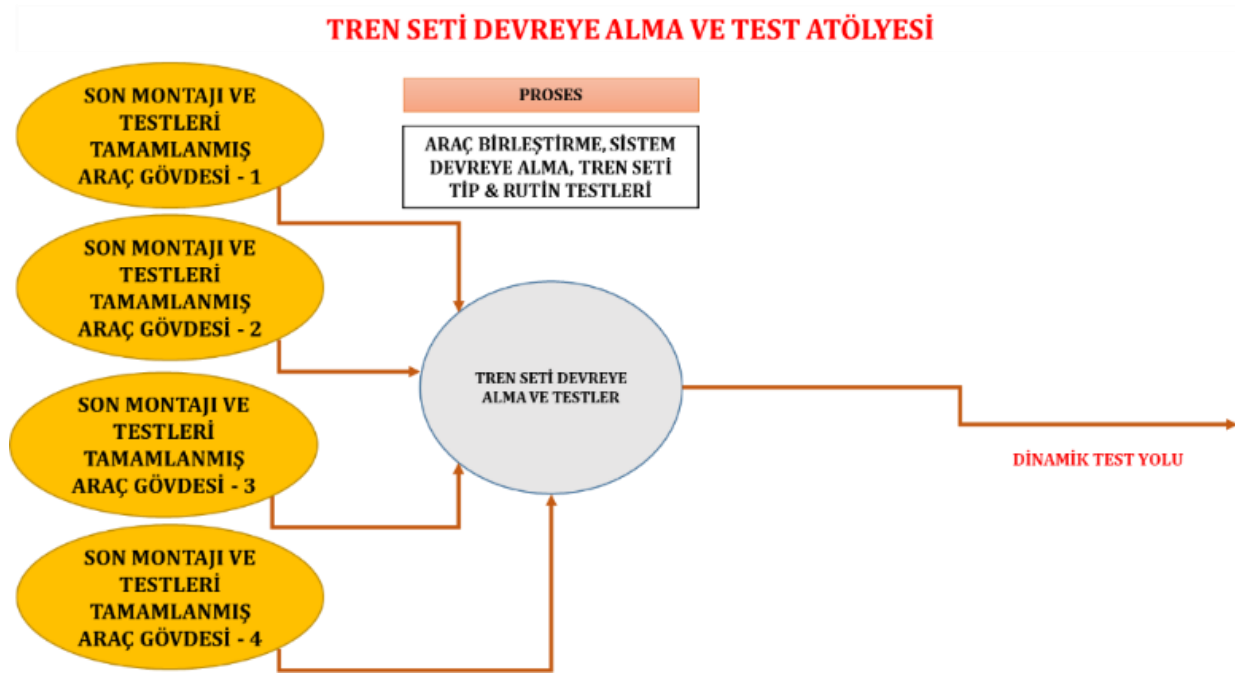
Yukarıda belirtilen atölyeler için aşağıda belirtilen süreçlerin tanımlamaları Şekil 5, Şekil 6 ve Şekil 7’de yapılmıştır.



Şekil 5. Gövde Son Montaj Atölyesi Süreçleri



Şekil 6. Kablolama ve Kalite Kontrol Atölyesi Süreçleri



Şekil 7. Tren Seti Devreye Alma ve Test Atölyesi Süreçleri

3. UYGULAMA

Bu çalışmada, farklı senaryolar dikkate alınarak herbir atölye ve yardımcı alanlar için altyapı gereksinimleri, yaklaşık altyapı yatırım tutarları hesaplanarak toplam yatırım tutarları bulunmuştur. Herbir senaryo için yıllık ortalama araç üretim miktarları ve üretim karları çıkartılarak gerçekleştirilen yatırımın karşılama süresi ve yatırımın karşılama için üretilmesi gereken araç miktarları belirlenmiştir. Dikkate alınan toplam altı senaryonun içerikleri Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1. Yatırım ve Üretim Senaryoları

SENARYOLAR		OPTİMUM YATIRIM MALİYET (OYM)	MİNİMUM YATIRIM MALİYET (MYM)	MİNİMUM ÜRETİM KAPASİTESİ (MNÜK)	OPTİMUM ÜRETİM KAPASİTESİ (OPÜK)	MAKSİMUM ÜRETİM KAPASİTESİ (MXÜK)
S1	SENARYO 1	X		X		
S2	SENARYO 2	X			X	
S3	SENARYO 3	X				X
S4	SENARYO 4		X	X		
S5	SENARYO 5		X		X	
S6	SENARYO 6		X			X

Minimum Yatırım Maliyet (MYM) durumunda; gerçekleştirilen yatırımda dinamik test yolu yatırımı çıkartılmıştır. Bu durumda geçici kabul sonrasındaki saha testlerinde oluşabilecek risklerin yönetilmesi önemlidir. Maksimum Üretim Kapasitesi (MXÜK) durumunda; üretim zamanları en kısa sürelerle getirilmiş, vardiyalı çalışma gözönüne alınmıştır. Dolayısıyla vardiyadan ve ek çalışmadan dolayı, kar oranı 50% azaltılarak 3%'den 1.5% oranına çekilmiş olduğu kabul edilmiştir. Altyapının, Optimum Üretim Kapasitesi durumundaki ile aynı olacağı, dolayısıyla birim miktardaki üretim artışının altyapıya yapılacak olan yatırımlarla değil, işçilik verimliliği ile sağlanacağı kabulü yapılmıştır. Optimum Yatırım Maliyet (OYM) durumunda; üretime endekli optimum yatırım maliyeti dikkate alınmıştır. Minimum Üretim Kapasitesine (MNÜK) ve Optimum Üretim Kapasitesine (OPÜK) göre Optimum Yatırım Maliyeti değişkenlik göstermektedir.

3.1. Optimum Yatırım Maliyeti ve Minimum Üretim Kapasitesi (Senaryo 1)

Bu senaryoda herbir atölye ve yardımcı alanların fiziksel özellikleri belirlenmiştir. Atölyenin fiziksel özelliklerinden yaklaşık yapım maliyeti belirlenmiştir. Ayrıca atölye içerisinde yer alması düşünülen ekipmanlarında yatırım maliyetleri hesaplanarak toplam maliyetleri Tablo 2'deki gibi bulunmuştur.

Tablo 2. Atölyelerin ve Alanların Fiziksel Özellikleri ve Maliyetleri (Senaryo 1)

ATÖLYELERİN VE ALANLARIN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ			TESİS İÇERİSİNDEKİ ATÖLYE VE YAPILARIN İSİMLERİ	YAPIM MALİYETİ (Euro)	EKİPMAN MALİYETİ (Euro)	TOPLAM MALİYET (Euro)
ANA ÜRETİM ATÖLYELERİ	UZUNLUK (Metre)	200	GÖVDE SON MONTAJ ATÖLYESİ	2.500.000	1.700.000	4.200.000
	GENİŞLİK (Metre)	25				
	TOPLAM KAPALI ALAN (M ²)	5.000				
	UZUNLUK (Metre)	110	KABLOLAMA VE KALİTE KONTROL ATÖLYESİ	1.375.000	850.000	2.225.000
	GENİŞLİK (Metre)	25				
	TOPLAM KAPALI ALAN (M ²)	2.750				
	UZUNLUK (Metre)	120	TREN SETİ DEVREYE ALMA VE TEST ATÖLYESİ	1.500.000	1.200.000	2.700.000
	GENİŞLİK (Metre)	25				
	TOPLAM KAPALI ALAN (M ²)	3.000				

YARDIMCI ALANLAR	UZUNLUK (Metre)	30	YÜKLEME VE SEVK ALANI	60.000	40.000	100.000
	GENİŞLİK (Metre)	10				
	TOPLAM AÇIK ALAN (M ²)	300				
	UZUNLUK (Metre)	100	DEPO VE STOK ALANI	1.250.000	157.500	1.407.500
	GENİŞLİK (Metre)	25				
	TOPLAM KAPALI ALAN (M ²)	2.500				
	UZUNLUK (Metre)	240	TREN DEPOLAMA ALANI	480.000	0	480.000
	GENİŞLİK (Metre)	10				
	TOPLAM AÇIK ALAN (M ²)	2.400				
	TOPLAM KAPALI ALAN (M ²)	1.000	YÖNETİM VE İDARİ İŞLER BİNASI	500.000	100.000	600.000
	UZUNLUK (Metre)	1.200	DİNAMİK TEST YOLU	6.000.000	1.200.000	7.200.000
	GENİŞLİK (Metre)	10				
	TOPLAM AÇIK ALAN (M ²)	12.000				
	TOPLAM AÇIK ALAN (M ²)	14.250	OTOPARK, YEŞİL ALAN, YÜRÜME ve NAKLİYE YOLLARI VB. DİĞER AÇIK ALANLAR	712.500	0	712.500
TESİSİN TOPLAM AÇIK ALANI: 28,950 M ² TESİSİN TOPLAM KAPALI ALANI: 14,250 M ² TESİSİN TOPLAM ALANI: 43,200 M ²			TESİSİN TÜM YATIRIM MALİYETLERİN TOPLAMI (Euro)		19.625.000	

Senaryo 1’de, kurulacak tesiste yer alan ana üretim atölyeleri ve yardımcı alanlar için yapılan öngörüler şu şekildedir:

1. Gövde Son Montaj Atölyesinde; Toplam 6 adet montaj istasyonu ve herbir istasyonun uzunluğunun 30 metre, genişliğinin 25 metre, atölyeye giriş ve çıkış bölgelerinin uzunluklarının 10’ar metre öngörülmüştür.
2. Kablolama ve Kalite Kontrol Atölyesinde; Kablolama kontrol istasyonu, su sızdırmazlık kontrol istasyonu ve ağırlık ve gabari kontrol istasyonu olmak üzere toplam 3 adet istasyon ve herbir istasyonun uzunluğu 30 metre, atölyeye giriş ve çıkış bölgelerinin uzunlukları 10’ar metre öngörülmüştür.
3. Tren Seti Devreye Alma ve Test Atölyesinde; 1 adet metro setinin toplam 4 araçtan oluşacağı ve herbir aracın uzunluğu 25 metre, atölyeye giriş ve çıkış bölgelerinin uzunlukları 10’ar metre olacağı öngörülmüştür.
4. Yükleme ve Sevk Alanında; Araçların tırlar kullanılarak sahaya nakil edilmesi düşünüldüğünde, bu alanın kullanılması öngörülmüştür.
5. Depo ve Stok Alanı; Gövde son montajının yapılması için gerekli olan ve araçüstüne yerleştirilecek ekipmanların, sarf malzemelerin ve parçaların saklandıkları alandır. Üretimin kapasitesine göre toplam kapalı alanının değişkenlik göstereceği öngörülmüştür.
6. Tren Depolama Alanı; Atölyeler arası geçişlerde, doluluk durumuna göre araçların istasyonların boşalmasını bekleyeceği bölgedir. Ayrıca üretilen setlerin müşteri tarafından teslim onayı verilmemesi durumunda, park edilerek bekletileceği alandır. Yaklaşık olarak tesisin 2 aylık araç üretim miktarına eşit park alanı öngörülmüştür.

7. Yönetim ve İdari İşler Binası; Tesisin aylık üretim kapasitesine göre değişkenlik gösteren ve çoğunlukla beyaz yaka personelin tesis içerisinde konumlandırıldığı çalışma, dinlenme, yemekhane vb.. alan olarak öngörülmüştür.
8. Dinamik Test Yolu; 1200 metre uzunluğunda, tren setlerindeki bazı düşük hız testlerinin gerçekleştirileceği, özel enerji beslemelerine ve özel güvenliğe sahip bölge olarak öngörülmüştür.
9. Otopark, Yeşil Alanlar, Yürüme ve Nakil Yolları vb. Diğer Açık Alanlar; Tesis içerisinde yer alan, direkt olarak üretim atölyeleriyle arayüzü bulunmayan bölgelerdir. Tesisteki toplam kapalı alana eşit olacak şekilde bir öngörü yapılmıştır.

Senaryo 1’de; herbir atölyede bulunan istasyonlar için çalışma zamanları gün cinsinden Tablo 3’deki gibi belirlenmiştir.

Tablo 3. İstasyonların Çalışma Zamanları (Senaryo 1)

PROSESLERİN ADI	İSTASYON NO	İSTASYON ADI	ÇALIŞMA SÜRELERİ (Gün)	GERÇEKLEŞEN İŞLEMLER (ÖZET)
GÖVDE SON MONTAJ PROSESİ	1	Son Montaj İstasyonu - 1	10	Zemin ve İzolasyon Montajları
	2	Son Montaj İstasyonu - 2	15	Havalandırma, Kablo Kanalları, Pnömatik Tesisat, Harici Kabloleme Montajları
	3	Son Montaj İstasyonu - 3	5	Araç Kupası, Makinist Paneli, Elektrik Kutu ve Panelleri Montajları
	4	Son Montaj İstasyonu - 4	15	Yolcu Kapıları, Araç Altı&İç&Üstü Ekipmanlar, CTP&İç Giydirme Montajları
	5	Son Montaj İstasyonu - 5	5	Araç Yolcu ve Sürücü Kabini Camları Montajı, Elektriksel Sonlandırma
	6	Son Montaj İstasyonu - 6	10	Araç Körük ve Araca Bogi Montajları
KABLOLAMA VE KALİTE KONTROL PROSESLERİ	1	Kabloleme Kontrol İstasyonu	5	Araç Zil ve Dielektrik Testleri
	2	Su Sızdırmazlık Kontrol İstasyonu	1	Araç Su Sızdırmazlık Testleri
	3	Ağırlık ve Gabari Kontrol İstasyonu	1	Araç Ağırlık ve Gabari Ölçüm Testleri
TREN SETİ DEVREYE ALMA VE TEST PROSESLERİ	1	Tren Seti Devreye Alma ve Test İstasyonu	20	4 araçtan oluşan Tren Setinin Devreye Alınması ve Statik Testleri
	2			
	3			
	4			
DİNAMİK TEST PROSESLERİ	1	Tren Seti Dinamik Test İstasyonu	5	4 araçtan oluşan Tren Setinin Düşük Hızlarda Dinamik Testleri
	2			
	3			
	4			
TREN NAKİL VE SEVK PROSESLERİ	1	Tren Seti Nakil İstasyonu	8	4 araçtan oluşan Tren Setinin Sahaya Nakledilmesi ve Müşteriye Teslimi
	2			
	3			
	4			

Senaryo 1’de, çalışma zamanlarına uygun olarak yıllık ortalama araç üretim miktarları hesaplanmıştır. Ayrıca, herbir metro aracının birim maliyeti 1,000,000 Euro olarak kabul edildiğinde ve herbir metro aracının üretiminde gövde son montaj prosesinden itibaren

gerçekleştirilen prosesler için elde edilecek net karın araç birim maliyetinin yaklaşık 3% oranında olacağı öngörüldüğünde, yıllık araç üretim miktarlarına bağlı kar oranları ile yatırımcı açısından dikkate alınan Toplam Net Karın Bugünkü Değeri, 17,607,401 Euro olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, üretim tamamlandığında tesisin satışından elde edilecek gelirin bugünkü değeride 2,018,171 Euro olarak hesaplanmıştır. Bu hesaplanan iki gelir kaleminin toplamı Tablo 4’de gösterildiği gibi tesisin ilk yatırım maliyetine yaklaşık eşit olmaktadır.

Tablo 4. Tesisin Toplam Net Gelirinin Bugünkü Değeri (Senaryo 1)

TOPLAM NET KARIN BUGÜNKÜ DEĞERİ (Euro)	TESİSİN SATIŞININ BUGÜNKÜ DEĞERİ (Euro)	TOPLAM GELİRİN BUGÜNKÜ DEĞERİ (Euro)	TESİSİN İLK KURULUM MALİYETİ (Euro)
17,607,401	2,018,171	19,625,572	19,625,000

Sonuç olarak başabaş noktası analizleri bugünkü değer dikkate alınarak yapıldığında, “senaryo 1” için Tablo 2’de hesaplanan toplam 19,625,000 (Euro) değerindeki yatırım tutarının karşılması için, üretim tesisinin 31 yıl boyunca üretim yapması ve toplamda minimum 795 araç üretmesi gerekmektedir.

3.2. Optimum Yatırım Maliyeti ve Optimum Üretim Kapasitesi (Senaryo 2)

Bu senaryoda, montaj sürelerinin dengeli duruma getirilmesi ve yıllık ortalama üretim miktarının montaj sürelerinden kaynaklı beklentiler olmaksızın en ideal seviyelere getirilmesi için gerekli olan her bir atölye ve yardımcı alanların fiziksel özellikleri belirlenmiştir. Atölyenin fiziksel özelliklerinden yaklaşık yapım maliyeti belirlenmiştir. Ayrıca atölye içerisinde yer alması düşünülen ekipmanlarında yatırım maliyetleri hesaplanmıştır.

Bu senaryoda, Gövde Montajı için Senaryo 1’de öngörülen 6 adet istasyon sayısının 12 istasyona çıkartılması öngörülmüştür. Bu durumda, montajı yapılan araçların her bir istasyonda en fazla 5 gün bekleyeceği hesaplanmaktadır. Gövde Montajı ve Kalite Kontrol İstasyonları için öngörülen bekleme süreleri ise montaj sürelerine eşit olduğu kabul edilmiştir. Tren setlerinin birleştirildiği ve Tren seti olarak işlemleri gerçekleştirildiği Tren Devreye Alma, Test İstasyonları ve Sevk İstasyonları için bir aracın montaj süresinin testleri gerçekleştirilecek dizideki araç sayısı ile çarpımının öngörülen tren seti devreye alma ve test süresine eşit olduğu gözönüne alındığında üretimde bir gecikme veya beklentiler söz konusu olmamaktadır.

Senaryo 1’deki yatırıma ilave olarak Senaryo 2’de Gövde Son Montaj istasyon sayısı, ekipman maliyetleri ile yardımcı tesislerdeki alanların maliyetlerinin artacağı hesaplanmıştır. Senaryo 2 için toplam yatırım maliyeti 27,546,250 Euro olarak hesaplanmıştır. Senaryo 2 için öngörülen proses zamanları dikkate alındığında, yıllık ortalama araç üretim miktarları hesaplanmıştır. Ayrıca, her bir metro aracının birim maliyeti 1,000,000 Euro olarak kabul edildiğinde ve her bir metro aracının üretiminde gövde son montaj prosesinden itibaren gerçekleştirilen prosesler için elde edilecek net karın araç birim maliyetinin yaklaşık 3% oranında olacağı öngörüldüğünde, yıllık araç üretim miktarlarına bağlı kar oranları Tablo 5’de gösterilmiştir.

Tablo 5. Tesisin Yıllık Net Kar Miktarları (Senaryo 2)

YILLAR	YILLIK ORTALAMA ARAÇ ÜRETİM MİKTARLARI (Araç)	YILLIK ORTALAMA NET KAR (Euro)	YILLIK İSKONTO ORANI (%)	YILLIK KARIN BUGÜNKÜ DEĞERİ (Euro)	TESİSİN YILLIK AMORTİSMAN DEĞERİ (Euro)	TESİSİN KALAN DEĞERİ (Euro)	TESİSİN BUGÜNKÜ KALAN DEĞERİ (Euro)	TESİSİN SATIŞTA HURDA FAKTÖRÜ	TESİSİN SATIŞININ BUGÜNKÜ DEĞERİ (Euro)
1	56	1,680,000	2	1,647,059	550,925	26,995,325	26,466,005	0.5	13,233,002
2	76	2,280,000	2	2,191,465	550,925	26,444,400	25,417,532	0.5	12,708,766
3	76	2,280,000	2	2,148,495	550,925	25,893,475	24,400,000	0.5	12,200,000
4	76	2,280,000	2	2,106,368	550,925	25,342,550	23,412,599	0.5	11,706,299
5	76	2,280,000	2	2,065,066	550,925	24,791,625	22,454,539	0.5	11,227,269
6	76	2,280,000	2	2,024,575	550,925	24,240,700	21,525,048	0.5	10,762,524
7	76	2,280,000	2	1,984,877	550,925	23,689,775	20,623,375	0.5	10,311,687
8	76	2,280,000	2	1,945,958	550,925	23,138,850	19,748,786	0.5	9,874,393
9	76	2,280,000	2	1,907,802	550,925	22,587,925	18,900,565	0.5	9,450,283
10	20	600,000	2	492,209	550,925	22,037,000	18,078,015	0.5	9,039,008
TOPLAM ÜRETİM YILI	ÜRETİLEN TOPLAM ARAÇ SAYISI	TOPLAM NET KAR (Euro)		TOPLAM NET KARIN BUGÜNKÜ DEĞERİ (Euro)					TESİSİN SATIŞININ BUGÜNKÜ DEĞERİ (Euro)
10	684	20,520,000		18,513,873					9,039,008

Yatırımcı açısından dikkate alınan Toplam Net Karın Bugünkü Değeri, Tablo 5’de gösterildiği üzere 18,513,873 Euro olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, üretim tamamlandığında tesisin satışından elde edilecek gelirin bugünkü değeride 9,039,008 Euro olarak hesaplanmıştır. Bu hesaplanan iki gelir kaleminin toplamı Tablo 6’da gösterildiği gibi tesisin ilk yatırım maliyetine yaklaşık eşit olmaktadır.

Tablo 6. Tesisin Toplam Net Gelirinin Bugünkü Değeri (Senaryo 2)

TOPLAM NET KARIN BUGÜNKÜ DEĞERİ (Euro)	TESİSİN SATIŞININ BUGÜNKÜ DEĞERİ (Euro)	TOPLAM GELİRİN BUGÜNKÜ DEĞERİ (Euro)	TESİSİN İLK KURULUM MALİYETİ (Euro)
18,513,873	9,039,008	27,552,881	27,546,250

Sonuç olarak başabaş noktası analizleri bugünkü değer dikkate alınarak yapıldığında, Tablo 6’da görüldüğü üzere “senaryo 2” için hesaplanan toplam 27,546,250 (Euro) değerindeki yatırım tutarının karşılaması için üretim tesisinin 10 yıl boyunca üretim yapması ve toplamda minimum 684 araç üretmesi gerekmektedir.

3.3. Optimum Yatırım Maliyeti ve Maksimum Üretim Kapasitesi (Senaryo 3)

Bu senaryoda, montaj sürelerinin dengeli duruma getirilmesi, üretim zamanları üç vardiyalı çalışma düzeni olacağı öngörüsüyle minimum sürelerle getirilmesi ve yıllık ortalama üretim miktarının montaj sürelerinden kaynaklı beklentiler olmaksızın en ideal seviyelere getirilmesi için gerekli olan herbir atölye ve yardımcı alanların fiziksel özellikleri belirlenmiştir. Atölyenin fiziksel özelliklerinden yaklaşık yapım maliyeti belirlenmiştir. Ayrıca atölye içerisinde yer alması düşünülen ekipmanlarında yatırım maliyetleri hesaplanmıştır. Bu senaryoda, vardiyalı çalışmalardan ve ek çalışmalardan dolayı birim araçta öngörülen kar oranı 50% oranında azaltılmıştır (kar oranı 3% oranından 1.5% oranına getirilmiştir).

Gövde Montajı için Senaryo 2’de öngörülen 12 istasyon adedinin aynı kaldığı öngörülmüştür. Ancak, üç vardiyalı çalışmadan dolayı montajı yapılan araçların herbir istasyonda en fazla 2 gün bekleyeceği hesaplanmaktadır. Gövde Montajı ve Kalite Kontrol İstasyonları için öngörülen bekleme süresinin hesaplanan montaj süresine eşit olması durumunda ve tren devreye alma test istasyonları ile sevk İstasyonları için tren setindeki araç sayısı ile hesaplanan montaj süresinin çarpımının öngörülen tren seti devreye alma test süresine eşit olduğu kabul edildiğinde, üretimde

bir gecikme veya beklemler söz konusu olmamaktadır. Senaryo 2’deki yatırıma ilave olarak üretim hızının ve üretim kapasitesinin artmasından ötürü yardımcı tesislerdeki Depo Stok Alanı, Tren Depolama Alanı, Yönetim ve İdari İşler Binası Alanı ve ekipman maliyetlerinin artacağı hesaplanmıştır. Senaryo 3 için toplam yatırım maliyeti 30,886,250 Euro olarak hesaplanmıştır. Senaryo 3 için öngörülen proses zamanları dikkate alındığında, yıllık ortalama araç üretim miktarları hesaplanmıştır. Ayrıca, herbir metro aracının birim maliyeti 1,000,000 Euro olarak kabul edildiğinde ve herbir metro aracının üretiminde gövde son montaj prosesinden itibaren gerçekleştirilen prosesler için elde edilecek net karın vardiyalı çalışma maliyetinden dolayı araç birim maliyetinin yaklaşık 1.5% oranında olacağı öngörüldüğünde, yıllık araç üretim miktarlarına bağlı kar oranları tablo 7’de belirtildiği şekilde olmaktadır.

Tablo 7. Tesisin Yıllık Net Kar Miktarları (Senaryo 3)

YILLAR	YILLIK ORTALAMA ARAÇ ÜRETİM MİKTARLARI (Araç)	YILLIK ORTALAMA NET KAR (Euro)	YILLIK İSKONTO ORANI (%)	YILLIK KARIN BUGÜNKÜ DEĞERİ (Euro)	TESİSİN YILLIK AMORTİSMAN DEĞERİ (Euro)	TESİSİN KALAN DEĞERİ (Euro)	TESİSİN BUGÜNKÜ KALAN DEĞERİ (Euro)	TESİSİN SATIŞTA HURDA FAKTÖRÜ	TESİSİN SATIŞININ BUGÜNKÜ DEĞERİ (Euro)
1	168	2,520,000	2	2,470,588	617,725	30,268,525	29,675,025	0.5	14,837,512
2	188	2,820,000	2	2,710,496	617,725	29,650,800	28,499,423	0.5	14,249,712
3	188	2,820,000	2	2,657,349	617,725	29,033,075	27,358,515	0.5	13,679,258
4	188	2,820,000	2	2,605,244	617,725	28,415,350	26,251,391	0.5	13,125,696
5	188	2,820,000	2	2,554,161	617,725	27,797,625	25,177,165	0.5	12,588,583
6	188	2,820,000	2	2,504,079	617,725	27,179,900	24,134,973	0.5	12,067,487
7	188	2,820,000	2	2,454,980	617,725	26,562,175	23,123,972	0.5	11,561,986
8	146	2,190,000	2	1,869,144	617,725	25,944,450	22,143,338	0.5	11,071,669
TOPLAM ÜRETİM YILI	ÜRETİLEN TOPLAM ARAÇ SAYISI	TOPLAM NET KAR (Euro)		TOPLAM NET KARIN BUGÜNKÜ DEĞERİ (Euro)					TESİSİN SATIŞININ BUGÜNKÜ DEĞERİ (Euro)
8	1,442	21,630,000		19,826,041					11,071,669

Yatırımcı açısından dikkate alınan Toplam Net Karın Bugünkü Değeri, Tablo 7’de gösterildiği üzere 19,826,041 Euro olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, üretim tamamlandığında tesisin satışından elde edilecek gelirin bugünkü değeride 11,071,669 Euro olarak hesaplanmıştır. Bu hesaplanan iki gelir kaleminin toplamı Tablo 8’de gösterildiği gibi tesisin ilk yatırım maliyetine yaklaşık eşit olmaktadır.

Tablo 8. Tesisin Toplam Net Gelirinin Bugünkü Değeri (Senaryo 3)

TOPLAM NET KARIN BUGÜNKÜ DEĞERİ (Euro)	TESİSİN SATIŞININ BUGÜNKÜ DEĞERİ (Euro)	TOPLAM GELİRİN BUGÜNKÜ DEĞERİ (Euro)	TESİSİN İLK KURULUM MALİYETİ (Euro)
19,826,041	11,071,669	30,897,710	30,886,250

Sonuç olarak başabaş noktası analizleri bugünkü değer dikkate alınarak yapıldığında, Tablo 8’de görüldüğü üzere “senaryo 3” için hesaplanan toplam 30,886,250 (Euro) değerindeki yatırım tutarını karşılaması için üretim tesisinin 8 yıl boyunca üretim yapması ve toplamda minimum 1442 araç üretmesi gerekmektedir.

3.4. Minimum Yatırım Maliyeti ve Minimum Üretim Kapasitesi (Senaryo 4)

Bu senaryodaki tesisin ilk kurulum maliyeti, minimum yatırım maliyeti öngörüsünden dolayı senaryo 1’de hesaplanan Tesisin Tüm Yatırım maliyetleri tutarından dinamik test yolu yatırım maliyetini çıkartılarak hesaplanmıştır. Bu durumda Tesisin ilk kurulum maliyeti: 19,625,000 – 7,200,000 = 12,425,000 Euro olarak öngörülmüştür.

Tablo 9. Tesisin Yıllık Net Kar Miktarları (Senaryo 4)

YILLAR	YILLIK ORTALAMA ARAÇ ÜRETİM MİKTARLARI (Araç)	YILLIK ORTALAMA NET KAR (Euro)	YILLIK İSKONTO ORANI (%)	YILLIK KARIN BUGÜNKÜ DEĞERİ (Euro)	TESİSİN YILLIK AMORTİSMAN DEĞERİ (Euro)	TESİSİN KALAN DEĞERİ (Euro)	TESİSİN BUGÜNKÜ KALAN DEĞERİ (Euro)	TESİSİN SATIŞTA HURDA FAKTÖRÜ	TESİSİN SATIŞININ BUGÜNKÜ DEĞERİ (Euro)
1	18	540,000	2	529,412	248,500	12,176,500	11,937,745	0.5	5,968,873
2	26	780,000	2	749,712	248,500	11,928,000	11,464,821	0.5	5,732,411
3	26	780,000	2	735,011	248,500	11,679,500	11,005,854	0.5	5,502,927
4	26	780,000	2	720,599	248,500	11,431,000	10,560,477	0.5	5,280,239
5	26	780,000	2	706,470	248,500	11,182,500	10,128,335	0.5	5,064,167
6	26	780,000	2	692,618	248,500	10,934,000	9,709,079	0.5	4,854,540
7	26	780,000	2	679,037	248,500	10,685,500	9,302,371	0.5	4,651,185
8	26	780,000	2	665,722	248,500	10,437,000	8,907,879	0.5	4,453,940
9	26	780,000	2	652,669	248,500	10,188,500	8,525,281	0.5	4,262,641
10	26	780,000	2	639,872	248,500	9,940,000	8,154,262	0.5	4,077,131
11	26	780,000	2	627,325	248,500	9,691,500	7,794,515	0.5	3,897,258
12	26	780,000	2	615,025	248,500	9,443,000	7,445,741	0.5	3,722,871
13	26	780,000	2	602,965	248,500	9,194,500	7,107,648	0.5	3,553,824
14	19	570,000	2	431,989	248,500	8,946,000	6,779,950	0.5	3,389,975
TOPLAM ÜRETİM YILI	ÜRETİLEN TOPLAM ARAÇ SAYISI	TOPLAM NET KAR (Euro)		TOPLAM NET KARIN BUGÜNKÜ DEĞERİ (Euro)					TESİSİN SATIŞININ BUGÜNKÜ DEĞERİ (Euro)
14	349	10,470,000		9,048,426					3,389,975

Yatırımcı açısından dikkate alınan Toplam Net Karın Bugünkü Değeri, Tablo 9’da gösterildiği üzere 9,048,426 Euro olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, üretim tamamlandığında tesisin satışından elde edilecek gelirin bugünkü değeride 3,389,975 Euro olarak hesaplanmıştır. Bu hesaplanan iki gelir kaleminin toplamı Tablo 10’da gösterildiği üzere tesisin ilk yatırım maliyetine yaklaşık eşit olmaktadır.

Tablo 10. Tesisin Toplam Net Gelirinin Bugünkü Değeri (Senaryo 4)

TOPLAM NET KARIN BUGÜNKÜ DEĞERİ (Euro)	TESİSİN SATIŞININ BUGÜNKÜ DEĞERİ (Euro)	TOPLAM GELİRİN BUGÜNKÜ DEĞERİ (Euro)	TESİSİN İLK KURULUM MALİYETİ (Euro)
9,048,426	3,389,975	12,438,401	12,450,000

Sonuç olarak başabaş noktası analizleri bugünkü değer dikkate alınarak yapıldığında, “senaryo 4” için hesaplanan toplam 12,425,000 (Euro) değerindeki yatırım tutarını karşılaması için üretim tesisinin 14 yıl boyunca üretim yapması ve toplamda minimum 349 araç üretmesi gerekmektedir.

3.5. Minimum Yatırım Maliyeti ve Optimum Üretim Kapasitesi (Senaryo 5)

Bu senaryodaki tesisin ilk kurulum maliyeti, minimum yatırım maliyeti öngörüsünden dolayı senaryo 2’de hesaplanan Tesisin Tüm Yatırım maliyetleri tutarından dinamik test yolu yatırım maliyetini çıkartılarak hesaplanmıştır.

Bu durumda; tesisin ilk kurulum maliyeti (27,546,250 – 7,200,000) 20,346,250 Euro olarak öngörülmüştür.

Tablo 11. Tesisin Yıllık Net Kar Miktarları (Senaryo 5)

YILLAR	YILLIK ORTALAMA ARAÇ ÜRETİM MİKTARLARI (Araç)	YILLIK ORTALAMA NET KAR (Euro)	YILLIK İSKONTO ORANI (%)	YILLIK KARIN BUGÜNKÜ DEĞERİ (Euro)	TESİSİN YILLIK AMORTİSMAN DEĞERİ (Euro)	TESİSİN KALAN DEĞERİ (Euro)	TESİSİN BUGÜNKÜ KALAN DEĞERİ (Euro)	TESİSİN SATIŞTA HURDA FAKTÖRÜ	TESİSİN SATIŞININ BUGÜNKÜ DEĞERİ (Euro)
1	56	1,680,000	2	1,647,059	406,925	19,939,325	19,548,358	0.5	9,774,179
2	76	2,280,000	2	2,191,465	406,925	19,532,400	18,773,933	0.5	9,386,967
3	76	2,280,000	2	2,148,495	406,925	19,125,475	18,022,362	0.5	9,011,181
4	76	2,280,000	2	2,106,368	406,925	18,718,550	17,293,047	0.5	8,646,523
5	76	2,280,000	2	2,065,066	406,925	18,311,625	16,585,403	0.5	8,292,701
6	76	2,280,000	2	2,024,575	406,925	17,904,700	15,898,861	0.5	7,949,431
7	21	630,000	2	548,453	406,925	17,497,775	15,232,866	0.5	7,616,433
TOPLAM ÜRETİM YILI	ÜRETİLEN TOPLAM ARAÇ SAYISI	TOPLAM NET KAR (Euro)		TOPLAM NET KARIN BUGÜNKÜ DEĞERİ (Euro)					TESİSİN SATIŞININ BUGÜNKÜ DEĞERİ (Euro)
7	457	13,710,000		12,731,480					7,616,433

Yatırımcı açısından dikkate alınan Toplam Net Karın Bugünkü Değeri, Tablo 11’de gösterildiği üzere 12,731,480 Euro olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, üretim tamamlandığında tesisin satışından elde edilecek gelirin bugünkü değeride 7,616,433 Euro olarak hesaplanmıştır. Bu hesaplanan iki gelir kaleminin toplamı Tablo 12’de gösterildiği gibi tesisin ilk yatırım maliyetine yaklaşık eşit olmaktadır.

Tablo 12. Tesisin Toplam Net Gelirinin Bugünkü Değeri (Senaryo 5)

TOPLAM NET KARIN BUGÜNKÜ DEĞERİ (Euro)	TESİSİN SATIŞININ BUGÜNKÜ DEĞERİ (Euro)	TOPLAM GELİRİN BUGÜNKÜ DEĞERİ (Euro)	TESİSİN İLK KURULUM MALİYETİ (Euro)
12,731,480	7,616,433	20,347,913	20,346,250

Sonuç olarak başabaş noktası analizleri bugünkü değer dikkate alınarak yapıldığında, “senaryo 5” hesaplanan toplam 20,346,250 (Euro) değerindeki yatırım tutarını karşılaması için üretim tesisinin 7 yıl boyunca üretim yapması ve toplamda minimum 457 araç üretmesi gerekmektedir.

3.6. Minimum Yatırım Maliyeti ve Maksimum Üretim Kapasitesi (Senaryo 6)

Bu senaryodaki tesisin ilk kurulum maliyeti, minimum yatırım maliyeti öngörüsünden dolayı senaryo 3’de hesaplanan Tesisin Tüm Yatırım maliyetleri tutarından dinamik test yolu yatırım maliyetini çıkartılarak hesaplanmıştır. Bu durumda; Tesisin ilk kurulum maliyeti (30,886,250 – 7,200,000) 23,686,250 Euro olarak öngörülmüştür.

Tablo 13. Tesisin Yıllık Net Kar Miktarları (Senaryo 6)

YILLAR	YILLIK ORTALAMA ARAÇ ÜRETİM MİKTARLARI (Araç)	YILLIK ORTALAMA NET KAR (Euro)	YILLIK İSKONTO ORANI (%)	YILLIK KARIN BUGÜNKÜ DEĞERİ (Euro)	TESİSİN YILLIK AMORTİSMAN DEĞERİ (Euro)	TESİSİN KALAN DEĞERİ (Euro)	TESİSİN BUGÜNKÜ KALAN DEĞERİ (Euro)	TESİSİN SATIŞTA HURDA FAKTÖRÜ	TESİSİN SATIŞININ BUGÜNKÜ DEĞERİ (Euro)
1	168	2,520,000	2	2,470,588	473,725	23,212,525	22,757,377	0.5	11,378,689
2	188	2,820,000	2	2,710,496	473,725	22,738,800	21,855,825	0.5	10,927,912
3	188	2,820,000	2	2,657,349	473,725	22,265,075	20,980,877	0.5	10,490,439
4	188	2,820,000	2	2,605,244	473,725	21,791,350	20,131,839	0.5	10,065,920
5	188	2,820,000	2	2,554,161	473,725	21,317,625	19,308,030	0.5	9,654,015
6	108	1,620,000	2	1,438,514	473,725	20,843,900	18,508,787	0.5	9,254,393
TOPLAM ÜRETİM YILI	ÜRETİLEN TOPLAM ARAÇ SAYISI	TOPLAM NET KAR (Euro)		TOPLAM NET KARIN BUGÜNKÜ DEĞERİ (Euro)					TESİSİN SATIŞININ BUGÜNKÜ DEĞERİ (Euro)
6	1,028	15,420,000		14,436,352					9,254,393

Yatırımcı açısından dikkate alınan Toplam Net Karın Bugünkü Değeri, Tablo 13’de gösterildiği üzere 14,436,352 Euro olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, üretim tamamlandığında tesisin satışından elde edilecek gelirin bugünkü değeride 9,254,393 Euro olarak hesaplanmıştır. Bu hesaplanan iki gelir kaleminin toplamı Tablo 14’de gösterildiği üzere tesisin ilk yatırım maliyetine yaklaşık eşit olmaktadır.

Tablo 14. Tesisin Toplam Net Gelirinin Bugünkü Değeri (Senaryo 6)

TOPLAM NET KARIN BUGÜNKÜ DEĞERİ (Euro)	TESİSİN SATIŞININ BUGÜNKÜ DEĞERİ (Euro)	TOPLAM GELİRİN BUGÜNKÜ DEĞERİ (Euro)	TESİSİN İLK KURULUM MALİYETİ (Euro)
14,436,352	9,254,393	23,690,745	23,686,250

Sonuç olarak başabaş noktası analizleri bugünkü değer dikkate alınarak yapıldığında, “senaryo 6” için hesaplanan toplam 23,686,250 (Euro) değerindeki yatırım tutarını karşılaması için üretim tesisinin 6 yıl boyunca üretim yapması ve toplamda minimum 1028 araç üretmesi gerekmektedir.

4. SONUÇ

Bu çalışmada, birçok disiplini barındıran raylı sistem sektöründe araç üretimde önemli bir süreç olan “araç gövdesi son montaj” yatırımının en verimli şekilde nasıl gerçekleştirilebileceği araştırıldı. Çalışmada, dört araçtan oluşan bir metro dizisi için farklı yatırım ve üretim senaryoları için analizler yapıldı. Yapılan analizlerde, metro aracı için birim maliyet bir milyon Euro ve herbir aracın son montaj işleminden teslimatına kadar geçen süredeki net kar oranları; vardiyasız çalışma senaryosunda (optimum üretim kapasitesi durumu) araç birim maliyetinin 3%’ü (30,000 Euro), vardiyalı çalışma senaryosunda (maksimum üretim kapasitesi durumu) araç birim maliyetinin 1.5%’u (15,000 Euro) olarak öngörülmüştür. Yatırımcıların değerlendirmelerinde kullanılan bugünkü değer yöntemi iskonto oranı 2% olarak kabul edilerek, yıllık üretim miktarlarına bağlı olarak elde edilen net karın hesaplanmasında kullanılmıştır. Ayrıca, kurulacak tesisin kullanım ömrü 50 yıl olarak kabul edilerek, üretim tamamlandığında tesisin satışından elde edilecek gelirin bugünkü değeride analizlerde dikkate alınmıştır.

Türkiye’deki mevcut sanayi ve altyapı dikkate alındığında, gövde saçının girişinden itibaren raylı sistem aracının üretilmesine kadar tüm imalat ve üretim işlerinin aynı tesis içerisinde yapılması, kısacası entegre bir raylı sistem araç üretimi tesisinin kurulması hem maliyet hem de ülkede artık kapasite oluşturması sebebiyle gerekli görülmemektedir. Dolayısıyla Türkiye’deki mevcut sanayi ile işbirlikleri geliştirilerek, araçların alt parçalarının yurtiçi firmalardan temin edilerek gövde son montaj tesisinde birleştirilmesi en uygun üretim altyapısı olarak önerilmektedir. Bu çalışmamda tablolarda gösterildiği üzere, gövde son montaj tesisinde istenilen kapasiteye göre kurulum maliyetleri farklılıklar göstermektedir. Tesis yatırımında en büyük farklılıklardan birisini 1.2 kilometrelik dinamik test yolu oluşturmaktadır. Dinamik test yolunun tesis içerisinde yer alması durumunda, tesis yatırımının karşılanması için gereken süreler ve üretilmesi gereken araç sayıları yaklaşık 35-40% oranında artmaktadır. Dolayısıyla, yatırımcıyı teşvik açısından son montaj tesisinde dinamik test yolunun olması için bir zorlama yapılmamalıdır. Ancak bu durumda araç üreticisi tarafından işletme sahasında dinamik testlerin yapılması için uygun test ortamının sağlanması, yeterli test zamanının verilmesi gibi gerekli destekler müşteri tarafından üreticiye sağlanmalıdır. Ülkedeki her araç üreticisi firmanın dinamik test yolu yapması sonucunda, yaklaşık olarak toplamda 25-30 milyon € harcanması yerine ulusal bir test merkezi yapılırsa tasarruf sağlanabilir. Sonuçta, ülkede kurulacak ulusal demiryolu test merkezinde dinamik testler yapılabilir.

Son montaj tesisinde gerçekleştirilen araç üretiminin en verimli durumu göz önüne alındığında, üretim montaj sürelerinin dengeli dağıtılması planlama aşamasında büyük önem taşımaktadır. Üretim aşamasında ise süreç yönetimi ve üretim takibinin ciddi yapılması, yaşanabilecek gecikmeler için gerekli önlemlerin alınarak düzenlemelerin yapılması gerekmektedir. Üretimde yaşanılacak gecikmeler; teslimat gecikmelerine, atıl ve verimsiz işgücüne, bekleme ve stok alan ihtiyaçlarına sebep olacağından ciddi anlamda maddi kayıplar oluşturmaktadır. Tesisin planlanması esnasında önerilen planlama modeli, tek vardiya sistemine göre ve herbir istasyondaki süreçlerin zamanlarının dengeli olduğu durumdur. Bu öneriye uygun senaryo ise; Minimum Yatırım Maliyeti ve Optimum Üretim Kapasitesi (Senaryo 5)'dir.

KAYNAKÇA

Birol, F., (2019), The Future of Rail Opportunities for Energy and the Environment, France, International Energy Agency (IEA), 20-22.

Hein, A.P., Otto, A., (2016), Huge Value Pool Shifts Ahead-How Rolling Stock Manufacturers Can Lay Track for Profitable Growth, Dusseldorf, Munich, Germany, McKinsey&Company, 12-13.

Nippon Sharyo, (2020), 08.01.2020. https://www.n-sharyo.co.jp/company/index_e.html, https://www.n-sharyo.co.jp/business/tetsudo_e/maiking.htm.

Pektaş, İ., (2019), Raylı Ulaşım Sistemleri Sektör Analizi, Ankara, Anadolu Raylı Ulaşım Sistemleri Kümelenmesi (ARUS), 12-13.