



İSTANBUL MEDENİYET

ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANABİLİM DALI

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ PROGRAMI

**ULAŞIM SİSTEMLERİNDE ETMEN TABANLI
SİMÜLASYON GELİŞTİRİLMESİ VE BİR LOJİSTİK
FİRMASINDA VAKA ÇALIŞMASI**

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

Uğur KESKİN

Temmuz, 2020



İSTANBUL MEDENİYET

ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANABİLİM DALI

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ PROGRAMI

**ULAŞIM SİSTEMLERİNDE ETMEN TABANLI
SİMÜLASYON GELİŞTİRİLMESİ VE BİR LOJİSTİK
FİRMASINDA VAKA ÇALIŞMASI**

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

Uğur KESKİN

Tez Danışmanı:

Dr. Öğretim Üyesi ELİF CESUR

Temmuz, 2020

ONAY

İstanbul Medeniyet Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nde Yüksek Lisans öğrencisi olan Uğur KESKİN' in hazırladığı ve jüri önünde savunduğu “Ulaşım Sistemlerinde Etmen Tabanlı Simülasyon Geliştirilmesi ve Bir Lojistik Firmasında Vaka Çalışması” başlıklı tez başarılı kabul edilmiştir.

JÜRİ ÜYELERİ

Tez Danışmanı:

[Dr. Öğr. Üyesi Elif CESUR]

Kurumu: İstanbul Medeniyet Üniversitesi

Üyeler:

[Prof. Dr. Emine CAN]

Kurumu: İstanbul Medeniyet Üniversitesi

[Dr. Öğr. Üyesi Serap TEPE]

Kurumu: Sağlık Bilimleri Üniversitesi

İMZA

.....

.....

.....

Tez Savunma Tarihi: 20 Temmuz 2020

ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI

İstanbul Medeniyet Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü bünyesinde hazırladığım bu Yüksek Lisans tezinin bizzat tarafımdan ve kendi sözcüklerimle yazılmış orijinal bir çalışma olduğunu ve bu tezde;

- 1- Çeşitli yazarların çalışmalarından faydalandığımda bu çalışmaların ilgili bölümlerini doğru ve net biçimde göstererek yazarlara açık biçimde atıfta bulunduğumu;
- 2- Yazdığım metinlerin tamamı ya da sadece bir kısmı, daha önce herhangi bir yerde yayımlanmışsa bunu da açıkça ifade ederek gösterdiğimi;
- 3- Alıntılanan başkalarına ait tüm verileri (tablo, grafik, şekil vb. de dâhil olmak üzere) atıflarla belirttiğimi;
- 4- Başka yazarların kendi kelimeleriyle alıntıladığım metinlerini kaynak göstererek atıfta bulunduğum gibi, yine başka yazarlara ait olup fakat kendi sözcüklerimle ifade ettiğim hususları da istisnasız olarak kaynak göstererek belirttiğimi,

beyan ve bu etik ilkeleri ihlal etmiş olmam halinde bütün sonuçlarına katlanacağımı kabul ederim.

Uğur Keskin

[İmza]

TEŞEKKÜR

Bu tezimde TÜBİTAK 2211 Yurt İçi Lisansüstü Burs Programı (2210-C Öncelikli Alanlara Yönelik Yurt İçi Yüksek Lisans Burs Programı) bursiyeri olarak TÜBİTAK'a maddi desteğinden dolayı teşekkür ederim.

Tez çalışmam boyunca değerli katkıları, yardımı ve özveriyle bana yol gösteren değerli hocam Dr. Elif Cesur'a, hayatım boyunca aldığım tüm kararlarda bana güvenen, beni her anlamda destekleyen değerli aileme ve arkadaşlarıma göstermiş oldukları sabır ve sevgiden dolayı teşekkür ederim.

Temmuz, 2020

Uğur KESKİN



İÇİNDEKİLER

ONAY.....	i
ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI.....	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
KISALTMALAR	vi
ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
TABLO LİSTESİ	ix
ÖZET.....	x
ABSTRACT	xi
1.GİRİŞ	13
1.1. Problemin Tanımı	15
1.2. Tezin Yapısı	16
2. LİTERATÜR TARAMASI.....	18
2.1. Lojistik Üzerine Çalışmalar	18
2.2. Etmten Tabanlı Simülasyon Üzerine Çalışmalar (ABS).....	19
2.3. ABS Kullanarak Lojistik Üzerine Çalışmalar.....	19
3. TEORİK ARKA PLAN.....	21
3.1. Endüstri 4.0	21
3.1.1. Endüstri 4.0 Tarihçesi	22
3.1.2. Endüstri 4.0'ın Yapısı	22
3.1.3. Endüstri 4.0'ın Prensipleri	24
3.1.4. Endüstri 4.0'ın Avantajları.....	26
3.1.5. Endüstri 4.0'ın Dezavantajları	26
3.2. Lojistik	27
3.2.1. Lojistiğin Tarihçesi	27
3.2.2. Lojistik 4.0	28
3.2.3. Lojistik Sektörünü Etkileyecek Teknolojiler	29
3.3. İş Sağlığı ve Güvenliği.....	32
4. METODOLOJİ	36
4.1. Simülasyon Yöntemi.....	36
4.1.1. Simülasyonun Tarihçesi	36
4.1.2. Simülasyonun Özellikleri.....	37
4.1.2.1 Fiziksel Simülasyonlar (Physical Simulations).....	38
4.1.2.2. Yinelemeli Simülasyonlar (Iterative Simulations).....	38
4.1.2.3. Prosedürel Simülasyonlar (Procedural Simulation)	38
4.1.2.4. Durumsal Simülasyonlar (Situational Simulations).....	38
4.1.3. Simülasyon Tekniğinin Kullanım Amaçları	39
4.1.4. Simülasyonun Avantaj ve Dezavantajları	40
4.1.5. Simülasyon Teknikleri	42
4.1.5.1. Etmten Tabanlı Simülasyon	44
4.1.5.2. Sistem Dinamiği.....	45
4.1.5.3. Ayrık Olay Simülasyon.....	46
4.2. Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS)	47
4.3. Simülasyon Paket Programı	51
5. LOJİSTİK FİRMASI VAKA ÇALIŞMASI.....	59

5.1. Data Analizi	59
5.2. Simülasyonun Uygulanması.....	61
5.2.1. Durum Tabloları (State Chart)	61
5.2.1.1. Tırların Durum Tabloları	62
5.2.1.2. Bakım Durum Tablosu.....	63
5.2.1.3. Simülasyonun İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından Yeniden Düzenlenmesi.....	64
5.2.1.4. CBS Simülasyon Entegrasyonu	65
6.SİMÜLASYON ANALİZ VE YORUMLARI.....	66
6.1. İthalat ve İhracat İzleme Ekranı	66
6.2. Tırların Bakım Hesaplama Ekranı	66
6.3. İstatiksel Analiz.....	67
6.3.1. Tırların Bakım Kontrol Durumları.....	68
6.3.2. Tırların Durumları.....	68
6.3.3. Tırların Servis Seviyeleri	69
7.SONUÇ.....	70
KAYNAKÇA	72
ÖZGEÇMİŞ.....	76

KISALTMALAR

ABS	Agent Based Simulation
GIS	The International Air Transport Association
CLM	The Council of Management
IOT	Nesnelerin İnterneti
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemi
ISG	İş Sağlığı ve Güvenliği
UND	Uluslararası Nakliyeciler Derneği
PLC	Programmable Logic Controller
RFID	Radio Frequency Identification
AR	Artırılmış gerçeklik
RM	Risk yönetimi
ABM	Etmen tabanlı modelleme

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 3.1.1. Endüstri 1.0`dan Endüstri 4.0 Süreci (Kaynak: DFKI, 2011)	22
Şekil 3.1.2. Endüstri 4.0`ın Yapısı.....	24
Şekil 3.3.1. Günlük Sürüş Zamanı 1.....	34
Şekil 3.3.2. Günlük Sürüş Zamanı 2.....	34
Şekil 3.3.3. Günlük Sürüş Zamanı 3.....	34
Şekil 3.3.4. Günlük Sürüş Zamanı 4.....	35
Şekil 3.3.5. Günlük Sürüş Zamanı 5.....	35
Şekil 4.1. Simülasyon Uygulama Alanları Abu-Taieh ve Şeyh (2007).....	43
Şekil 4.1.5. Simülasyon Teknikleri.....	44
Şekil 4.1.5.1. Etmen Tabanlı Simülasyon Genel Mimarisi <i>Anylogic</i> TM	45
Şekil 4.1.5.2. Sistem Dinamiği Örneği <i>Vensim</i> TM	46
Şekil 4.1.5.3. Ayrık Olay Simülasyon Banka Örneği <i>Arena</i> TM	47
Şekil 4.3.1. Multimethod Simülasyon Şeması (https://www.anylogic.com/features/).....	54
Şekil 4.3.2. Animasyon ve Görselleştirmenin Gösterimi (https://www.anylogic.com/features/).....	55
Şekil 4.3.3. Endüstriye Özgü Kütüphane Örnekleri (https://www.anylogic.com/features/).....	56
Şekil 4.3.4. CBS Harita Entegresinin Görünümü (https://www.anylogic.com/features/).....	57
Şekil 4.3.5. Bulutta Simülasyonun Görünümü (https://www.anylogic.com/).....	58
Şekil 5.2.1.1. Tırların Hareket Şeması.....	63
Şekil 5.2.1.2 Tırların Bakım Şeması.....	64
Şekil 5.2.1.3. Günlük Sürüş ve Dinlenme Süreleri.....	64
Şekil 5.2.1.4. Simülasyonun Ekran Görüntüsü.....	65
Şekil 6.1. Tır İzleme Ekranı.....	66
Şekil 6.2. Tırların Yedek Parça Hesaplama Ekranı.....	67
Şekil 6.3.1. Tırların Üç Tip Bakımındaki Toplam Sayısı	68

Şekil 6.3.2. Tırların Mevcut Durumu	68
Şekil 6.3.3. İSG Kuralları Eklemeden Kamyon Servis Seviyesi	69
Şekil 6.3.3.1. İSG Kurallarını Ekleyerek Tırların Servis Seviyesi	69



TABLO LİSTESİ

Tablo 1. Lojistik ve Ulaştırma Sistemleri Literatürü.....	18
Tablo 2. Etmem Tabanlı Simülasyon Literatürü	19
Tablo 3. ABS Tekniğini Kullanarak Lojistik Konusunun Literatürü.....	20
Tablo 4. Endüstri 4.0'ın Bileşenleri	23
Tablo 5. Simülasyon Paket Programlarının Karşılaştırılması	52
Tablo 6. Tır Filosunun Özellikleri.....	59
Tablo 7. Tırların Bakım ve Onarım Özellikleri.....	60
Tablo 8. Sevkiyat için Atanan Tırların Bilgileri.....	60
Tablo 9. Detaylı Tır Filosu Ulaşım Süreleri, Yakılan Mazot ve Toplam Maliyet ...	61

ÖZET

Almanya`da bulunan lojistik firmasının iki dağıtım merkezi ve satış noktaları arasında ithalat ve ihracat faaliyetlerinin yürütüldüğü karayolu ulaşım sistemlerinin analizi yapılmıştır. Bu analizler sonucunda yükleme ve boşaltma noktaları belirlenip bir çizelgeleme yapılmıştır. Bu önerilen çizelgelemenin performansı incelenmiştir. Bu tezin kapsamında yurtdışına ürün gönderip ürün alan bir lojistik firmasının ulaşım ağlarının kısıtlar dahilinde analizleri yapıp simülasyon modeli gerçekleştirilerek filo operasyonlarının verimliliğinin artırılması hedeflenmiştir. Var olan model üzerinde vaka çalışmaları ile gerçekte yapmaları zor olan rotalama, araç atama gibi kararlar alınmış ve bu kararların sonuçları analiz edilmiştir.

Ayrıca Coğrafi Bilgi Sistemleri ile simülasyon metodunu birleştirerek lojistik firmasının satış noktaları, yükleme boşaltma noktaları harita üzerinde gösterilmiş ve lojistik firmasının etkinliklerinin simülasyon yöntemi ile incelenip analizi edilmiştir. Sevkiyatlar gerçek zamanlı izlenmiş olup anlık parametre değişiklikleri yapılarak test edilmiştir.

İş sağlığı ve güvenliği açısından getirdiği yenilik ise iş sağlığı ve güvenliğindeki mevzuatta geçen günlük dinlenme zamanları, haftalık dinlenme zamanları ve günlük sürüş süreleri gibi parametrelerin simülasyon içine entegre edilmiş olmasıdır.

Simülasyon sonucunda çeşitli grafikler ve raporlar ile durum analizleri yapılmış ve gerekli görülen kaynaklarda değişiklikler yapılarak optimum sonuçlar elde edilmeye çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Simülasyon, Lojistik, Endüstri 4.0, Anylogic, İş Sağlığı Ve Güvenliği

ABSTRACT

For import and export activities to be carried out between two retailer and distribution points for a logistics company that is located in Germany, highway transport is analysed. Due to this analyses loading and unloading points are determined a scheduling is created. The performance of the advised scheduling is analysed. The aim of this thesis is to increase the efficiency of a company's which transports goods back and forth internationally even in situations where the company has limited access to the distribution network by creating a simulation model. In this model case studies are carried out, tasks which are difficult to perform in real life such a routing and vehicle designation are decided and analysed.

By combining geographical information systems with simulation method, the logistics company's actions are monitored and analysed by showing the retail and loading/unloading points on the map. Transport is accomplished by being observed in real time and at the same time by making adjustments to parameters. These are then tested.

The innovation it brought to the health and safety in a work environment by implementing parameters into the simulation such as daily break times, weakly rest times and daily driving times by taking account regulations.

Optimum results are obtained by changing variables such as situational analyses and other various resources. After this is done simulation reports, graphs and results are analysed.

Keywords: Industry 4.0, Simulation, Logistics, Occupational Health and Safety

1.GİRİŞ

Günümüzün hızlı bir şekilde gelişmekte olan teknolojileriyle birlikte ulaşım sistemlerini kullanma ihtiyacı artmış olduğu görülmektedir. Lojistik ile üretim birbiriyle ayrı düşünülmeceğinden ham maddenin sağlanmasından üretim süreçlerine ve sevkiyatına kadar Endüstri 4.0'la yeniden şekillenerek lojistiğin dönüşümünü etkileyecektir. Endüstri 4.0'ın ana süreçleri birbirleri arasında gerçek zamanlı haberleşmesi temeli yatmaktadır. Esas olarak lojistiğin 7 doğrusu değişmemekle birlikte sadece lojistikteki yedi doğrunun her birine yeni anlamlar yüklenmektedir.

İhracat taşımalarına bakacak olursak; 2017 tarihinde %4 büyüme yani 1.249.147 taşımayla sonuçlanmıştır. 2018 yılının Ocak ayı ihracat taşıması 99.205 ile yani 2017 yılına göre %1 büyüme görülmüştür. 2018 yılının genelinde ise 1.231.752 taşımayla %-1 düşüş olmuştur. 2018 Ocak-Eylül arasında 892.091 taşıma 2019 Ocak-Eylül arasında ise 934.404 taşıma ile %4 büyüme görülebilmektedir (<http://www.und.web.tr/upload/Eylul2019.pdf>).

İthalat taşımalarına bakacak olursak; ocak 2017 yılında dünyada 41.133 ithalat taşıma sayısı yapılmıştır. Türkiye ise bu toplam rakamın 25.782 adetini taşıyarak %21.28 paya sahip olduğu görülmektedir. ocak 2018 yılında dünyada 51.297 ithalat taşıma sayısı yapılmıştır. Türkiye ise bu toplam rakamın 32.713 adetini taşıyarak %27 paya sahip olduğu görülmektedir. 2018 yılının ocak ayındaki 32.713 adetten 2019 yılında ocak ayında 26.795 adet taşınmıştır ve %-18'lik bir düşüş yaşanmıştır. 2019 yılında ise dünya genelinde bir düşüş mevcuttur (<https://www.und.org.tr/medya-detay/undden-haberler/ocak-2019-tasimacilik-istatistikleri-raporu-yayinlandi>).

Bu durumlara yıl olarak bakarsak ortalama ihracat sayısı 1.500.000 dolaylarında ve Türkiye bunun yaklaşık olarak 1.250.00 adetini taşımaktadır. İthal taşımada ise ortalama 650.000 civarında Türkiye ise bunun 430.000 adetini taşımaktadır. İhracat ve ithalat taşımasına ait verileri Uluslararası Nakliyeciler Derneği (UND) sitesinden

alınmıştır. Görüldüğü üzere sektör her geçen yıl artarak ilerlemekte olup önemli bir konuma sahiptir.

Gelişmekte Olan Piyasalar Lojistik Endeksi 2018 (Agility Emerging Markets Logistics Index 2018) göre 50 ülke karşılaştırılması mevcuttur. Şu kısıtlara göre; pazar büyüklüğü ve büyüme alt indeksi (Market Size and Growth sub-index), pazar uyumluluk alt indeksi (Market Compatibility sub-index), pazar bağlantılılık alt indeksi (Market Connectedness sub-index) ilk 10 ülke sırasıyla ve genel toplam endeksiyle şu şekildedir:

Çin (China) 8.00, Hindistan (India) 7.12, Birleşik Arap Emirlikleri (UAE) 7.01, Endonezya (Indonesia) 6.50, Suudi Arabistan (Saudi Arabia) 6.29, Rusya (Russia) 6.10, Meksika (Mexico) 6.06, Brezilya (Brazil) 6.03, Türkiye (Turkey) 6.03, Mısır (Egypt) 5.73 görüldüğü üzere Türkiye 9. sıradadır. (<https://www.agility.com/wp-content/uploads/2018/03/Agility-Emerging-Markets-Logistics-Index-2018.pdf>)

2019 yılı sıralamasına baktığımızda ise: Çin, Hindistan, Birleşik Arap Emirlikleri, Endonezya, Malezya, Suudi Arabistan, Meksika, Katar, Türkiye, Vietnam ilk on sıradaki ülkelerdir. 2018 yılındaki Rusya 14 ve Brezilya 15 olmuştur Türkiye ise 9 olarak yerini korumuştur (<https://www.agility.com/insights/wp-content/uploads/2020/01/Agility-Emerging-Markets-Logistics-Index-2019.pdf>).

Böyle karmaşık ve sürekli büyüyen gelişen bir sektörü göz ardı etmek mümkün değildir.

Ulaşım ve taşımacılık sektöründeki büyük çaplı projelerde (örneğin, karayolu, denizyolu petrol taşımacılığı ve hava yolu taşımacılığı vb.) karşımıza çıkmaktadır. Gerçek hayatta karşılaşılabilecek olan problemlerin çözülmesi, çözümlerin zor uygulanabilmesi veya çözülmesi için yapılan prototipin maliyet ve zaman olmadığı durumlar için simülasyon teknikleri kullanılmaktadır. Simülasyonda önde gelen yaklaşımlar olarak kesikli olay benzetimi, sistem dinamiği benzetimi ve etmen tabanlı benzetim yaklaşımlardır. Simülasyonda etmen tabanlı simülasyon metodunun lojistik firmasında uygulaması yapılmıştır.

Bu projenin temelini oluşturan Anylogic programı her geçen gün literatürde daha fazla yer almaya başlamıştır. Komplike problemlerin çözümünde diğer simülasyon programları hepsini aynı anda yapabileme imkanı tanımamaktadır. Anylogic ise

karmaşık problemlerin çözümlenmesinde önde gelen yaklaşımları birlikte kullanabilme, hızlı bir şekilde oluşturma ve değişen şartlar ve koşullara uyum sağlayarak gelen çözümleri elde etmede son derece etkilidir.

1.1. Problemin Tanımı

Endüstri 4.0, otomasyon ve entegrasyon endüstrilerinde hızlı bir şekilde yaygınlaşmanın yanı sıra, şirketler için değer zinciri ağlarının anlık yönetilmesi ve optimize edilmesi için zeki denetleme ve takip sistemleri kullanılmaktadır. Bu süreçteki gelişmenin başlangıç kısmı olarak, ulaşım ve üretim sektörlerindeki kendi kendini yönetebilme ve karar süreçlerini uygulayabilmektir. Endüstri 4.0`da ki ana hedef kendini düzenleyebilen üretimdeki sistem ve süreçlerin geliştirilmesi ile birbirleriyle özerk bir iletişim kuran üretim tesislerinde gelişimin sağlanmasıdır. Bu da bize ürünlerin üretici noktasından tüketici noktasına kadar ki ulaşımında süreçleri karşılayacak olan lojistik sektörünün endüstri 4.0 ile iç içe olduğunu göstermektedir.

Endüstri 4.0 ve lojistiğin simülasyon ile bağdaştığı nokta ise, ulaşım ve taşımacılık sektöründeki büyük çaplı karayolu, denizyolu petrol taşımacılığı ve hava yolu taşımacılığı projelerinde analitik sistemler ile çözülemeyecek karmaşıklıkta ve zorlukta problemler olmasıdır. Gerçek hayatta karşılaşılabilecek olan bu kompleks problemlerin çözülmesi, çözümlerin zor uygulanabilmesi veya çözülmesi için yapılan prototipler maliyetli ve uzun zaman aldıkları için simülasyon teknikleri kullanılmalıdır.

Lojistik ve ulaşım sistemleri alanında yapılan çalışmalarda etmen tabanlı simülasyon teknikleri ve coğrafi bilgi sistemleri ile entegre edilmiş mevcut çalışmalar neredeyse yok denecek kadar azdır.

Bu çalışma ile Lojistik 4.0`ında temelinde yatan birbiri ile haberleşen, anlık bilgileri değerlendirip bilgiye çeviren ve bir sonraki adıma karar veren otonom yapılar ile taşımacılık işlemlerini simüle etmeye çalışmaktır.

1.2. Tezin Yapısı

Tezin içeriği aşağıdaki gibidir;

Bölüm 2'de literatür taraması yani tezin ana parçalarından olan lojistik ve etmen tabanlı simülasyon için literatür araştırması yapılarak hangi çalışmaların yapıldığı listelenmiştir.

Bölüm 3'de teorik arka plan üzerinde durulmuştur. Teorik arka plan iki ana başlık altında anlatılmıştır. İlk olarak endüstri 4.0 anlatımı, kısa bir tarihçesi, yapısı ve avantaj ve dezavantajlarıyla genel bir endüstri 4.0 çatısı oluşturulmuştur. İkinci olarak ise lojistik anlatımı, tarihçesi ve endüstri 4.0 hayatımıza girmesiyle lojistik 4.0 bilgisi verilerek, lojistik sektörünü etkileyen veya etkileyecek teknolojiler anlatılmıştır.

Bölüm 4'de metodoloji hakkında bilgiler verilmiştir. İlk olarak tezde önemli bir yere sahip olan simülasyon metodolojisi anlatılmıştır. Yani simülasyon hakkında genel bir bilgi, kısa bir tarihçe, simülasyon tekniğinin kullanım amaçlarının neler olduğu, simülasyonun avantaj ve dezavantajlarıyla birlikte tezimizde kullanmış olduğumuz simülasyon tekniği hakkında anlatımlar yapılmıştır. İkinci olarak tezimde simülasyon ve lojistiği nasıl bağdaştırabiliriz sorusuna yanıt olarak coğrafi bilgi sistemleri anlatılmıştır. Son olarak ise tezimizde kullanacağımız simülasyon programının detaylı anlatımı ve piyasadaki diğer simülasyon programlarıyla karşılaştırılması üzerinde durulmuştur.

Bölüm 5'de simülasyonumuzun uygulamasıdır. Yani bir lojistik firmasında bir vaka çalışması yapılmıştır. Firmadan alınan verilerin analizi yapılmıştır ve ardından simülasyon çalışması başlamıştır. Simülasyonda depo ve perakendecilerden gidip gelmesi için tırların gerekli hareket ayarları yapılmıştır. Daha sonra tırların bakımları için gereken ayarlamalar yapılmıştır. Coğrafi bilgi sistemleri ile simülasyonun entegrasyonu yapılmıştır. Son olarak simülasyonun iş sağlığı ve güvenliği açısından yeniden değerlendirilip yapılmıştır.

Bölüm 6'da ise simülasyonun analiz ve yorumlarına yer verilmiştir. Tırlar hakkında bilgi ekranı oluşturulmuştur yani ithalat ihracat izleme ekranı yapılmıştır. Simülasyonda istatistiksel analizler yapılmıştır. Bunlar tırların bakım kontrol

durumlarını, tırların hangi durumda oldukları yani ulaşım durumu ve son olarak tırların servis seviyesinin sonuçları gösterilerek yorumlanmıştır.

Bölüm 7'de mevcut araştırma çalışmasının sonuçları anlatılmıştır. İkinci aşaması olası öneriler ve gelecekteki araştırmalara nasıl katkı yapabileceğinin üzerinde durulmuştur.



2. LİTERATÜR TARAMASI

Literatür tarama kısmı üç bölüm altında ele alınmıştır. İlk olarak lojistik alanında yapılan çalışmalar ikinci olarak etmen tabanlı simülasyon üzerine yapılan çalışmalar ve son olarak ise simülasyon ve lojistik üzerine yapılan çalışmalar incelenmiştir.

2.1. Lojistik Üzerine Çalışmalar

Bu bölümde lojistik ve taşımacılık ile ilgili konular incelenmiş ve bir araya getirilmiştir. Aşağıdaki tabloda, uygun yorumların çıkarılması ve araştırmacılara lojistik alanında güncel bir eğilim çizmek amacıyla özellikle en son dergi referansları verilmiştir.

Tablo 1. Lojistik ve Ulaştırma Sistemleri Literatürü

#	Çalışmanın Adı	Kullanılan Yöntem	Makaleler	Yıl
1	Uluslararası ve Kore Dergileri Arasında Lojistik Araştırmaları Üzerine Karşılaştırmalı Bir Çalışma	Karşılaştırma Kıyaslama	(Yoon, Bang, & Woo, 2016)	2016
2	Şirkette Lojistik Maliyet Parametrelerinin Belirlenmesi ve Ölçümü	Lojistik maliyetlerin tanımlayıcı analizi ve trend analizi	(Stępien, Legowik-Swiacik, & Wioletta S, 2016)	2016
3	Lojistik ve Üretimde RFID - Uygulamalar, Araştırma ve Akıllı Lojistik Bölgeleri için Vizyonlar	RFID	(Kirch, Poenicke, & Richter, 2016)	2016
4	Uluslararası Ticarete Lojistik Performans Etkisi	Kavramsal Çerçeve, Hipotezler ve Ölçüler, Örneklem ve Veri Toplama	(Gani, 2017)	2017
5	Formasyon Uçuş Mekaniği ve Bütünleşik Lojistik	Girdap kafes yöntemi	(Melin & Uyoga, 2017)	2017
6	Şantiyelerde malzeme lojistiği için veri kümesi	Şantiyelerde malzeme talebini tahmin yöntemi.	(PatienceF.Tunji-Olayeni, Afolabi, E.Eshofonie, & .Ayim , 2018)	2018
7	Hizmet şirketi için lojistik uygunluk modeli - teorik arka plan	SCOR modeli	(Lewandowska & Olejinik, 2018)	2018
8	Lojistik Portalları Gereksesiyle Yük Taşımacılığı Hizmetlerine Yönelik Talep Modellenmesi	Matematiksel model	(Naumov, 2018)	2018

2.2. Etmen Tabanlı Simülasyon Üzerine Çalışmalar (ABS)

Etmen tabanlı simülasyon çok çeşitli alanlarda uygulanmıştır ve ayrıca geleneksel simülasyon metodolojileriyle simüle edilemeyen ayrıntılı özellikleri simüle etmek isteyen simülasyon uygulayıcıları tarafından da kullanılmıştır.

ABS yöntemlerini kullanan uygulamalar, özellikle biyolojik, ekolojik, sosyal, işletme ve üretim alanlarında görülebilir. Aşağıdaki Tablo 2, alanlarına göre birkaç etmen tabanlı simülasyon uygulamasını listeler ve ilgili makalelere kısa bir açıklama ve referans sağlar.

Tablo 2. Etmen Tabanlı Simülasyon Literatürü

Alan	Açıklama	Makaleler
Biyolojik Bilim	Moleküler Davranış Hücre Davranışı ve Etkileşimleri Bağışıklık Sistemi için Mobil Hücre	(Troisi, Wong, & Ratner, 2005) (Alber, Kiskowski, Glazier, & Jiang, 2003) (Folcik, An, & Orosz, 2007)
Ekoloji ve Sağlık	Kanser Hızı Uzay Etkileşimleri Enfeksiyonların Yayılması	(Preziosi, 2003) (Testa, 2007) (Carley & Fridsma, 2006)
Ekonomi Bilimi	Klasik Ekonomiyi Rahatlatmak Faiz Davranışı	(Arthur, Durlauf, & Lane, 1997) (Tsfatsion, 2002)
İş & Pazar	Turizmciler Pazar Dinamiği Ekonomi ve Piyasa Durumu Tedarik Zinciri	(Charania, Olds, & DePasquale, 2006) (Lo'pez-Sa'nchez, Noria, & Rodri'guez JA, 2005) (Tonmukayakul, 2007) (Macal, 2004a)
Toplum & Kültür	Arkeolojik Kanıtlar Eski Uygarlık	(Kohler, Gumerman, & Reynolds, 2005) (Wilkinson TJ & al, 2007)

2.3. ABS Kullanarak Lojistik Üzerine Çalışmalar

Simülasyon yöntemi sadece lojistik uygulamaları alanında değil aynı zamanda üretim, savunma sistemleri ve sağlık sektörü gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Tablo 3, mevcut literatür ilerlemesi hakkındaki anlayışı arttırmak için lojistik alanında kullanılan simülasyon yöntemleri ile ilgili araştırmaları dikkate almıştır.

Tablo 3. ABS Tekniğini Kullanarak Lojistik Konusunun Literatürü

#	Çalışmanın Adı	Kullanılan Yöntem	Makaleler	Yıl
1	Belo Horizonte'de Mal Dağılımı için Kentsel Bir Lojistik Alanın Simülasyonu	Ayrık Olay Simülasyonu (ARENA simülasyon yazılımı)	(De Oliveira, Oliveira, & Correia, 2014)	2014
2	Kentsel alanlardaki kamyon park yeri: Trafik mikrosülasyonunda seçim modellemesi uygulaması	Ayrık Olay Simülasyonu + Monte Carlo simülasyonu (PARAMICS simülasyon yazılımı)	(Nourinejad, Wenneman, Habib, & Roorda, 2014).	2014
3	SINIF: Kentsel yük sistemlerinin analizi ve simülasyonu için bir DSS	Etmen Tabanlı Simülasyon (CLASS simülasyon yazılımı)	(Comi & Rosati, 2015)	2015
4	Lojistik yönetimi için simülasyon temelli bir Karar Destek Sistemi	Ayrık Olay Simülasyonu (ARENA simülasyon yazılımı)	(Fanti, et al., 2015)	2015
5	Gerçek zamanlı Yönetimi ile Mutualized Kentsel Lojistik Sistemlerin Simülasyonu	Ayrık Olay Simülasyonu	(Makhloufi, Cattaruzza, Meunier, Absi, & Feillet, 2015)	2015
6	Şehir lojistiği için mikro simülasyon destekli bir yük kentsel dağıtım merkezi tasarımı	Ayrık Olay Simülasyonu (WITNESS simülasyon yazılımı)	(Gattuso, Cassone, Lanciano, Placido, & Praticò, 2015)	2015
7	Şehir Lojistiği ve Trafik Yönetimi: İki Katmanlı Bir Sistemde İç ve Dış Kentsel Ulaşım Akımlarının Modellenmesi.	MATLAB simülasyon yazılımı	(Amaral & Aghezzaf, 2015)	2015
8	Kentsel dağıtım için park yeri tahsisi: Modeller ve formülasyonlar	CPLEX 12.1 simülasyon yazılımı	(Roca-Riu, Fernández, & Estrada, 2015)	2015
9	Belirli Bir Intermodal Taşımacılık Bağlamında Yükleme Boşaltma İşlemlerinin Kesikli Olay Simülasyonu	Ayrık Olay Simülasyonu (simülasyon yazılımı)	(Fatnassi & Chaouachi, 2016)	2016
10	Bir doğrulama için katılımcı bir simülasyon oyun çerçevesi etmen tabanlı model: şehir lojistiği vakası	Etmen Tabanlı Simülasyon (NetLogo simülasyon yazılımı)	(Anand, Meijer, Tavasszy, & Meijer, 2016)	2016
11	Kentsel lojistik planını değerlendirmek için etmen tabanlı bir simülasyon çerçevesi	Etmen Tabanlı Simülasyon	(Van Heeswijk, Mes, & Schutten, 2016)	2016

3. TEORİK ARKA PLAN

Teorik arka plan bölümü üç ana başlıkta anlatılmıştır. İlk olarak endüstri 4.0 hakkında geniş bir bilgi verilmiştir. İkinci olarak lojistik hakkında bilgiler verilmiştir ve son olarak ise lojistik sektöründe iş sağlığı ve güvenliği anlatılmıştır.

3.1. Endüstri 4.0

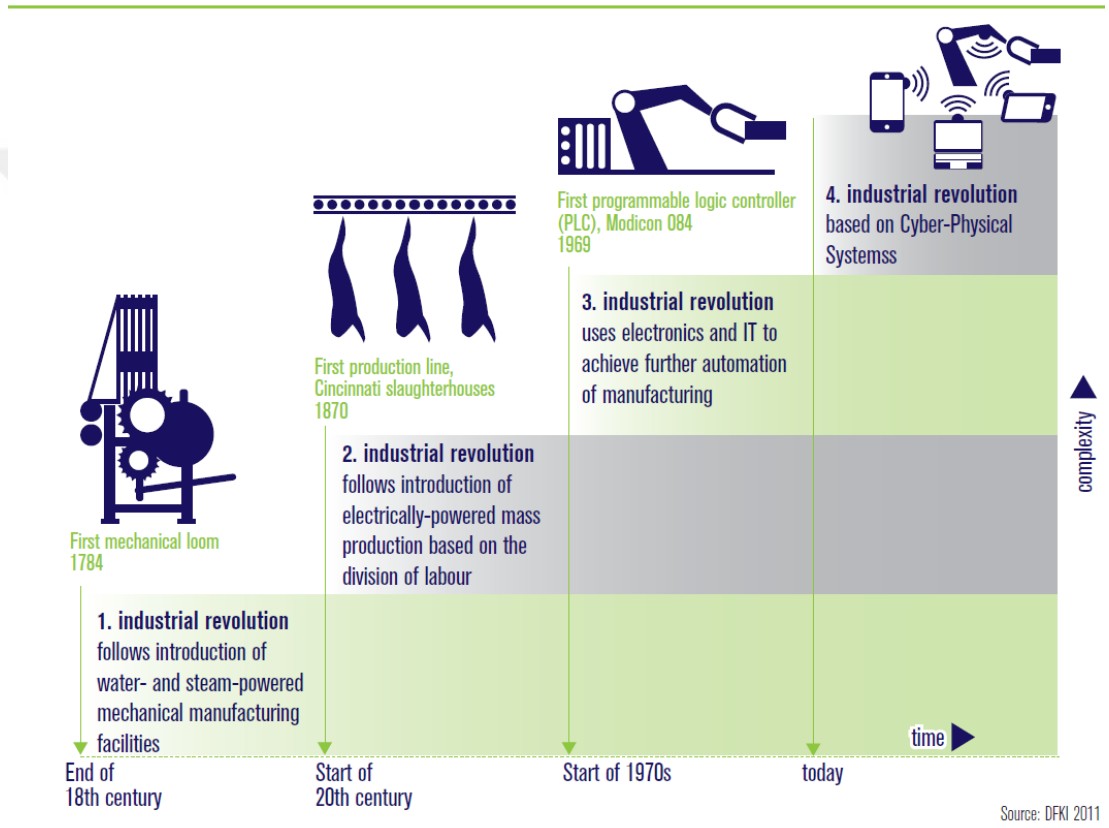
Endüstri 4.0 büyük ölçüde birbirine bağlılık, otomasyon, makine öğrenmesi ve gerçek zamanlı verilere odaklanan yeni bir aşamaya atıfta bulunmaktadır. Nesnelerin interneti veya akıllı üretim olarak da adlandırılan Endüstri 4.0, üretim ve tedarik zinciri yönetimine odaklanan şirketler için daha bütünsel ve daha iyi bağlanmış bir ekosistem oluşturmak için fiziksel üretim ve akıllı dijital teknoloji, makine öğrenmesi ve büyük verilerle birbirine bağlıdır. Günümüzde faaliyet gösteren her şirket ve organizasyon farklı olsa da, hepsi ortak bir zorlukla karşı karşıya yani süreçler, ürünler içinde bağlanmaya ve çağdaş düşünen insanlara ihtiyaç vardır.

Endüstri 4.0, Nesnelerin İnterneti (IoT) üzerinden birbirine bağlanabilirlik, gerçek zamanlı verilere erişim ve siber-fiziksel sistemlerin tanıtılması sayesinde son on yılda tamamen yeni bir seviyeye dijital teknolojiye önem veriyor. Endüstri 4.0, üretime daha kapsamlı, birbirine bağlı ve bütünsel bir yaklaşım sunmaktadır. Fiziksel ile dijital arasındaki bağlantıyı kurar ve departmanlar, ortaklar, satıcılar, ürünler ve insanlar arasında daha iyi işbirliği ve erişim sağlar. Endüstri 4.0, işletme sahiplerine faaliyetlerinin her yönünü daha iyi kontrol etme ve anlama ve güçlendirme, süreçleri iyileştirme ve büyümeyi hızlandırmak için anlık verilerden yararlanma olanağı sağlar.

İlk kez Endüstri 4.0 kelimesi 2011 tarihinde halka açık bir şekilde, Almanya'nın imalat sanayinde rekabetçiliğini artırma girişimi altındaki farklı alanlardan (ticaret, politika ve akademi gibi) bir grup temsilci tarafından "Endüstri 4.0" olarak tanıtıldı. Alman federal hükümeti, 2020 için Yüksek Teknoloji Stratejisi fikrini benimsemiştir. Daha sonra, Endüstri 4.0'ın uygulanmasına ilişkin daha fazla bilgi vermek için bir çalışma grubu oluşturulmuştur.

3.1.1. Endüstri 4.0 Tarihçesi

Endüstri 4.0`in kısaca tarihine özetlemiş olursak: 1. Endüstriyel Devrim olarak, buharlı makinelerin icadı ile makinelerin üretimlerde kullanılması, 2. Endüstriyel Devrim olarak, telgraf ve telefon icadıyla elektrik ve iş bölümüne dayalı seri üretime geçilmesi, 3. Endüstriyel Devrim olarak, PLC`nin icadıyla bilgi teknolojileri ve elektroniğin kullanımının gelişmesiyle üretim süreçleri daha da otomatikleşmesi ve son olarak 4. Endüstriyel Devrim ise siber-fiziksel sistemlere dayalı üretimler devreye girmiştir.



Şekil 3.1.1. Endüstri 1.0`dan Endüstri 4.0 Süreci (Kaynak: DFKI, 2011)

Yukarıdaki şekil 2`de görüldüğü gibi endüstri 1.0`ın endüstri 4.0`a kadar ki süreç görülmektedir.

3.1.2. Endüstri 4.0`ın Yapısı

Teknoloji ve değer zinciri kavramları Endüstri 4.0`ın ortak bir bütünüdür. Aşağıdaki tablo 1`de görüldüğü gibi; Siber-Fiziksel Sistemler, Nesnelerin İnterneti, Akıllı Fabrika ve Hizmetlerin İnterneti, sektörle ilgili akademik araştırma yayınlarında belirtilen en yaygın dört terimdir.

Tablo 4. Endüstri 4.0`ın Bileşenleri (https://www.thiagobranquinho.com/wp-content/uploads/2016/11/Design-Principles-for-Industrie-4_0-Scenarios.pdf)

Arama Terimi	Arama Teriminde (Grup) Oluşan Yayın Sayısı
Siber-Fiziksel Sistemler (Cyber-Physical Systems, Cyber-Physikalische Systeme, CPS)	46
Nesnelerin İnterneti (Internet of Things, Internet der Dinge)	36
Akıllı Fabrika (Smart Factory, intelligente Fabrik)	24
Hizmetlerin İnterneti (Internet of Services, Internet der Dienste)	19
Akıllı Ürün (Smart Product, intelligentes Produkt)	10
Makineden Makineye (M2M, Machine-to-Machine)	8
Büyük Veri (Big Data)	7
Bulut (Cloud)	5

Sonuç olarak Endüstri 4.0`ın ilk aşamalarına bakıldığında, bunlar endüstrinin dört ana bileşenidir;

- Siber-Fiziksel Sistemler
- Nesnelerin İnterneti
- Akıllı Fabrika
- Hizmetlerin İnterneti

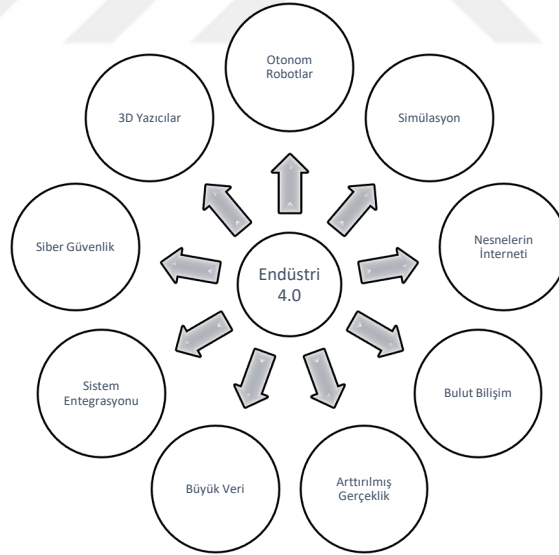
Siber-fiziksel sistem, hesaplama ve fiziksel işlemlerin entegrasyonunu amaçlamaktadır. Bu, bilgisayarların ve ağların, üretimin fiziksel sürecini belirli bir işlemde izleyebilecekleri anlamına gelir.

Makineler veri alışverişinde bulunabilir ve birçok uygulamada çevrelerindeki ortamdaki değişiklikleri algılayabilir. Yangın alarmları buna iyi bir örnektir. Ancak Nesnelerin İnterneti, Endüstri 4.0'ı gerçekten başlatan şey olarak düşünülüyor.

Nesnelerin İnterneti, cep telefonları ve sensörler gibi nesnelerin ve makinelerin birbirleriyle ve aynı zamanda insanların çözüm bulmaları için “iletişim kurlarını” sağlar. Bu tür teknolojilerin entegrasyonu nesnelerin bağımsız çalışmasını ve problem çözmesini sağlar.

Akıllı Fabrika, siber-fiziksel sisteminin nesnelerin interneti üzerinden iletişim kurduğu ve insanlara ve makinelere görevlerini yerine getirmelerinde yardımcı olduğu bir fabrika olarak tanımlanabilir.

Günümüz dünyasında her elektronik cihazın bir başka cihaza veya internete bağlanma ihtimalinin daha yüksek olduğunu görmek kolaydır. Elektronik ve akıllı cihazlardaki muazzam gelişme ve çeşitlilik sayesinde, daha fazla ve daha fazlasını elde etmek karmaşıklıklar yaratmaktadır. Akıllı telefonlar, tabletler, dizüstü bilgisayarlar, TV'ler ve hatta saatler birbirine bağlanıyor. Hizmetlerin interneti, süreci basitleştirerek tüm bağlı cihazları en iyi şekilde kullanmak için basitleştirmeyi amaçlar. Müşterinin üreticiye açılan kapısıdır.



Şekil 3.1.2. Endüstri 4.0`ın Yapısı

3.1.3. Endüstri 4.0`ın Prensipleri

Endüstri 4.0 prensipleri altı tasarım ilkesine dayanır.

1) Birlikte Çalışabilirlik: Endüstri 4.0, sistemler diğer sistemlerle bağlantı kuramıyor, işlem yapamıyor ve veri alışverişinde bulunamıyorsa mümkün olmazdı. Birlikte çalışabilirlik budur.

2) Modülerlik: Modüler sistemler, bireysel modülleri değiştirerek veya genişleterek değişen gereksinimlere esnek bir şekilde adapte olabilir. Bu nedenle, mevsimsel dalgalanmalar veya değişen ürün özellikleri durumunda modüler sistemler kolayca ayarlanabilir.

3) Sanallaştırma (gerçek dünyadaki işlemleri geliştirmek için dijital verileri kullanma): Kuruluşlar, fiziksel süreçlerin ve ekipmanların izlenmesi ile elde edilen verileri sanal depo ve simülasyon modelleriyle birleştirerek, artan karmaşıklığı daha iyi yönetmek, duruş sürelerini azaltmak ve işlemleri optimize etmek için sanal senaryolar oluşturabilirler.

4) Gerçek-Zamanlı Yetenek: Birlikte çalışabilirlik ve yukarıda belirtilen sanallaştırma ilkeleriyle etkinleştirilen, tedarik zincirindeki gerçek zamanlı veriler, genel olarak akıllı siber-fiziksel sistemler kavramının bir gerçek haline gelmesine izin veren şeydir. RFID, sensörler ve tarayıcılar gibi dijital cihazlar artık akıllı lojistik yönetimine özgüdür. Tek tek ürünler ve kartonlardan malzeme taşıma ekipmanlarına, forkliftlere ve robotlara kadar her şeyde bulunabilirler. IoT ağlarıyla bağlandığında, hem makinelere hem de insanlara veri odaklı kararlar vermelerinde yardımcı olmak için gerçek zamanlı görünürlük sağlarlar.

5) Özerk Yönetim: Akıllı fabrikalarda Siber-Fiziksel sistemlerin kendi aralarında kararları verebilme yeteneği olarak tanımlanabilir.

6) Hizmet Oryantasyonu: Hem dahili hem de organizasyonlar arası servislerin birbirine bağlanmasında Nesnelerin İnterneti'ne (IoT) benzer şekilde çalışan Hizmetlerin İnterneti, bu operasyonel fonksiyonların değerlerini arttırmak için daha verimli bir şekilde tamamlanmasını ve birleştirilmesini sağlayarak kaynak kullanımı artırır, kurum içi ve kurumlar arasında gelişmiş bilgi akışı sağlar ve gönderilmekte olan ürünleri takip etme yeteneği göndericiye yarar sağlar.

3.1.4. Endüstri 4.0'ın Avantajları

- Verimlilik: Daha az insan ve daha fazla otomasyonla, şirketler daha hızlı kararlar alabilir ve verimliliği yüksek tutabilir. Otomasyon ayrıca kaliteyi yüksek tutma eğilimindedir ve bu da verimliliği artıran bir alandır.
- Çevik Süreçler: Esnek üretim, daha kısa üretim süreçleri ve daha fazla kişiselleştirme sağlayarak ürün yelpazesini, karışım ve ölçeklenebilirliği geliştirir.
- Hızlı Yenilik: Deneyler ve prototipleşme, 3D tasarım yeteneklerini kullanarak hızla gerçekleştirilebilir. Müşterilerin, tedarikçilerin ve çalışanların tüm tasarım ve üretim sürecine dahil edilmesi, daha iyi karar sonuçlarına yol açar.
- Düşük Maliyetler: Endüstri 4.0'daki yüksek otomasyon seviyeleri, daha az insan gerektirir ve işletme maliyetlerinin doğrudan düşürülmesinin etkisiyle, daha az atık malzeme ve daha verimli çalışma sağlar.
- Artan Gelirler: Akıllı Fabrikanın daha büyük pazarlara daha değerli ve daha kaliteli ürünler sunması, müşteri sadakatinin ve daha istikrarlı sözleşmelerin sağlanabileceği anlamına gelir.
- Daha iyi iş yeri: Ergonomik iş istasyonları şirket içinde gelişime olanak tanıyan daha güvenli ve daha sağlıklı iş yerleri sağlar.
- Müşteri Memnuniyeti: Müşteriye düşük maliyetle ve yüksek kullanılabilirlikte mükemmel kalite sağlayarak müşterileri mutlu eder. Sorunların hızlı bir şekilde çözülmesi ve mükemmel hizmet, başka hiçbir yere gitmemelerini sağlar. (<https://www.prnewswire.com/news-releases/simios-8-reasons-to-adopt-industry-4-0--300629039.html>)

3.1.5. Endüstri 4.0'ın Dezavantajları

- Siber güvenlik büyük bir endişe kaynağıdır.
- Endüstri 4.0 tabanlı süreçlerde çalışan işçilerin becerileri ve eğitimlerinin iyileştirilmesi gerekmektedir.
- Endüstri 4.0 ilk kurulum maliyeti yüksektir.

- Endüstri 4.0 ile işsizlik artışı ön görüldüğünden dolayı yeni iş kolları veya işyerlerindeki süreçlerin yenilenmesinde bu faktörü gözetenek planlama yapılmalıdır.

3.2. Lojistik

Lojistik terimi “mantık” ve “istatistik” anlamındaki “logic” ve “statics” kelimelerinin birleşmesiyle türetilmiştir. Yani lojistik kelimesi “mantıklı istatistik” anlamı taşımaktadır.

Amerika Birleşik Devletleri'nde yer alan bir Ticaret Örgütü olan Lojistik Yönetimi Konseyi (The Council of Management, CLM) lojistiği “ürünlerin, hizmetlerin ve ilgili bilgilerin kaynak noktasından tüketim noktasına kadar verimli, etkili akışını ve depolanmasını müşteri ihtiyaçlarına uygun hale getirmek amacıyla planlama, uygulama ve kontrol etme süreci” olarak tanımlamıştır.

Askeri anlamında lojistiğin tanımına bakacak olursak; harp edenlere gerekli olabilecek eksik maddeyle hizmet desteği sağlamak suretiyle taktik ve stratejiye uygun yapılan faaliyet olarak tanımlanabilir.

3.2.1. Lojistiğin Tarihçesi

Lojistiğin kısaca tarihine bakacak olursak Albay Chauncey B. Baker 1905 tarihinde personel ve malzeme taşıma olarak askeriyede kullanıldığı bilinmektedir. Dünyada lojistiğin gelişimi, tarihteki aşamaları şöyle sıralanabilir:

- 1916-1940 (Çiftlikten Pazara): Temel ürünlerin satış noktalarına taşınması, ekonominin lojistik üzerindeki büyük etkisi,
- 1940-1960 (Bölmeli Fonksiyon): Bağımsız fonksiyonları ayırt etmek: fiziksel dağıtım verimliliğinde artış, depolama, stok yönetimi, satış ve nakliye,
- 1960-1970 (Entegre Fonksiyonlar): Fonksiyonel alanların entegrasyonu, “toplam maliyet” teriminin iş uygulamalarına uygulanması, sistem yaklaşımı, hazır ürünlerin alımından montaj hattından nihai kullanıcıya teslimine kadar bir süreç olarak dağıtım,

- 1970-1985 (Müşteri Odaklı): Fiziksel bir dağıtım unsuru olarak algılanan müşteri odaklı müşteri hizmetleri, bilimde lojistik popülaritesinin artması, stok verimliliğine ilgi ve stok dengeleme maliyetleri,
- 1985-1997 (Farklılaştırıcı Olarak Lojistik): Kurumsal farklılaşma stratejisinde ve rekabet avantajı ve katma değer elde etmede, entegre tedarik zinciri yönetimi, bilgi teknolojilerinin etkisi, lojistik iş süreçlerinin bir sırası olarak algılanmaktadır.
- Gelecek müşteri davranışına ve entegre tedarik zinciri yönetimine, öncelikli olarak lojistik müşteri hizmetlerine, lojistik fonksiyonları gerçekleştiren işletmeler arasında işbirliğine ilgi duymaktadır (Olga Szymańska, 2017).

3.2.2. Lojistik 4.0

Lojistik sektörü şüphesiz Endüstri 4.0`dan etkilenecektir ve bu da Lojistik 4.0 kavramını ortaya çıkarmıştır. Bunun en başında üretimi etkileyen bir süreçtir. Lojistik ile üretim birbiriyle ayrı düşünülmeyeceğinden ham maddenin sağlanmasından üretim süreçlerine ve sevkiyatına kadar Endüstri 4.0`la yeniden şekillenerek lojistiğin dönüşümünü etkileyecektir. Örnek olarak Endüstri 4.0 sayesinde makine veya robotların internet üzerinden birbirleriyle haberleşmeleriyle verimli çalışmaları veya arızalarının önceden tespiti ya da önlenmesi sağlanarak kaynakların daha verimli bir şekilde kullanılması sağlanacaktır. Genel olarak bütün bu süreçler: yeni enerji kaynakları, yeni yakıtlar ve yeni taşıtlar ile en başta ulaşım lojistiğini ve diğer bütün lojistik alanlarını etkileyecektir. Sonuç olarak bakılacak olursa Endüstri 4.0`in lojistik sektörünü doğrudan veya üretim yoluyla etkileyeceği söylenebilir.

Endüstri 4.0, ayrıca lojistiğin 7 doğrusu adı verilen doğru ürünün, doğru miktarda, doğru biçimde, doğru zamanda, doğru kaynaktan, doğru yolla, doğru fiyata sağlanması aşamalarının hepsini ayrı ayrı etkileyecektir. Endüstri 4.0`ın temelinde ise tüm süreçlerin birbirleriyle gerçek zamanlı haberleşmesi esası yatmaktadır. Esas olarak lojistiğin 7 doğrusu değişmemekle birlikte sadece lojistikteki yedi doğrunun her birine yeni anlamlar yüklenmektedir. Lojistikteki yedi doğru şu şekilde; hız, optimizasyon, verimlilik ve zamanlama ekseninde yeniden tanımlanmaktadır. Örneğin ‘doğru zamanda’ ile kastedilmek istenen sadece teslimatın teslim edilmesinden çıkarak bütün

süreçlerin izlenilmesi anlamını taşıyor ve bu izleme aynı zamanda müşterilerin siparişlerinin anlık takip taleplerini de yerine getirmeyi ifade etmektedir.

Lojistik sektöründe Endüstri 4.0`in gereksinimlerine göre değer zinciriyle entegresini geliştirecek uygulamalar yakın süreçte ortaya konulacak konuların arasındadır. Bilgisayar destekli sistemler vasıtasıyla taşımacılıkta süreçleri otomatik olarak kontrol edebilmekteyiz. Bunlardan başka pilotsuz uçaklar, drone`larla teslimat, kaptansız gemiler ve sürücüsüz tırlar, bulut teknolojisi ve süreçlerin dijitalleşmesi hayatımıza hızlı bir şekilde girmektedir. Lojistik sektöründe bütün bu yeni iş yapma süreçleri muhakkak ki Lojistik 4.0`ı oluşturmayı, geliştirmeyi ve sanayiyle bütünleştirmeyi zorunlu hale getirecektir.

Lojistik sektörün dijital dönüşüme ayak uydurması ise özetle iş yapış şekilleri değişirken lojistik de yeniden tanımlanıyor. Dijital dönüşüm süreci ile beraber lojistik sektörü otonom sistemlere doğru kaymaktadır. Örneğin malzemeler operatör yardımıyla forklift ile taşınırken bu sistem insansız hale gelecek ve operatörlere ihtiyaç duyulmayacak. Hangi malzemenin nerede olduğu, o malzemenin nerede kullanılacağı veya nerede kullanılması gerektiği gibi bilgilerde endüstri 4.0 ile birlikte taşınacaktır. Lojistik dönüşüme en kolay uyumu otomatik depolama sistemleri sağlayacaktır. Sistem içinde tüm malzeme akışlarını, günlük malzeme hareketlerini, stok miktarlarını çok iyi bir şekilde takip edilebilecektir. Dönüşüme uyumlu teknolojiyle maliyetler düşüyor ve üretim verimliliği artıyor. Hangi malzemenin ne kadar kullanıldığı gibi bilgilere ulaşılabileceğinden dolayı malzeme israfının da bir bakıma önüne geçilecektir. İnsan kaynaklı hataları minimize etmektedir.

3.2.3. Lojistik Sektörünü Etkileyecek Teknolojiler

Teknoloji yeniliğinin temel amaçlarından biri, görevleri daha ucuz ve daha verimli hale getirmektir. Bu, özellikle teknolojinin çalışanların daha verimli ve son müşterilerin daha memnun olmasına yardımcı olabileceği lojistik alanında söz konusudur.

Son yıllarda lojistikte büyük ilerlemeler kaydedilmiştir ve bu yenilik sadece gelişmeye devam ettikçe gelişecektir. Lojistik sektörünü etkileyen ve etkileyecek olan gelişmeler şunlardır:

a) 3D Baskı

2016 yılında, 3D baskı pazarı bir önceki yıla göre yüzde 26 artarak 5.17 milyar dolara ulaştı.

3D baskı, şirketlerin yerinde ürünler üretmelerine izin verdiğinden, lojistik endüstrisine birkaç farklı şekilde yardımcı olabilir. Yedek parçalar için gereken depolama alanı miktarını azaltabilir. Talep üzerine parça üretebiliyorsanız, depolamak için yer harcamanıza gerek yoktur.

b) Nesnelerin İnterneti

Lojistik ve diğer sektörlerde , Her şey bağlıyken, verimliliği daha ulaşılabilir bir olasılık haline getirir. Örneğin, fabrikada, IoT teknolojisi yöneticilerin enerji tüketimi, belirli makinelerin veya sektörlerin üretim seviyeleri, genel ürün akışı ve ana envanter durumu gibi durumları hızlı bir şekilde kontrol etmelerini sağlar.

Bütün bunlar potansiyel problemleri hızlı bir şekilde tanımlanabilir hale getirir, israfı azaltır ve potansiyel olarak daha büyük problemleri azaltır.

Ayrıca, IoT sistemleri zamanla öğrendikleri için, olası sorunları oluşmadan önce tahmin edebiliyorlar. Sonunda şirketleri hem zamandan hem de paradan tasarruf edecek.

c) Mobil Robotlar

Forkliftler, depolar için on yıllardır önemli bir bileşen olmuştur. Buradaki öncelikli hedef verimlilik artışıdır. Amazon, Amazon Robotik olarak bilinen Kiva Systems'i satın alması sayesinde, teslimat süresi 24 ila 48 saat arasında azalmıştır.

Otonom forkliftler ve robotlar, ürünleri insan meslektaşlarına göre çok daha hızlı bir şekilde seçebilir ve şirketlerin insan forklift operatörlerine ödeme yapması gerekmediği anlamına gelir. Düşük maliyetlerin ve daha hızlı üretimin bu kombinasyonu, işletme sahiplerinin hayal ettiği şeydir.

d) Drone

On yıl önce, drone`lar esasen askeri zekası ve insanları ateş hattına koymadan düşmanları gözetleme ve hatta saldırı yeteneği ile tanınıyordu. Bugünlerde, drone`lar

görünüşte her yerde, ister güzel düğün fotoğrafları veya videoları çekiyorlar, ister konserlerde büyük kalabalıklar çekiyorlar.

Drone`lar için bir sonraki mantıksal adım lojistik . Amazon, bazı ürünlerini insansız hava aracıyla teslim etme fikrini ortaya atarak gerçekleştirmeye başlamıştır.

Gelecekte, drone`lar birkaç önemli görev için kullanılabilir. Depo tesislerinde ürün toplama konusunda yardımcı olabilirler. İşyerlerini ve çalışanları güvende tutmak için güvenlik ve gözetim konusunda bile yardımcı olabilirler.

e) Artırılmış Gerçeklik

Artırılmış gerçeklik, insanların birbirleriyle etkileşim kurma biçiminde bir devrim yarattı. Teknolojinin her endüstride büyük etkisi var.

Artırılmış gerçeklik, lojistik endüstrisinde gerçekleştirilen operasyonların verimliliğini önemli ölçüde artırabilir. AR teknolojisi sayesinde yöneticiler filosunun taşıdığı içerikler, ağırlıkları ve varış yerleri gibi filoları hakkında kritik bilgiler alabilirler. Ayrıca, önceden gemilerde veya kargolardaki olası hasar ve kusurların tespit edilmesinde yardımcı olabilir. Bu da lojistiği yöneten şirketin genel operasyonel maliyetlerini düşürecek ve hizmetlerini iyileştirecektir.

f) Otonom araçlar

Lojistik şirketleri, kendi kendini süren araç teknolojilerinin erken benimsenmesinde, kısmen depolar ve nakliye alanları gibi alanların sağladığı düşük düzenlemeler ve kontrol edilebilir test ortamları sayesinde oldukça başarılı olmuştur. Sonuç olarak, birçok lojistik operasyon şu anda özerk forkliftlerden, sürücüsüz fabrika kamyonlarına kadar kendi kendine sürüş araçları kullanıyor.

Örnek olarak Elon Mask`ın firması olan Tesla`nın ilk elektrikli çekicisi olan Semi`yi piyasaya sürmesi lojistik devleri olan Walmart, DHL, Anheuser-Busch gibi küresel ölçekte hizmet veren lojistik devlerinin dikkatini çekmeyi başarmıştır.

g) Giyilebilir teknoloji

Giyilebilir teknoloji yakında lojistik sektöründe “sahip olması gereken” bir standart haline gelebilir.

Alman lojistik şirketi DHL'ten giyilebilir teknolojinin hızı artırma ve depo siparişi toplama işlemlerinde insan hatasını azaltma yeteneğini test etmek için Bergen op Zoom'daki deposunda pilot bir proje yürütülmüştür. Google Glass gibi akıllı gözlüklerin verimliliği yalnızca yüzde 25 oranında artırmakla kalmayıp aynı zamanda çalışan memnuniyetini de arttırmıştır.

3.3. İş Sağlığı ve Güvenliği

Lojistik ve taşımacılık sektörü, depolama, taşıma, konteynerlerin kargo taşımacılığı, nakliye, taşıma hizmetleri ve havaalanı işletme hizmetleri içeren çeşitli faaliyetlerde bulunmaktadır. Bu nedenle, işverenlerin iş yerindeki riskleri azaltmaları, işçilerin güvenliğini ve sağlığını korumak için esastır. Lojistik sektöründe karşılaşılabilecek en yaygın kaza türleri:

- Kaymalar ve Düşmeler (yükleme ve depolama faaliyetleri sırasında)
- Trafik Kazaları (bina içi ve yollarda)
- Yaralanmalar
- İşyeri araçlarıyla temas, örneğin forklift kamyonları
- Depodaki stokların elle taşınması ve araçların doldurulması / boşaltılması sırasında meydana gelen kazalar
- Depo rafından stok alırken düşen nesnelere çarpması

Lojistik sektöründeki iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili konular şu şekildedir;

Risk yönetimi

Risk yönetimi (RM), işverenlerin iş yerlerinde riskleri belirlemelerini sağlayarak riskleri en aza indirmelerini ve kontrol etmelerini sağlayarak çalışanları güvende tutar.

İşyeri Trafik Güvenliği Yönetimi

Lojistik ve taşımacılık sektöründeki trafikle ilgili birçok olay olduğu için, hem tesislerde hem de yollarda uygun trafik güvenliği yönetimi uygulamalarının uygulanması çok önemlidir.

Forklift Güvenliği

Forkliftler genel olarak lojistik ve taşımacılık sektöründeki depolama faaliyetleri sırasında ağır yükleri taşımak için kullanılır. Yanlış kullanıldıysa (örn. Forklifti kullanmayan eğitimsiz personel) işyerlerinde olaylara neden olabilir.

Güvenli yükleme

Lojistik ve ulaştırma sektöründeki çalışanlar için güvenlik sağlamada yükleme / boşaltma faaliyetleri yaygındır. Bu tür faaliyetlerde bulunurken işçilerin yaralanmasını önlemek için uygun emniyete alma ve güvenli yükleme / boşaltma yöntemleri çok önemlidir.

Depo Güvenliği

Depolama faaliyetleri, lojistik değer zincirinin ayrılmaz bir parçasını oluşturur, bu nedenle çalışanlar için depoların güvenlik koşullarının sağlanması hayati öneme sahiptir. Kayma, takılma ve düşme olaylarının ve raflardan yük düşmesini önlemek için iyi temizlik ve bakımlı raf koşulu korunmalıdır.

İşyeri Sağlığı

İşyerlerinde riskler aynı zamanda işçilerin sağlığını da etkiler. Bu nedenle, işyeri faaliyetlerinden kaynaklanan sağlık sorunlarını ihmal etmemek önemlidir.

Lojistik sektörü için etkin sağlık ve güvenlik yönetimi, depo ve lojistik faaliyetlerinizden kaynaklanan risklere bakmayı ve ardından onları uygun şekilde kontrol etmek için makul sağlık ve güvenlik önlemleri almayı sağlayacaktır. Bu kurumun yalnızca çalışanlarını zarar görmekten korumakla kalmaz, aynı zamanda mülkün, ürünlerin, ekipmanların ve itibarınızın korunmasına da yardımcı olur.

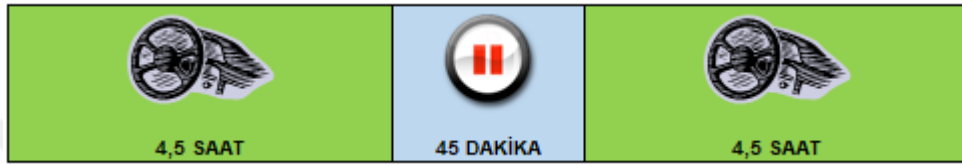
İş sağlığı ve güvenliği uzmanı; çalışma faaliyetlerinizi analiz ederek, depolama ve lojistikte gerekli tüm kontrol önlemlerinin, bakım prosedürlerinin, ilgili tüm sağlık ve güvenlik bilgilerinin izlenmesi ve sağlanmasının, talimatların ve eğitimlerin uygulanmasını sağlayacaktır.

İş sağlığı ve güvenliği tehlike sınıflarından “Kara Yolu ile Yük Taşımacılığı” sektörü iş yerindekiler tehlikeli iş yeri sınıfına girer. (Karayolu İle Yük Taşımacılık Hizmetleri

Sektörü, Sosyal Güvenlik Mevzuatı Açısından İşveren Rehberi, s.10, <http://www.tesk.org.tr/tr/calisma/sosyal/15Karayolu.pdf>)

Lojistik endüstrisinin doğası gereği, sağlık ve güvenlikle ilgili mevcut ve doğal riskler vardır. Ancak araçlarda, yükleme ve boşaltma ve trafik yönetimi yazılımlarında sürekli gelişen teknoloji geliştikçe bu endüstri daha da güvenli olmaya devam ediyor.

Simülasyonda iş sağlığı ve güvenliği için tır sürücülerinin araçları kullanma zamanları kuralıyla ilgili farklı uygulamalar mevcuttur. Bunları şu şekilde gösterebiliriz;



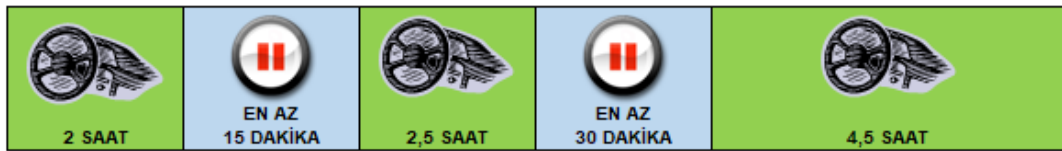
Şekil 3.3.1. Günlük Sürüş Zamanı 1

Şekil 3.3.1`de Normal günlük sürüş süresi toplamda 9 saat ve 4,5 saat sürüş ardından 45 dakika dinlenme sonra 4,5 saat yine sürüşü göstermektedir.



Şekil 3.3.2. Günlük Sürüş Zamanı 2

Şekil 3.3.2`de günlük sürüş süresinin uzatılması durumu mevcuttur. Burada günlük sürüş süresi 10 saate çıkar. Fakat bu uygulama haftada iki kez yapılabilir. Haftada maksimum 56 saatlik sürüş yapılabilir. Bunu şöyle yapabiliriz; 2x10 saat ve 4x 9 toplamı 56 saat olmuş olur.



Şekil 3.3.3. Günlük Sürüş Zamanı 3

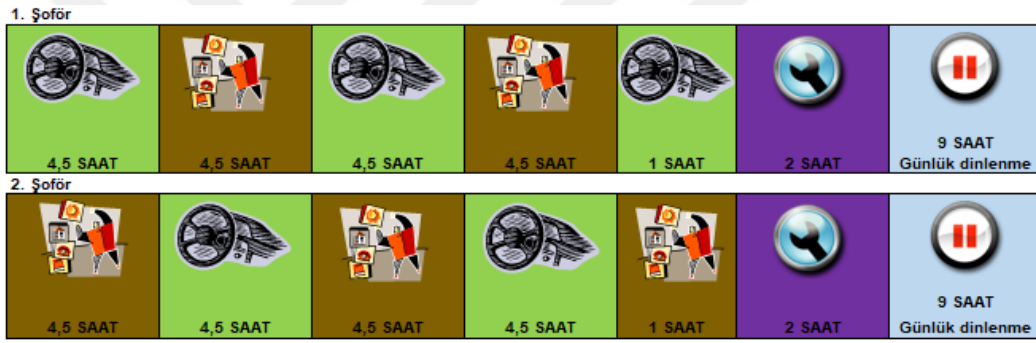
Şekil 3.3.3`de günlük sürüş molaları iki bölümde verilmiştir. 2 saat sürüş ardından 15 dakika dinlenme sonra 2,5 saat sürüş ve 30 dakika dinlenmenin ardından 4,5 saatlik

sürüş yapılabilir. Toplam 45 dakikalık bir sürüş molasından sonra azami 4,5 saatlik yeni bir sürüş süresi başlar.

1. Hafta 56 Saat	2. Hafta 34 Saat	3. Hafta 45 Saat	4. Hafta 45 Saat	5. Hafta 50 Saat
----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------

Şekil 3.3.4. Günlük Sürüş Zamanı 4

Şekil 3.3.4`de iki haftalık sürüş süreleri görülmektedir. İki haftalık sürüş süresinde ikinci haftanın sürüş süresi ilk haftadaki sürüş süresine göre belirlenir. İki haftalık toplan sürüş süresi ise maksimum 90 saattir. Örnek olarak 1 ve 2. hafta uygulanabilir toplamda 90 saat olur, 3 ve 4. hafta uygulanabilir 90 saat olur, 2 ve 3. hafta uygulanabilir 79 saat olur fakat 3 ve 5. hafta uygulanamaz 95 saat olur.



Şekil 3.3.5. Günlük Sürüş Zamanı 5

Şekil 3.3.5`de ise iki şoförlük bir sistem görülmektedir. Birinci şoför için ilk olarak 4,5 saat sürüş, ikinci olarak 4,5 hazırlık süresi, üçüncü olarak 4,5 saat sürüş, dördüncü olarak hazırlık süresi, beşinci olarak 1 saat sürüş, altıncı olarak 2 saat diğer işler ve yedinci olarak ise 9 saatlik dinlenme vardır. İkinci şoför içinde aynı durum geçerlidir. Burada otuz saatlik sürede 9 saat dinlenme olmalıdır.

4. METODOLOJİ

4.1. Simülasyon Yöntemi

"Simülasyon" kelimesi 14. Yüzyıldan itibaren Latince`de "simulare" kelimesinden türetilerek kullanılmaya başlamıştır. Aynı zamanda Simülasyon" kelimesi "benzer" anlamını taşıyan "similis" teriminden gelir ve kısaca bir şeyin benzerini ya da taklidini yapmak anlamına gelmektedir. (<https://tr.wikipedia.org/wiki/Simülasyon>).

Simülasyon, zaman içinde gerçek dünyadaki bir işlem veya sistemin işleyişinin taklididir. Model aracılığıyla bir şeyi test etme süreci simülasyon olarak bilinir. Örneğin, bir uçağı test etmek için küçük bir model yapmalı ve sürüşünü test edebiliriz. Simülasyonun amacı bir şeyin sonuçlarını tahmin etmektir. Bir bankanın bir günde kaç müşteriyle ilgilenilebileceğini test etmek istediğini varsayalım. Bunu test etmek için, banka bir saat içinde gelen müşterilerden, kaç müşteri gelmiş, kaç müşterinin beklediği, her müşterinin ne kadar süre hizmette olduğu vs. gibi önceki günlerden veri alınarak simülasyonu gerçekleştirilebilir.

Simülasyon örneklerinden bazıları şunlardır:

- İlk uçuşunu yapmadan önce uçağın simülasyonu
- Bankadaki müşterilerin kullanım simülasyonu
- Uçak ve otomobillerin simülasyonu
- Atom bombası testi ve etkileri
- Hava Durumu Tahmini
- Yollarda trafik simülasyonu
- Demiryolu, havaalanları için bilet rezervasyonu
- Eğitim amaçlı simülasyon

4.1.1. Simülasyonun Tarihçesi

Simülasyon ilk olarak 5000 yıl öncesinden Çin savaşı oyunlarından gelmiştir. Daha sonra askeri alanda stratejileri test edebilmek için kullanılmaya başlanmıştır. (

<http://bilgibirikimi.tripod.com/simulasyon.htm>). Dünyada simülasyonun gelişimi, tarihteki aşamaları şöyle sıralanabilir:

- **1940** - 'Monte Carlo' adlı bir yöntem araştırmacılar John von Neumann, Stanislaw Ulan, Edward Teller, Herman Kahn nötron saçılması için Manhattan projesinde çalışan fizikçiler tarafından geliştirildi.
- **1960** - İlk özel amaçlı simülasyon dilleri, RAND Corporation'daki Harry Markowitz tarafından SIMSCRIPT geliştirilmiştir.
- **1970** - Bu dönemde simülasyonun matematik temelleri üzerine araştırma başlatıldı.
- **1980** - Bu dönemde PC tabanlı simülasyon yazılımı, grafiksel kullanıcı ara yüzleri ve nesne yönelimli programlama geliştirildi.
- **1990** - Bu dönemde web tabanlı simülasyon, grafikler, simülasyon tabanlı optimizasyon, Markov zinciri Monte Carlo yöntemleri geliştirildi. (Kumar)

4.1.2. Simülasyonun Özellikleri

Bir eğitim simülasyonunun amacı, öğrenciyi problem çözme, hipotez testleri, deneysel öğrenme, şema inşası ve zihinsel modellerin geliştirilmesine yardımcı olmaktır. Eğitimsel simülasyonların yapıldığı modeller üç genel tiptedir: sürekli, ayrık ve mantıksal.

Sürekli modeller (Continuous models), sonsuz sayıda durum içeren bir sistemi temsil etmek için hesap kullanılarak oluşturulur.

Kesikli (ayrık) modeller(Discrete models), nicel olarak kesikli durumlara sahip sistemleri temsil etmek için istatistik ve kuyruk teorisi kullanır.

Mantıksal modeller (Logical models), çoğunlukla üst düzey bir bilgisayar programlama dili aracılığıyla uygulanan bir dizi sezgisel tarama kullanılarak temsil edilir. Mantıksal modeller eğitim simülasyonlarında en sık kullanılırken, sürekli ve ayrık modeller en çok bilimsel ve mühendislik simülasyonlarında bulunur.

Eğitimsel simülasyonlar genellikle dört kategoriye ayrılır: fiziksel, yinelemeli, prosedürel veya durumsal. (OLUWALOLA)

4.1.2.1 Fiziksel Simülasyonlar (Physical Simulations)

Fiziksel simülasyonlar öğrencinin açık uçlu bir senaryoda değişkenleri seçmesi, eklemesi ve çıkarması ve sonuçları gözlemlemesine izin verir. Fiziksel bir simülasyon örneği, öğrencinin belirli parametreleri seçerek, ekleyerek ve çıkarmak suretiyle sonucu gözlemleyebileceği bir küresel hava durumu modeli modeli olabilir.

4.1.2.2. Yinelemeli Simülasyonlar (Iterative Simulations)

Yinelemeli simülasyonlar, etme ve sonuçları gözleme olanakları sağlayarak keşif öğrenmeye odaklanma eğilimindedir. Bu simülasyon türü tipik olarak gerçek zamanlı olarak kolayca gözlenemeyen olguları, örneğin biyoloji, jeoloji veya ekonomideki olguları öğretmeye odaklanır. Bu durumda, öğrenci bir hipotezi test etmek için her yinelemede değişkenleri değiştirerek simülasyonu tekrar tekrar çalıştırır.

4.1.2.3. Prosedürel Simülasyonlar (Procedural Simulation)

Prosedürel simülasyonlar, bir usule dayalı simülasyonda öğrenci, gerçek dünyadaki bir ortamda fiziksel nesnelere doğru ve hassas bir şekilde manipüle etmek için gerekli becerilere hakim olmak amacıyla simüle edilmiş nesnelere manipüle eder. Prosedürel simülasyonun tipik bir örneği, öğrenciyi gerçek dünyadaki bir laboratuvar ortamında çalışmaya hazırlamak amacıyla simüle edilmiş laboratuvar ekipmanını manipüle ettiği bir kimya laboratuvarı deneyidir.

4.1.2.4. Durumsal Simülasyonlar (Situational Simulations)

Durumsal simülasyonlar genellikle belirli ortamlardaki bireylerin veya grupların tutumlarına odaklanan insan davranışını modellemektedir. Bu simülasyonlar sıklıkla öğrencilerin farklı seçenekleri ve karar yollarını keşfetmelerine olanak sağlamak için bir araç olarak rol oynamaktadır. Durumsal simülasyonlar genellikle simülasyon senaryosundaki her katılımcı ile her bir yinelemede farklı bir rol oynayacak şekilde birkaç kez çalıştırılmak üzere tasarlanmıştır. Açık uçlu tasarımlarından ve insan davranışını modellemenin karmaşıklığından dolayı durumsal simülasyonların etkili bir şekilde tasarlanması ve kullanılması için en zor simülasyon türü olduğu eğilimine dikkat edilmelidir.

Sonuç olarak fiziksel ve yinelemeli simülasyon bilgi verir, prosedürel ve durumsal simülasyon ise nasıl yapılacağını öğretir.

4.1.3. Simülasyon Tekniğinin Kullanım Amaçları

Simülasyon metodolojilerindeki gelişmeler, simülasyonu işlem araştırma ve sistem analizinde en yaygın kullanılan ve kabul edilen araçlardan biri haline getirmiştir. Simülasyon aşağıdaki amaçlar için kullanılabilir:

- Simülasyon, karmaşık bir sistemin veya karmaşık bir sistemdeki bir alt sistemin iç etkileşimlerinin incelenmesini ve denenmesini sağlar.
- Örgütsel ve çevresel değişiklikler simüle edilebilir ve bu değişikliklerin modellerin davranışları üzerindeki etkileri gözlenebilir. Örneğin, bir web sunucusunun davranışını incelemek için müşteri trafiğini simüle edebilir ve nasıl yanıt verdiğini görebiliriz.
- Bir simülasyon modeli tasarlarırken edinilen bilgi, incelenen sistemde iyileştirme önermek için büyük değer taşıyabilir. Örneğin, aslında bir önbellek sistemi kurmadan önce, önbellek çeşitli yapılandırmasını simüle edebilir, davranışını inceleyebilir ve optimum çözümü bulabilirsiniz.
- Simülasyon girişlerini değiştirerek ve sonuçtaki çıktıları gözlemleyerek, değişkenlerin en önemli olduğu ve değişkenlerin nasıl etkileşime girdiği hakkında değerli bilgiler edinilebilir. Örneğin, bir bilgisayar ağının performansını incelerken, bir dizi parametre sonucu, kablo uzunluğunu, iletim hızını, paket büyüklüğünü, varış oranını, istasyon sayısını vb. Etkiler; gecikmede en önemlisi hangisidir?
- Simülasyon, analitik çözüm metodolojilerini güçlendirmek için pedagojik bir araç olarak kullanılabilir.
- Simülasyon, analitik çözümleri doğrulamak için kullanılabilir.
- Bir makine için farklı yetenekleri simüle ederek, gereksinimler belirlenebilir.
- Öğrenme için tasarlanan simülasyon modelleri, iş başında öğrenmenin maliyeti ve kesintisi olmadan öğrenmeye olanak sağlar.

- Animasyon, simüle işlemlerde bir sistemi gösterir, böylece plan görselleştirilebilir.
- Modern sistem o kadar karmaşıktır ki etkileşimler sadece simülasyon yoluyla ele alınabilir.

Simülasyon tekniğın ne zaman uygun olmadığı ise aşağıdaki gibidir:

- Problemin analitik olarak çözülebilmesi durumunda simülasyonun kullanılmaması gerekir.
- Doğrudan deneyler yapmak daha ucuzsa simülasyonun kullanılmaması gerekebilir.
- Maliyetlerin tasarrufları aşması durumunda simülasyon kullanmamalıdır.
- Kaynak veya zaman mevcut değilse simülasyonun gerçekleştirilmemesi gerekir.
- Veriler mevcut değilse simülasyon önerilmemektedir.
- Yeterli zaman yoksa simülasyon uygun değildir.
- Sistem davranışı çok karmaşıksa veya tanımlanamıyorsa, simülasyon uygun değildir. İnsan davranışı bazen modellemek için oldukça karmaşıktır.

4.1.4. Simülasyonun Avantaj ve Dezavantajları

Simülasyonun avantajlarını şu şekilde sıralayabiliriz;

- Simülasyon, karmaşık ve büyük pratik problemleri matematiksel bir yöntemle çözmek mümkün olmadığında analiz etmek için en uygun yöntemdir.
- Simülasyon esnektir, bu nedenle çeşitli alternatifler arasından en iyi çözümü seçmek için sistem değişkenlerinde değişiklikler yapılabilir.
- Simülasyonda deneyler, sistemi rahatsız etmeden model ile gerçekleştirilir.
- Kararlar, seçenekleri önceden iyi tanıyarak ve gerçek sistemde deneme yapma riskini azaltarak çok daha hızlı alınabilir.
- "What-If" analizini yapmak kolaydır (Jerry Banks, 2010).

Simülasyonun avantajlarında biraz daha detaya inmek gerekirse;

- **Davranışı test etmek:** Simülasyon ile bir şeyin davranışını yapmadan test edebiliriz. Sistemin ortamını veya modelini, fiili sistem gibi benzer şekilde yapabiliriz. Model üzerinde gerçek sisteme zarar vermeden deneyler yapılır. Gerçek hayatta tehlikeli olabilecek durumu bulabiliriz.
- **Sistemi analiz etmek:** Modelini test ederken sistemin farklı bölümlerini analiz edebiliriz. Karmaşık sistemin analizi, matematiksel yoldan sonuç alamadığımız durumlarda simülasyon yoluyla yapılır.
- **Doğru sonuçların alınması:** Simülasyonun sonucu, çoğu zaman gerçek sistem üzerinde analitik veya pratik testler yapmaktan daha doğrudur.
- **Sistemdeki hataların tespiti:** Simülasyon yaparken sistemdeki hataları not edebiliriz. Bir şey beklenmeyen bir sonuç verirse, sistemi başlatmadan önce düzeltebiliriz. Modelde değişiklikler yapabilir ve modelin tepkisini kontrol edebiliriz.
- **Animasyon ve modelleme:** Simülasyon ile gerçek ürünü (örneğin araba) pratik olarak inşa etmeden görebilirler. Modelleme sırasında ürünün görünüşünü ve verdiği hissi değiştirebilirler. Simülasyonda ürünün iç detaylarını ve ürünün genel görünümünü kolayca alabilirler.
- **Öğrencilere yardım etmesi:** Öğretmen bilgisayar ortamında sistemin simülasyonunu yapabilir ve öğrencilere açıklayabilir. Öğrenciler herhangi bir sistemin fikrini kolayca öğrenebilirler.

Simülasyonun dezavantajlarını şu şekilde sıralayabiliriz;

- **Pahalı:** Bazen simülasyon yapmak ve ardından ürünü yapmak daha pahalıya mal olur. Bu gibi durumlarda ürün sahibi, model oluşturmadan ve simülasyonu yapmadan ürünü başlatır.
- **En uygun çözüm:** Simülasyon gerçekliğin bir öngörüsüdür ve optimal bir çözüm üretmez.
- **Uzun zaman alır:** Bir simülasyon modelini kurmak ve test etmek uzun zaman alıyor. Bunun sebebi simülasyonun girilmesi için çok fazla veri olmasıdır.

- **Bilgisayar sınırlama:** Karmaşık simülasyon daha yüksek bellek ve işlemci hızına sahip bir bilgisayarı içerir. Bu simülasyonun başka bir sakıncasıdır.

4.1.5. Simülasyon Teknikleri

Simülasyonun Yönteminin Üstünlükleri şu şekildedir;

Değişkenlik (Uncertainty): Lojistik alanında neredeyse her şeyin stokastik olduğunu iddia etmek doğru olur. Simülasyon yöntemi ise, rasgele değişkenlerin ve olasılık sonuçlarının ele alınması yoluyla sistemin tüm değişkenliğini modele yansıtabilir.

Karmaşıklık (Complexity): Lojistik sistemleri, distribütör, perakendeci, tedarikçi, depo, satış, stok, sevkiyat, araçların atanması, rotalaması gibi süreçlerin yönetilmesi karmaşık bir sistemdir. İnsan davranışı genellikle bir kuyruk ağı akışının ötesine geçen bir karmaşıklık seviyesine sahiptir. Simülasyon Metodunda ise idealize edilen sistemin aksine bütün karmaşıklığına rağmen gördükleri sistemin simülasyon modellerini oluşturabilir.

Varsayımlar (Assumptions): Tüm modelleme araçları, gerçek sistemle ilgili bazı varsayımlarda bulunurlar. Simülasyon tekniğinde ise, daha az varsayım yaparak gerçek sistemin benzetimini yapmak mümkün olmaktadır. Dolayısıyla sistem modelleyicileri sistemi ideal bir biçimde modellemekten çok var olan haliyle modellemek şansına sahip olurlar, özellikle lojistik sektörünün etkileşimleri ve davranışları çok fazla varsayımlar yapmaya yol açabilir.

Kullanım Kolaylığı (Ease of Use): Simülasyon metodu minimum maliyet ve minimum risk ile gerçek sistemlerin modellerinin bilgisayar ortamında oluşturulmasını sağlamaktadır. Diğer yandan, programlama dili bilmeyi gerektirmeyen, grafiksel kullanıcı ara yüzüne sahip, “Drag&Drop” özelliği olan, geniş nesne kütüphaneleri bulunduran, çok sayıda simülasyon paketinin piyasada var olması modelleyicilerin de kısa zamanda büyük sistemleri modellemelerine imkan sağlamaktadır.

What-If Senaryoları (What-If Scenarios): Simülasyon metodunun en önemli özelliklerinden biri senaryo tabanlı yani deneysel olmasıdır. Bu özelliğin birinci avantajı modelleri ve ya geliştirilen sistemi deneyler ile insanlar tarafından kısa

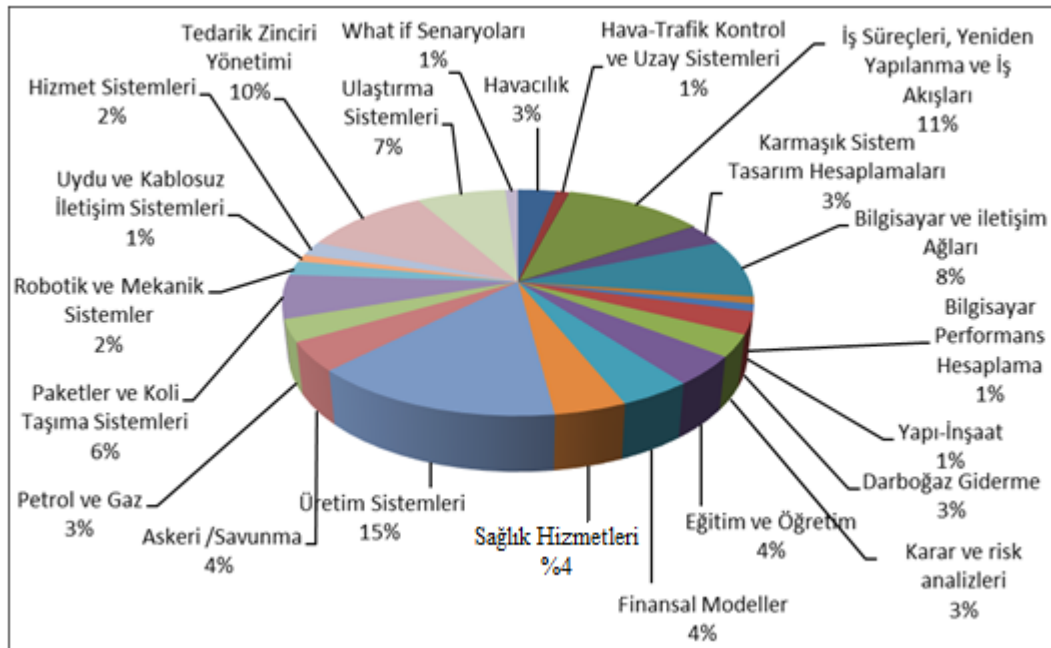
zamanda anlaşılmasıdır. İkinci bir faydası ise "what-if" analizleri ise optimum sonuçları bulabilmeyi sağlamaktadır.

Yenilikçi Bakış Açısı (Innovative): Simülasyon Yöntemi ile sistemin bütününe bakma imkânı sağlamış olup hem modelleyen kişi hem de lojistik sisteminin çalışanları yeni bir bakış açısı getirilmiş olunur. Bu şekilde iş akışı, kaynak kullanımı, lojistik sistemin kalitesini nasıl etkilediği gözler önüne serilmiş olur. Diğer yandan herkesin çözüme ortak olması sağlanır ve farklı çözüm perspektifleri oluşturulur.

Görsellik (Visuality): Simülasyon modelleri özellikle günümüz simülasyon araçları ile gerçek sistemlerin birebir benzetimini yapmakta ve bunu yüksek görsellik kalitesi ile sunmaktadır. Böylece karmaşık sistemlerin anlaşılması ve lojistikte çalışanlara anlatılması kolaylaşmış olur. Lojistik sektörü gibi karmaşıklık seviyesi çok yüksek olan alanlarda 2 boyutlu ve hatta 3 boyutlu simülasyon modellerine çok ihtiyaç duyulmaktadır.

Simülasyon yöntemi sadece sağlık uygulamaları alanında değil üretim gibi, savunma sistemleri gibi daha birçok alanda yaygın bir biçimde kullanıldığını görülmektedir.

Aşağıdaki şekilde ise yirmi iki farklı alanda yapılan simülasyon çalışmalarını yüzdeleriyle birlikte verilmiştir.

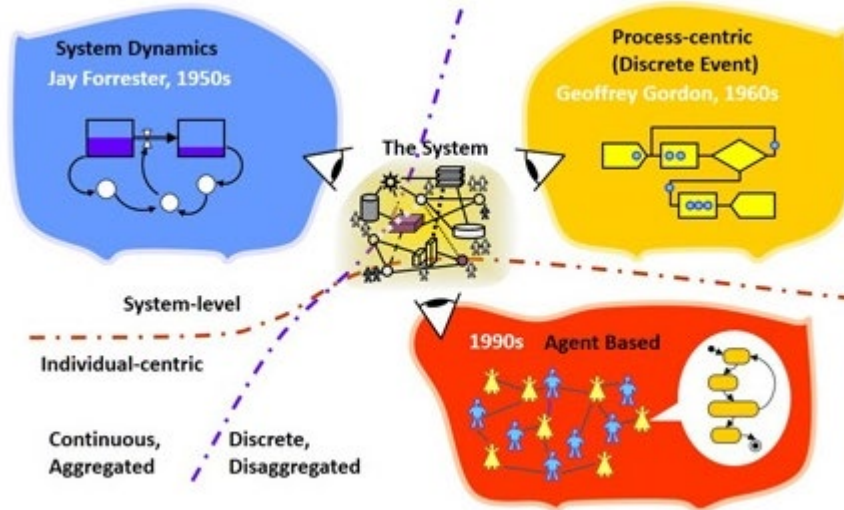


Şekil 4.1. Simülasyon Uygulama Alanları Abu-Taieh ve Şeyh (2007)

Yukarıdaki grafikten görüldüğü gibi ulaştırma hizmetleri alanında yapılan simülasyon ve modelleme çalışmaları sadece 7% lük bir dilime karşılık gelmektedir. Öncelikle üretim sistemler (%15) ve iş süreçleri ve iş akışları simülasyonlarının (11%) ve tedarik zinciri yönetimi (10%) ve paketler ve koli taşıma sistemleri (%6) ve askeri savunma (%4) ve sağlık hizmetleri (4%) ve petrol ve gaz (%3) ulaştırma sistemleri simülasyonlarının konsepti içinde de uygulanabilir olması sebebi ile simülasyon uygulamalarının ulaştırma sistemlerinde büyük bir potansiyel taşıdığı görülmektedir.

Kullanılacak simülasyon teknikler ise;

- Etmen Tabanlı
- Sistem dinamiği
- Ayrık Olay Simülasyon



Şekil 4.1.5. Simülasyon Teknikleri

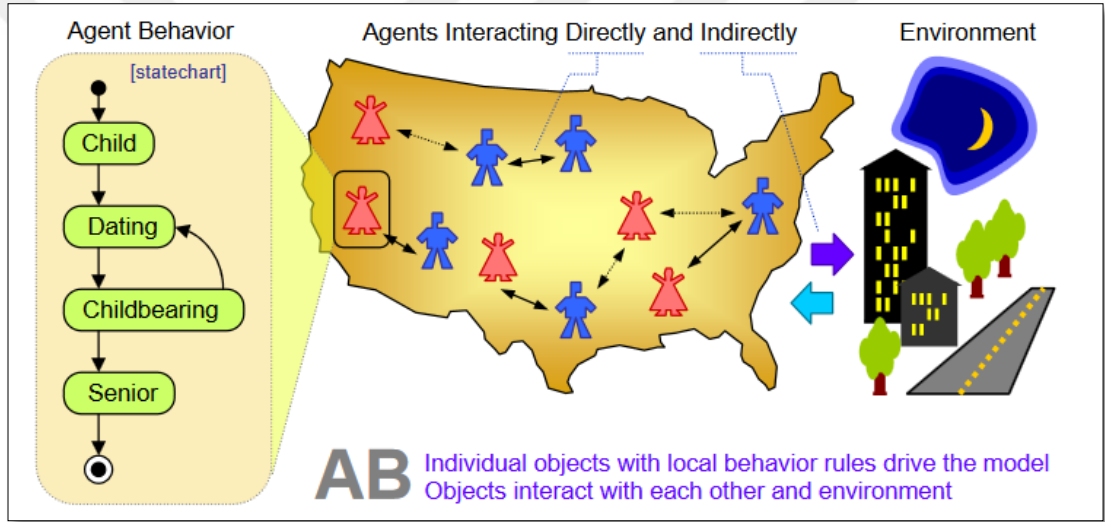
(<https://www.pmc Corp.com/Products/Simulation/AnyLogic.aspx>)

4.1.5.1. Etmen Tabanlı Simülasyon

Bu mobil varlıkların etmen olarak bilindiği özel bir ayrık olay simülasyon sınıfıdır. Geleneksel ayrık olay modellemesinde varlıkların yalnızca öznitelikleri (çeşitli kaynaklarla veya kontrol öğeleriyle nasıl etkileşime girebileceklerini kontrol edebilen özellikler) varken, etmenlerin hem öznitelikleri hem de yöntemleri vardır (örneğin, diğer araçlarla etkileşim kuralları). Örneğin etmen tabanlı bir model birbirleriyle

etkileşime giren bir müşteri popülasyonunun davranışını simüle edebilir (KARAKAYA, 2015).

Etmen tabanlı simülasyon metodolojisi, sistemi modellemekten ziyade; sistemi oluşturan birimlerin modellenmesi ve birimlerin kolektif davranışlarının sistemi yansıtması esasına dayanır. Etmen tabanlı modelleme sistemi yukardan aşağıya modellemek yerine aşağıdan yukarı modellemek yolu ile bazı alanlarda çok daha etkin modelleme imkanı sağlamaktadır. Etmen tabanlı simülasyonda etmenlerin kendi amaçları ve davranışları vardır yani aktiftir. Ayrık olay modellerinde varlıkların davranışı sistem tarafından belirlenir yani pasiftir. Ayrık olay simülasyonundaki gibi kuyruk mantığı mevcut değildir.



Şekil 4.1.5.1. Etmen Tabanlı Simülasyon Genel Mimarisi

AnylogicTM (<http://www2.econ.iastate.edu/tesfatsi/systemdyndiscreteeventabmcompared.borshchevfilippov04.pdf>)

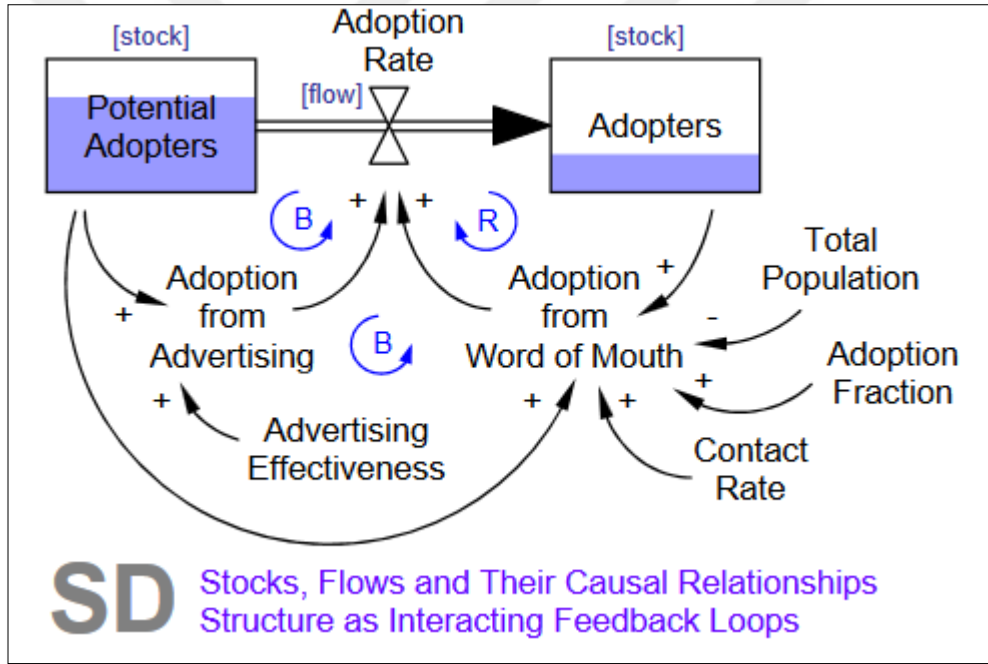
4.1.5.2. Sistem Dinamiği

Sistem dinamiğinde sistem modellenir. Modelleme tekniğinde ise sistem parametreleri ve bu parametrelerin birbirleri ile etkileşimi esasına dayanmaktadır. Bu parametrelerin birbirlerini pozitif veya negatif etkileyerek değişimi sağlarlar ve yer yer bu parametreler arasında geri beslemeler oluşur.

Sistem dinamiği modelleme tekniğinde, model birikim (stock) ve akış (flow) tespit edilmesi gerekmektedir. Modelde bir değişken değerinde birikim varsa o birikim iken, birikimlerin değerini değiştiren ise akıştır.

Sistem dinamiği kuyruk sistemleri yerine ağlar etrafındaki akışlara odaklanarak ayrık olay simülasyonuna farklı bir yaklaşım getiriyor. Sistem dinamiği aşağıdaki temel yapıları kullanılarak inşa edilmiştir:

- Stoklar - nesnelerin temel mağazaları.
- Akışlar - sistemdeki farklı stoklar arasındaki nesnelerin hareketini tanımlar.
- Gecikmeler - ölçümler arasındaki gecikmeler ve daha sonra bu ölçümlere etki eder.



Şekil 4.1.5.2. Sistem Dinamiği Örneği *VensimTM*

(<http://www2.econ.iastate.edu/tesfatsi/systemdyndiscreteeventabmcompared.borshch-evfilippov04.pdf>)

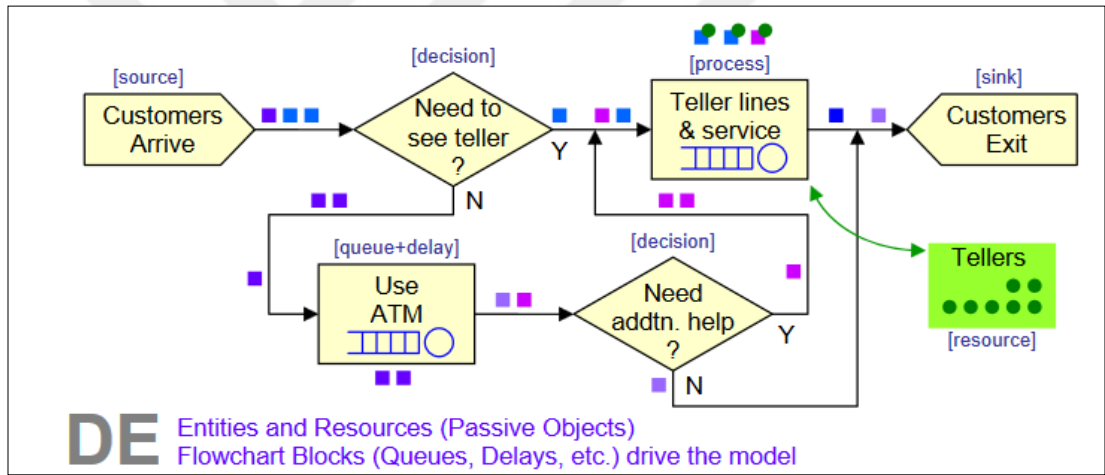
4.1.5.3. Ayrık Olay Simülasyon

Ayrık Olay Sistemi, zaman içinde ayrık durumlarda durum değişikliklerinin (olayların) gerçekleştiği ve olayların gerçekleşmesi için sıfır zaman aldığı bir sistemdir. Ayrık olay simülasyonu zamana dayalıdır ve ilgili tüm kaynakları ve

kısıtlamaları ve bunların zaman geçtikçe birbirleriyle etkileşime girme şeklini dikkate alır. Bir müşteriye hizmet vermesi her zaman tam 5 dakika sürmez ve bir müşteri her 15 dakikada bir gelmez. Simülasyon, gerçek hayatta göreceğiniz rastgelelikte gelişir. Dolayısıyla, simülasyonda değişiklikler yaptığınızda, sistemin gerçek hayatta nasıl davranacağını tam olarak görürsünüz. Örneğin bir bankanın günlük işletimi, bir fabrikada montaj hattının işletilmesi veya bir hastanenin personel ataması gibi.

Adından da anlaşılacağı gibi, bir dizi ayrı olay olarak bir süreci modeller. Ayrık olay modelleri aşağıdaki temel yapıları kullanılarak inşa edilmiştir:

- Varlıklar - Sistem boyunca hareket eden nesnelerin genel adı.
- Olaylar - Varlıkların içinden geçtiği süreçler.
- Kaynaklar - Olayları tetiklemek için gerekli olan nesnelere.



Şekil 4.1.5.3. Ayrık Olay Simülasyon Banka Örneği *ArenaTM*

(<http://www2.econ.iastate.edu/tesfatsi/systemdyndiscreteeventabmcompared.borshch-evfilippov04.pdf>)

4.2. Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS)

Coğrafi bilgi sistemleri kısaca yeryüzüyle ilgili bilgiyi toplamak, kontrol etmek, güncelleştirmek ve analiz etmek gibi işlemleri yapmamıza yardımcı olan sistemlerdir. GIS, gerçek dünyadaki problemleri haritalamak, analiz etmek ve değerlendirmek için coğrafi özellikleri tablo verilerle birleştiren teknolojik bir alandır. NASA'nın tanıma

göre ise; “CBS, coğrafi olarak referans verilen topografik, demografik, fayda, tesis, görüntü ve diğer kaynak verilerini birbirine bağlayan entegre bir bilgisayar donanımı, yazılımı ve eğitimli personel sistemidir.”

CBS'nin kısa tarihçesine bakacak olursak; en ünlü örneklerinden biri 1854 yılında Dr. John Snow'un kolera salgınının oluşumunu öngörebildiği kolera salgını Soho denilen Londra bölgesine meydana gelmiştir. Snow'un yayınladığı çalışma sayesinde, hükümet yetkilileri hastalığın nedenini belirleyebildi. Nedenlerden biri ise kirli sudur. Snow'un ortaya çıkardığı harita, coğrafi konumlarıyla ilgili olayları analiz etme kabiliyetine sahiptir. İlk aşamalarda, bu haritaların çizilmesi süreci serbest el içermesi nedeniyle uzundu ancak bu daha sonra bilgisayarın hayatımıza girmesiyle birlikte değişmiştir.

İlk GIS, Dr. Roger Tomlinson tarafından yapılmış ve 1960'ların başında Kanada'da tanıtılmıştır. Başlangıçta bu sistem daha çok kırsal alanlardaki toprağın sahip olduğu kabiliyet ve potansiyeli toplamak, depolamak ve sonra analiz etmek içindir. 1980'lerin sonunda CBS kullanımı diğer ilgili alanlarda popüler olmuştur, bu nedenle sanayi sektörünün büyümesinde teşvik sağlamıştır. Son olarak tasarımcılar CBS için açık kaynaklı bir yazılım geliştirdiler ve böylece mükemmel teknoloji herkes için kullanılabilir hale getirilmiştir.

CBS NE İŞE YARAMAKTADIR?

Coğrafi bilgi sistemleri yeryüzündeki sorun ve problemleri çözmeyi hedeflemektedir. Bunlara örnek verecek olursak;

- Herhangi bir x noktasında ne var?
- Yatırım için en uygun bölge veya yer nerededir?
- İstanbul, Ankara bölgelerinde y objesinden kaç adet mevcuttur?
- Alınan bir kararda hangi bölge veya alanlar etkilenebilmektedir?
- Stadyum, okul ve hastane gibi yerler nereye yapılması uygundur?

CBS en önemli amaçları olarak;

- Üretkenliğin artırılması,
- Veri tabanlarında yöntemleri kullanarak ilerlemesini sağlamak,

- Coğrafi verilerin kullanılması için daha efektif stratejiler yapabilmek

Coğrafi bilgi sistemleri; askeri uygulamalarda, bilimsel araştırmalarda, lojistikte, araç takip sistemlerinde, pazarlama, sağlık, petrol, alt yapılar da (su, doğalgaz), peyzaj mimarlığında, haritacılıkta ve havayolu, denizyolu, demiryolu ve karayolu trafiğini izlenmesi gibi birçok farklı alanlarda kullanılmaktadır.

GIS' in birçok endüstride nasıl kullanıldığını vurgulayan daha ayrıntılı makaleler için:

- Tarımda CBS kullanımı: Jiuzhaigou Ulusal Dođa Koruma Alanı İçin Bir Coğrafi Bilgi Sistemi (GIS) Veri Tabanının Geliştirilmesi Ve Uygulanması. (DI Bao-feng, 2013)
- Koruma biyolojisinde CBS nasıl kullanılmaktadır? : CBS ve Yerinde Bitki Koruma (Krigas, 2012)
- CBS ve suç önleme önlemleri: Londra Ayaklanmaları ve Polislik Matematiksel Bir Model (Davies, 2013)
- GIS, diş hekimlerinin boşlukları bulmasına nasıl yardımcı olabilir? : Diř Sağlığını Deđerlendirmede Coğrafi Bilgi Sistemleri (GIS) (Pereira, et al., 2010)
- Gezinme, GIS ve sesli komut: Haritaların Sesle Kontrolü (Dobesova, 2012)
- GIS kullanarak hayvancılık izleme: ValorE: Lombardiya bölgesinde (Kuzey İtalya) hayvancılık gübre yönetimi için entegre ve CBS tabanlı karar destek sistemi (Marco, et al., 2014)

Lojistik sektörünün coğrafi bilgi sistemlerini kapsamıyla lojistik süreçlerin planlanması ve analizlerinde önemli bir yerde olduğu görülmektedir. Coğrafi bilgi sistemlerinin ne gibi lojistik süreçleri etkileyebileceğine birkaç örnek verelim:

Araç Takibi: Coğrafi bilgi sistem tabanlı araç takibi ile araçların yükleme ve varış noktaları arasındaki konum durumu, hız bilgileri, mola süreleri, farklı noktalarda yükleme ve boşaltma yapılacaksa araçtaki yükün kontrolü gibi birçok durumun kontrolü mümkündür. (Korkmaz, 28 Mart – 1 Nisan 2005), (Zuting).

Rotalama: Mevcut olan araçların ve siparişlerin, durumları ve konumlarına göre ulaşımı bir fabrikadan bir depoya veya bir depodan bir müşteriye gitmesi için en kısa yolun belirlenmesi (Tecim, 2008), (Korkmaz, 28 Mart – 1 Nisan 2005).

Tesis Konumunun Planlanması: Coğrafi bilgi sistemleri açılması planlanan fabrika ve depo yerlerinin tespit edilmesi veya mevcutta bulunan yerlerin yer değiştirilmesi veya var olan yerlerin kapatılması gibi süreçlerde alınacak kararların etkileri için tesislerin bulunduğu yerlerin analiz edilmesini sağlar (Korkmaz, 28 Mart – 1 Nisan 2005).

Akış Optimizasyonu: Coğrafi bilgi sistemleri ile ulaşım ağları, araç filosu için güzergahın ve zamanlamanın desteklenmesiyle ürünlerin ve hizmetlerin akış optimizasyonu yapılmaktadır (Balcı, 2000). Örneğin, acil olarak bir ürün talep edildiğinde müşteriye ulaşımı için en uygun araç, depo ve yolun tespit edilmesi denilebilir.

Görüldüğü gibi coğrafi bilgi sistemleri lojistik sektöründe oldukça önemli bir yere sahip olup, lojistikte maliyetlerin azalmasını, süreçlerin daha çabuk ve nitelikli yapılmasıyla müşterilerin istekleri karşılanabilmektedir. Bu doğrultuda lojistik süreçleri için coğrafi bilgi sistemlerinin kullanılması elverişli bir çözüm yoludur.

Raporlamanın yeterli olmadığı durumlarda yani coğrafik olarak uzaklıkları, yakınlıkları ve benzerliklerdeki farkları görebilmemize yardımcı olan coğrafi bilgi sistemleri günümüzün güncel teknolojisidir.

Coğrafi bilgi sistemlerini fotoğraftan ayıran şey, içerisinde var olan bilgilerle dinamik sonuçlar üretmek suretiyle karar vericilere alınması gereken kararları kolaylaştırmaktadır. Coğrafi bilgi sistemleri mühendislikten, temel ve beşeri bilimlere birçok alanda kullanılabilir bir sistemdir.

Yöntem olarak Coğrafi Bilgi Sistemleri ile etmen tabanlı simülasyon metodu kullanılmış ve istatistiksel analizler ile sistemin performansı karşılaştırılmıştır.

4.3. Simülasyon Paket Programı

Piyasada kullanılan ve en çok bilinen 10 tane simülasyon programı belli kategorilerde tablo 5`de ki gibi karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma neticesinde tez için en uygun simülasyon programı olan Anylogic seçilmiştir. Anylogic hakkında daha fazla ve detaylı bilgi tablodan sonra anlatılmıştır.



Tablo 5. Simülasyon Paket Programlarının Karşılaştırılması

	Üretici	Tipik Uygulamalar	Birincil Kullanım Alanları	Windows Haricinde Desteklenen İşletim Sistemleri
Anylogic	Anylogic North America	Multhimethod genel amaçlı simülasyon aracı. Ayrık olay, etmen tabanlı ve sistem dinamikleri modelleme.	Tedarik Zinciri, Taşıma, Depo Operasyonları, Demiryolu Lojistik, Maden, Petrol ve Gaz, Yol Trafiği, Yolcu Akışları, Üretim ve Malzeme Taşıma, Sağlık, İş Süreçleri, Varlık Yönetimi, Pazarlama, Sosyal Süreçler, Savunma Sanayi	Mac, Linux
Arena	Rockwell Automation	Mevcut ve önerilen sistemleri, operasyonel analizleri simüle etmek ve analizlerin yapılması için kullanılır. Sadece ayrık olayların simülasyonu yapılmaktadır.	Tedarik Zinciri, Üretim, Sağlık, Lojistik, Gıda, Paketleme, Maden, Çağrı Merkezleri	-
Extendsim Pro	Imagine That Inc	Modelleme ve analizde karmaşık ayrık, sürekli, etmen tabanlı ve hibrid sistemler profesyonel düzey aracı.	Tüketici Ürünleri, Sağlık, Enerji, Petro-Kimya, Kağıt Hamuru/ Kağıt, Taşıma, İlaçlar, İletkenler, Askeri Uygulamalar, Maden	Mac
FlexSim	FlexSim Software Products, Inc.	Herhangi bir süreci anlamak, analiz etmek, optimize etmek amacıyla herhangi bir sürecin simülasyonu ve modellenmesi.	Üretim, Paketleme, Depoculuk, Malzeme Taşıma, Tedarik Zinciri, Lojistik, Sağlık, Fabrika, Havacılık, Maden	-
Promodel Optimization Suite	Promodel Corporation	Web tabanlı- Birden fazla eş zamanlı proje/ürün planlarının simülasyon analizi.	Proje ve Portföy Planlama, Stratejik Kaynak Kapasite Planlaması, Ürün Geliştirme, AR-GE, Proje Secimi ve Önceliklendirme	-
Sas Simulation Studio	SAS	Ayrık olay simülasyonu: tedarik zincirleri, kaynak yönetimi, kapasite planlaması, iş akışı analizi ve maliyet analizi.	Üretim, Bankacılık, İlaç ve Sağlık, Enerji, Devlet Kurumları, Perakendecilik, Eğitim, Taşıma	Linux
Simul8 Professional	Simul8 Corporation	Montaj hattı, hat dengeleme stratejik planlama, operasyonlar, sağlık sistemleri, yalın üretim, kapasite planı.	Üretim, Sağlık, Eğitim, Mühendislik, Tedarik Zincirleri, Lojistik, Yalın üretim, Otomotiv, Çağrı Merkezleri	-
Simio Enterprise Edition	Simio LLC	Profesyonel modelleyiciler ve araştırmacılar için ideal ürün. Hızlı model için güçlü nesne yönelimli modelleme ve entegre 3D animasyon.	Akademik, Havacılık ve Savunma, Havaalanları, Sağlık, Üretim, Maden, Askeri, Petrol ve Gaz, Tedarik Zincirleri, Taşıma	-
Plant Simulation	Siemens Product Lifecycle Management Software Inc.	Ayrık olay simülasyonu, görselleştirme, analiz ve üretim verimliliği optimizasyonu, malzeme akışı ve lojistik	Otomotiv ve Tedarikçi, Havacılık ve Savunma, Tüketici Ürünleri, Lojistik, Elektronik, Makine, Sağlık, Danışmanlık	-
Witness	Lanner	Profesyonel modelleme ve uygulama geliştirme için hızlı, verimli akıllı simülasyon masaüstü yazılımı.	İş planlaması, Süreç Optimizasyonu, Karar verme	-

Anylogic

AnyLogic ile asla tek bir modelleme yöntemi ile sınırlı değildir. Her zaman en etkili olanı veya kombinasyonu seçebilir ve probleminizi çözmek için en iyi modelleme ve simülasyonu alabilirsiniz.

AnyLogic genellikle şu sektörlerde kullanılmaktadır: Tedarik zinciri, taşımacılık, depo operasyonları, raylı lojistik, madencilik, petrol gazı, yol trafiği, yolcu terminalleri, imalat, sağlık hizmeti, iş süreçleri, varlık yönetimi, pazarlama, sosyal süreçler, savunma gibi.

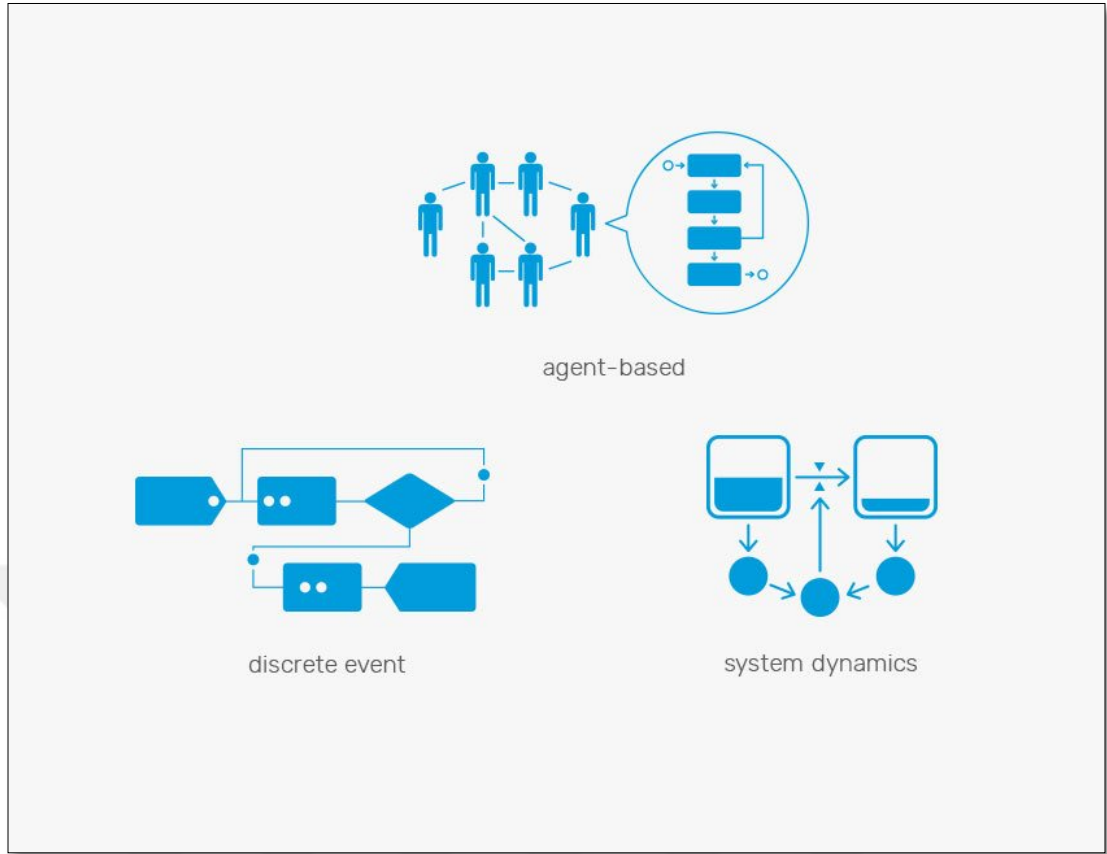
Neden AnyLogic?

1) Multimethod Simülasyon Özelliği

Multimethod simülasyon modelleme kullanabildiğimiz için. Üç modern simülasyon yöntemi:

- Etmek tabanlı
- Sistem dinamikleri
- Ayrık olay

Üç yöntem, herhangi bir karmaşıklıkta iş sistemlerini simüle etmek için, bir yazılım ile herhangi bir kombinasyonda kullanılabilir. AnyLogic'te çeşitli görsel modelleme dillerini kullanabilirsiniz: süreç akış şemaları, durum çizelgeleri, eylem çizelgeleri ve stok ve akış şemaları.



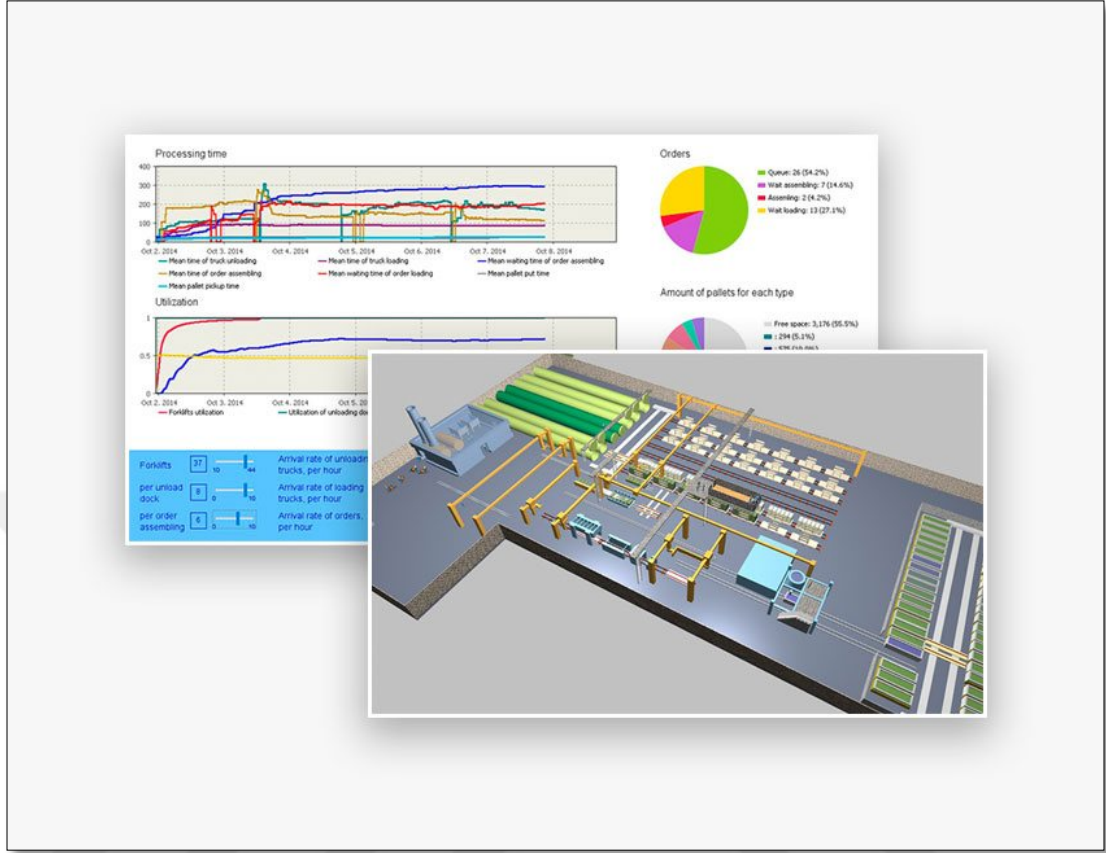
Şekil 4.3.1. Multimethod Simülasyon Şeması (<https://www.anylogic.com/features/>)

AnyLogic, multimethod simülasyon modellemesini tanıtan ilk araçtır ve hala bu yeteneğe sahip tek yazılımdır.

2) Animasyon ve Görselleştirme

- Akış şemalarını muhteşem 3D ve 2D grafiklerle etkileşimli filmlere dönüştürebilmek.
- Modellerinizi paydaşlara görsel olarak çekici ve açıklayıcı bir şekilde sunabilmek.
- Araçlar, personel, ekipman, binalar ve işinizle ilgili diğer öğeleri ve süreçleri görselleştirmek için kapsamlı grafik nesneleri kümesini kullanabilmek.
- Özel 3D modelleri, görüntüleri, CAD çizimlerini ve şekil dosyalarını simülasyonunuza aktarabilmek.
- Sezgisel gezinme ve kontroller ekleyerek modellerinizi etkileşimli hale getirebilmek.

- Simülasyonlarımızı kapsamlı yönetim panolarına dönüştürebilmek.



Şekil 4.3.2. Animasyon ve Görselleştirmenin Gösterimi(<https://www.anylogic.com/features/>)

3) Endüstriye Özgü Kütüphaneler

Sektöre özgü kütüphaneler

- Genel iş süreçleri veya iş akışları için süreç modelleme kütüphanesi.
- Sıvı kütüphanesi, madencilik veya petrol ve gaz gibi sektörlerde dökme kargo ve sıvı transferini simüle etmek.
- Demiryolu taşımacılığı, terminaller ve metre için demiryolu kütüphanesi.
- Havaalanlarında, stadyumlarda, istasyonlarda veya alışveriş merkezlerinde yaya akışları için yaya kütüphanesi.
- Yollar, otoparklar ve fabrika sahalarında araba, kamyon ve otobüs hareketi için karayolu trafik kütüphanesi .

- Üretim ve depo süreçleri için malzeme işleme kitaplığı (bu yıl gelmesi planlanıyor)

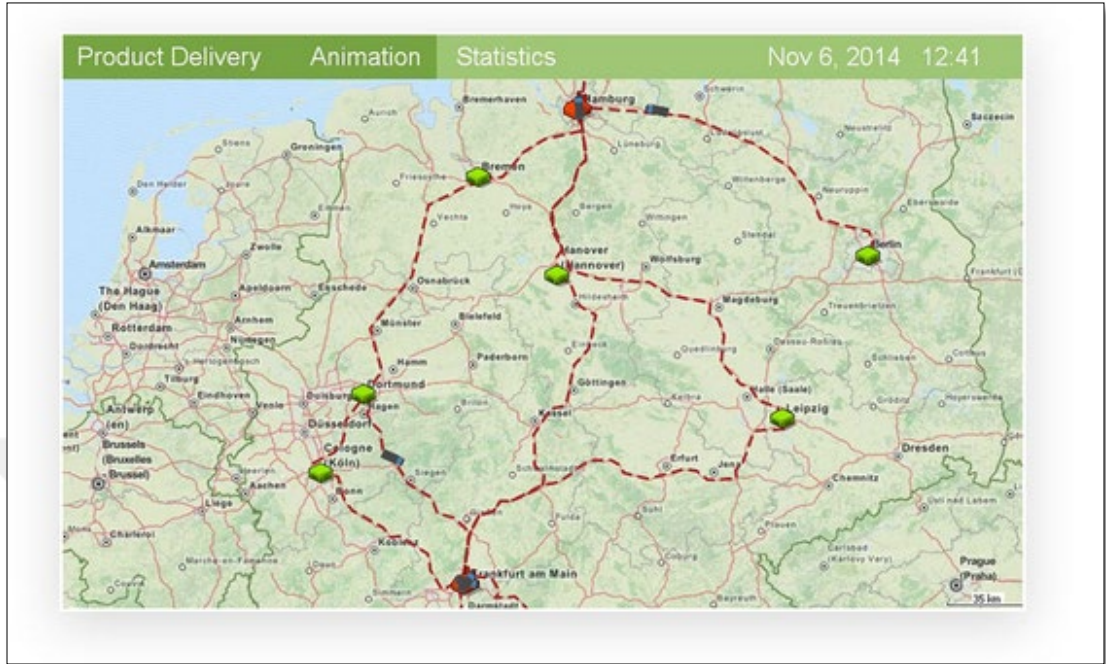


Şekil 4.3.3. Endüstriye Özgü Kütüphane Örnekleri
(<https://www.anylogic.com/features/>)

4) CBS Harita Entegrasyonu

- AnyLogic, simülasyon modellerinizdeki GIS haritalarını kullanmasını sağlar.
- Haritalar yerleri, yolları, rotaları veya bölgeleri hesaba katmanız gerektiğinde tedarik zincirleri, lojistik ağları ve diğer durumlar gibi model sistemlere uygulanabilir.
- Google haritalar tarzında yerleşik arama, harita verilerini kullanarak şehirleri, sokakları, yolları, hastaneleri, mağazaları ve otobüs duraklarını kolayca bulmanıza olanak tanır. Arama, hem modeli tasarladığınızda hem de model çalışırken çalışır.

- Model elemanları harita üzerine yerleştirilebilir ve gerçek zamanlı verilere dayanarak mevcut yollar ve güzergahlar boyunca hareket ettirilebilir.



Şekil 4.3.4. CBS Harita Entegresinin Görünümü

(<https://www.anylogic.com/features/>)

5) Bulutta Simülasyon

- AnyLogic, bulut teknolojilerinin tüm çeşitlerini sunan ve insanların modelleri çalıştırma şeklini değiştiren tek simülasyon aracıdır.
- Telefonunuzu ve tabletlerinizi de içeren modelinizi çalıştırabilirsiniz.
- Web kontrol panelleriyle müşterilerinize çevrimiçi simülasyon analizi yapılabilir.
- Karmaşık deneyler için yüksek performanslı bulut bilişiminden yararlanılabilir.
- Güvenli web deposu kullanarak müşterilere özel olarak modeller sunulmaktadır.
- Simülasyonları toplulukla paylaşın ve bulutta işbirliği yapabilmektedir.



Şekil 4.3.5. Bulutta Simülasyonun Görünümü (<https://www.anylogic.com/>)

5. LOJİSTİK FİRMASI VAKA ÇALIŞMASI

5.1. Data Analizi

Faydalı bilgileri ortaya çıkararak karar verme süreçlerinin desteklenmesi amacıyla verilerin incelenmesi, dönüştürülmesi, temizlenmesi ve modellenmesi için kullanılan bir süreçtir.

Simülasyon altyapısını kurmak için şirketten aşağıdaki ihracat ve ithalat işlem verileri elde edildi. Simülasyon kapsamında, iki dağıtım merkezi oluşturuldu; Köln ve Ludwigshafen, yedi perakendeci Hamburg, Karlsruhe, Kiel, München, Novara, Ostrava ve Wels bulunmaktadır. Filo üretimi sırasında, gerçeği yansıtmak için altı farklı kamyon modeli yaratılmıştır. Sayıları ve modelleri olan mevcut kamyonlar Tablo 6'da görülmektedir.

Tablo 6. Tır Filosunun Özellikleri

Tırların Tipleri	Tırların Sayısı
mercedes_actors_e1	16
mercedes_actors_e2	5
mercedes_actors_e3	10
mercedes_actors_e4	5
mercedes_actors_e5	5
mercedes_actors_e6	9

Tır filosunun bakım işlemi için simülasyona başlıca temel olan on bir farklı yedek parça tanımlanmıştır. Bu parçaların değişim süreleri olarak 3 kategoriye ayrılmıştır. Birincisi temel bakım, ikincisi normal bakım ve üçüncü olarak ise detaylı bakımdır. Bu bakım kategorileri kamyonların bakım sürecini izlemek için, yedek parçaların isimleri, değişmesi gereken zamanları, onarım süreleri ve maliyetini içeren aşağıdaki tablo 7 hazırlanmıştır.

Tablo 7. Tırların Bakım ve Onarım Özellikleri

Bakım Türü	Zamanla Değişim (hr)	Tamir Süresi (min)	Maliyet (Euro)
Filtreler (Yağ Filtresi, Su Ayırıcı Filtre, Yakıt Filtresi, Hava Kurutucu Filtre, Hava Filtresi) + Motor Yağı	625	180	292 £
Lastik	1562	120	500 £
Kayış + Kasnak Seti	2500	240	265 £
Enjektör Seti	5000	60	250 £
Fren Balata Seti Ön	1250	60	92 £
Fren Balata Seti Arka	1250	60	92 £
Debriyaj Seti	3750	300	417 £
Fren Balata ve Disk Seti Ön	1250	300	236 £
Fren Balata ve Disk Seti Arka	1250	60	236 £
Şanzıman ve Diferansiyel Yağı	1250	60	167 £
Komple Motor	10000	1440	10000 £

İlk sütun tırların bakımında değişebilecek 11 adet yedek parça isimleri vardır. İkinci sütunda, parçaların değişme süreleri saat cinsinden mevcuttur ve bunun hesaplanması ise her bir parçanın kaç kilometrede değişmesi gerektiği mevcuttur. Üçüncü sütunda değişecek olan parçaların ne kadar sürede değişeceği dakika olarak verilmiştir. Son olarak dördüncü sütunda ise her bir parçanın Euro cinsinden fiyatları verilmiştir ve işçilik dahildir. Fiyatlar Mercedes-benz sitesinden alınmıştır.

Tablo 8'de, birinci ve ikinci sütun, kamyonların hangi distribütörden hangi perakendecilere gittiğini gösterir. Üçüncü sütun kamyonun plakalarını gösterirken, son sütun dorse plakalarını temsil eder. Bir örnek olarak, sevkiyat planlama içinde bir tır yani 34BB36 tır plakalı ve 34UB36 dorse plakalı tır Köln'den Karlsruhe'ye gider.

Tablo 8. Sevkiyat için Atanan Tırların Bilgileri

Distribütörler	Perakendeciler	Tır Plakaları	Dorse Plakaları
Ludwigshafen	Hamburg	34BA30	34UA30
Köln	Karlsruhe	34BB36	34UB36
Ludwigshafen	Kiel	34BC88	34UC88
Köln	München	34BA89	34UA89
Ludwigshafen	Novara	34BB87	34UB87
Köln	Ostrava	34BC75	34UC75
Ludwigshafen	Wels	34BA80	34UA80

Aşağıdaki tablo 9`da ilgili distribütör ve perakendeci arasındaki toplam mesafe, saat ve dakika açısından ulaşım süreleri, bu yolculuk için toplam mazot miktarı ve Almanya`da ortalama litre fiyatı (1.4 €) olan ve 100 km`de ortalama 35 litrelik mazot yaktığı dikkate alınarak hesaplanan toplam maliyet gibi her seyahat hakkında ayrıntılı bilgileri içeren tablo hazırlanmıştır.

Tablo 9. Detaylı Tır Filosu Ulaşım Süreleri, Yakılan Mazot ve Toplam Maliyet

Distribütörler	Perakendeciler	Toplam Mesafe (Km)	Toplam Süre (saat)	Toplam Süre (dakika)	Mazot (Litre)	Toplam Maliyet (Euro)
Köln	Hamburg	425 km	5 saat 31 dk.	331 dk.	149 l	209 £
Köln	Karlsruhe	301 km	4 saat 16 dk.	256 dk.	105 l	147 £
Köln	Kiel	510 km	6 saat 37 dk.	397 dk.	179 l	251 £
Köln	München	575 km	7 saat 19 dk.	439 dk.	201 l	281 £
Köln	Novara	853 km	11 saat 6 dk.	666 dk.	298 l	417 £
Köln	Ostrava	1052 km	13 saat 15 dk.	795 dk.	842 l	1179 £
Köln	Wels	703 km	9 saat 18 dk.	558 dk.	562 l	787 £
Ludwigshafen	Hamburg	573 km	7 saat 16 dk.	436 dk.	458 l	641 £
Ludwigshafen	Karlsruhe	68.1 km	1 saat 25 dk.	85 dk.	54 l	76 £
Ludwigshafen	Kiel	668 km	8 saat 35 dk.	515 dk.	534 l	748 £
Ludwigshafen	München	363 km	4 saat 53 dk.	293 dk.	290 l	406 £
Ludwigshafen	Novara	619 km	8 saat 13 dk.	493 dk.	495 l	693 £
Ludwigshafen	Ostrava	886 km	11 saat 1 dk.	661 dk.	709 l	993 £
Ludwigshafen	Wels	529 km	7 saat 1 dk.	421 dk.	423 l	592 £

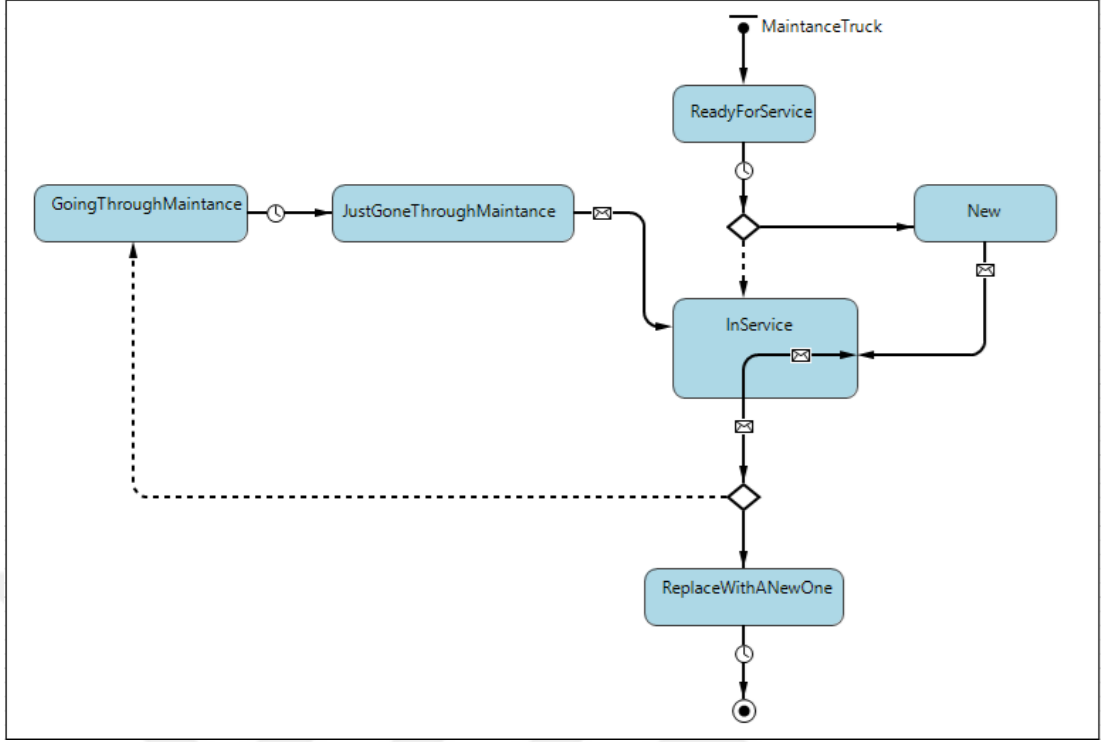
5.2. Simülasyonun Uygulanması

5.2.1. Durum Tabloları (State Chart)

Etmen tabanlı modelleme (ABM), bazı hareketli nesnelere oluşan özerk felsefeye ve ademi merkezîyetçi düşünceye dayanarak oluşturulur. Bu simülasyonda dağıtım merkezleri, perakendeciler, araçlar birer etmen olarak oluşturuldu. ABM tekniğinde, her bir etmen, durum çizelgeleri yardımı ile etmenlere yerleştirilen birçok spesifik davranışa sahiptir. Durum çizelgesi, programlama kodu yazmak yerine grafiksel bir yaklaşım kullanmak için kolay bir yoldur. Durum tabloları genellikle iki bileşen içerir; durumlar ve geçişler. Lojistik simülasyon kapsamında oluşturulan durum şeması diyagramları aşağıdaki gibi kapsamlı bir şekilde detaylandırılmıştır.

5.2.1.1. Tırların Durum Tabloları

Kamyon davranışını koordine etmek için, Şekil 5.2.1.1'de gösterilen aşağıdaki durum diyagramı oluşturulmuştur. Öncelikle görev için hazır durum altında simülasyonun başlangıcında program için 50 kamyon hazırlanmıştır. Hazır kamyonlar, önceden belirlenmiş distribütörlerden perakendeciye 80 km / saat hızda hareket etmeye başlar. Sevkiyattan önce, herhangi bir bakım süresinin gelip gelmediğini görmek için her araç kontrol edilir. Kamyonlar boşaltıldıktan sonra, iade için yeniden yükleme için hazırlanırlar. Kamyonlar geri döndüğünde, karar verme mekanizması tekrar çalışır. Sistemde belirtilen servis sürelerine ulaşılmazsa, bir sonraki sevkiyat görevini beklemek için kontrolsüz geçiş durumu etkinleştirilirken, rutin bakım süresi geldiğinde, bakım durumuna geçilir. Sistem aynı mantığı kullanarak davranmaya devam eder. Simülasyonda, her biri için üç özel periyot ile üç bakım prosedürü belirlenmiştir. Hangi bakım gelirse, gerekli işlemler karar alma mekanizmasına dahil edilir. İlk olarak, Temel Kontrol noktası ayda bir kez (her 720 saatte bir) oluşur ve bu kontrol noktası etkinleştirilir ve ilgili araç için gerekli bakım tamamlanır. İkincisi, Normal Kontrol noktası altı ayda bir (her 4320 saatte bir) etkin hale gelir. Son olarak, her kamyon yılda bir kez (her 8640 saatte bir) Ayrıntılı Kontrol noktasına girmelidir. Tırlar bu üç kontrol noktasının herhangi bir yerinde kontrol edildikten ve onarıldıktan sonra Nakliye Bekletme noktasına taşınır ve sistem aynı şekilde çalışır.



Şekil 5.2.1.2 Tırların Bakım Şeması

5.2.1.3. Simülasyonun İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından Yeniden Düzenlenmesi

Simülasyon ortamında gerçeği yansıtmak için, günlük sürüş süresi ve günlük dinlenme süreleri gibi bazı temel iş sağlığı güvenliği (İSG) kuralları da eklenmiştir. Bu temel prensipler dikkate alınmadan yanlış analiz ve sonuçlara neden olabilir. Programın neden yeniden düzenlendiğini ve çalışmanın bir parçası olarak İSG konusunun daha iyi anlaşılmasını sağlamak için kapsamlı bir örnek oluşturuldu. İSG'ye göre, bir kamyon şoförü, aracı 270 dakika ve 540 dakika kullandıktan sonra 45 dakika dinlenmelidir. Bunun yanı sıra, bir sürücünün her gün on saat araba kullanmasına izin verilir. Günlük sürüş kuralları, Şekil 5.2.1.3'te aşağıdaki gibi kompakt bir formda görselleştirilmiştir. Bu nedenle, bir kamyon daha önce belirtilen sürücünün kısıtlamaları olmadan çalışabilen bir araç olarak kabul edilirse, hatalı performans oranı ve servis seviyesiyle sonuçlanabilir.



Şekil 5.2.1.3. Günlük Sürüş ve Dinlenme Süreleri

5.2.1.4. CBS Simülasyon Entegrasyonu

Kullandığımız simülasyon paketi, CBS haritalarını her türlü simülasyon modeline entegre etmenizi sağlar. Google Maps tarzı arama, harita verilerini kullanarak şehirleri, caddeleri, rotaları, hastaneleri, mağazaları ve otobüs duraklarını kolayca bulma şansını verir. Arama, modeli tasarladığınızda ve model çalışırken çalışır. Aynı zamanda gerekli ülkelerin haritaları önceden indirilerek internetin olmadığı çevrimdışı durumlarda da haritayı aktif olarak kullanabilmekteyiz. Dağıtım merkezleri ve perakendeciler Şekil 5.2.1.4'deki haritaya yerleştirilebilir ve kamyonlar gerçek zamanlı verilere dayalı olarak mevcut yollar ve güzergahlar boyunca hareket eder.



Şekil 5.2.1.4. Simülasyonun Ekran Görüntüsü

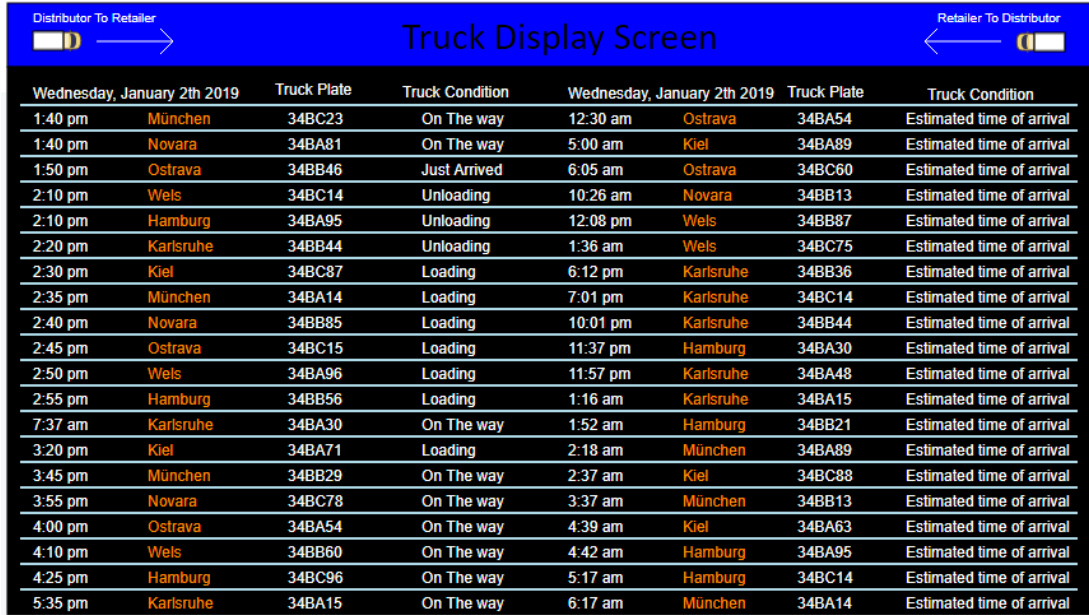
Simülasyon ekran görüntüsünün üzerinde görülebileceği gibi, dağıtım merkezleri sarı renkle temsil edilirken, perakendeciler yeşil renkle temsil edilmiştir. Ayrıca, simülasyonda ürünleri dağıtım merkezlerinden perakendecilere veya tersi şekilde taşımaktan sorumlu olan tırlar görülmektedir.

6.SİMÜLASYON ANALİZ VE YORUMLARI

Simülasyonun sonuçları bu bölümde ele alınmıştır. Bunlar; kamyonların ithalat ihracat izleme ekranı, tırların yüzde olarak bakım kontrol durum şeması, tırların varış durum şemaları ve son olarak tırların servis seviye şemaları verilmektedir.

6.1. İthalat ve İhracat İzleme Ekranı

Tır takip ekranı üzerinde görülebildiği gibi, mevcut kamyonların tüm hareketleri, distribütörden ilgili satıcıya veya hatta tam tersine doğru hat izlemesi görülebilir. Bunun yanı sıra, takip ekranında tırların sevkiyat tarihleri, varış saatleri, distribütör perakende yönü, araç plakaları ve kamyonların gerçek zamanlı durumu (yükleme, boşaltma, yeni geldi, tahmini varış zamanı) bulunur. Bu pano çevrimiçi kamyon tarifesi bilgilerine erişilerek sürekli güncellenir.



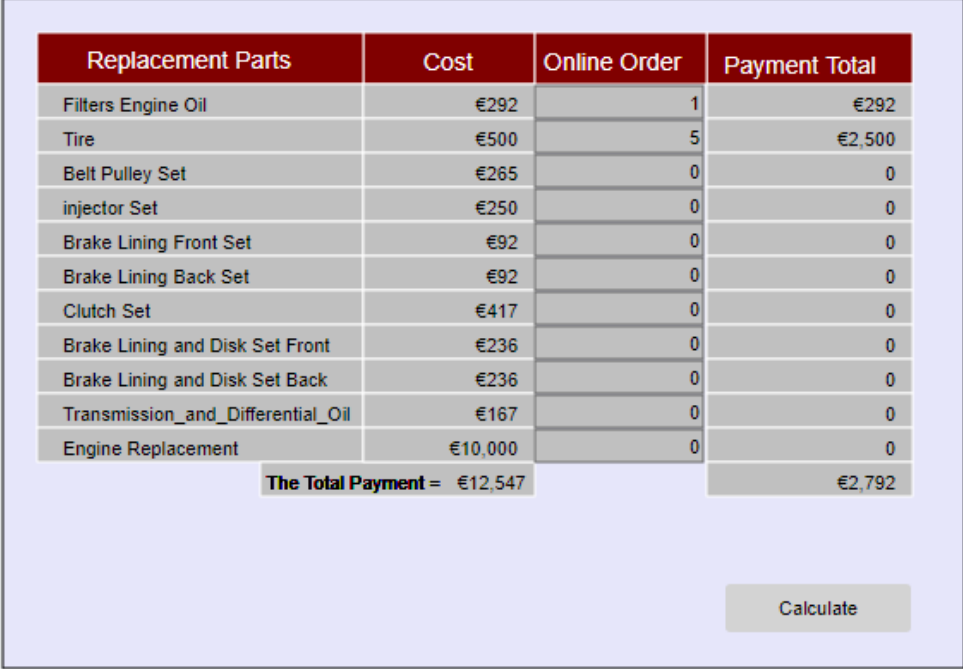
Distributor To Retailer			Retailer To Distributor				
Truck Display Screen							
Wednesday, January 2th 2019	Truck Plate	Truck Condition	Wednesday, January 2th 2019	Truck Plate	Truck Condition		
1:40 pm	München	34BC23	On The way	12:30 am	Ostrava	34BA54	Estimated time of arrival
1:40 pm	Novara	34BA81	On The way	5:00 am	Kiel	34BA89	Estimated time of arrival
1:50 pm	Ostrava	34BB46	Just Arrived	6:05 am	Ostrava	34BC60	Estimated time of arrival
2:10 pm	Wels	34BC14	Unloading	10:26 am	Novara	34BB13	Estimated time of arrival
2:10 pm	Hamburg	34BA95	Unloading	12:08 pm	Wels	34BB87	Estimated time of arrival
2:20 pm	Karlsruhe	34BB44	Unloading	1:36 am	Wels	34BC75	Estimated time of arrival
2:30 pm	Kiel	34BC87	Loading	6:12 pm	Karlsruhe	34BB36	Estimated time of arrival
2:35 pm	München	34BA14	Loading	7:01 pm	Karlsruhe	34BC14	Estimated time of arrival
2:40 pm	Novara	34BB85	Loading	10:01 pm	Karlsruhe	34BB44	Estimated time of arrival
2:45 pm	Ostrava	34BC15	Loading	11:37 pm	Hamburg	34BA30	Estimated time of arrival
2:50 pm	Wels	34BA96	Loading	11:57 pm	Karlsruhe	34BA48	Estimated time of arrival
2:55 pm	Hamburg	34BB56	Loading	1:16 am	Karlsruhe	34BA15	Estimated time of arrival
7:37 am	Karlsruhe	34BA30	On The way	1:52 am	Hamburg	34BB21	Estimated time of arrival
3:20 pm	Kiel	34BA71	Loading	2:18 am	München	34BA89	Estimated time of arrival
3:45 pm	München	34BB29	On The way	2:37 am	Kiel	34BC88	Estimated time of arrival
3:55 pm	Novara	34BC78	On The way	3:37 am	München	34BB13	Estimated time of arrival
4:00 pm	Ostrava	34BA54	On The way	4:39 am	Kiel	34BA63	Estimated time of arrival
4:10 pm	Wels	34BB60	On The way	4:42 am	Hamburg	34BA95	Estimated time of arrival
4:25 pm	Hamburg	34BC96	On The way	5:17 am	Hamburg	34BC14	Estimated time of arrival
5:35 pm	Karlsruhe	34BA15	On The way	6:17 am	München	34BA14	Estimated time of arrival

Şekil 6.1. Tır İzleme Ekranı

6.2. Tırların Bakım Hesaplama Ekranı

Tırların bakımları için hesaplama ekranı yapılmıştır. Şekil 6.2'de görüldüğü üzere filtreler (yağ filtresi, su ayırıcı filtre, yakıt filtresi, hava kurutucu filtre, hava filtresi) ve motor yağı, lastik, kayış + kasnak seti, enjektör seti, fren balata seti ön, fren balata seti arka, debriyaj seti, fren balata ve disk seti ön, fren balata ve disk seti arka,

şanzıman ve diferansiyel yağı, komple motor gibi 11 kalem bakım parçaları görülmektedir. Maliyetlere işçilikler dahildir. Tırların yedek parça hesaplama ekranı sayesinde online olarak kullanılan parça adetleri girilerek ödenecek fiyatlar hesaplanabilmektedir. Bu bize yıl bazlı karşılaştırma ve stokta ne kadar parça bulundurmanız gerektiğini de ortaya koymaktadır.



Replacement Parts	Cost	Online Order	Payment Total
Filters Engine Oil	€292	1	€292
Tire	€500	5	€2,500
Belt Pulley Set	€265	0	0
injector Set	€250	0	0
Brake Lining Front Set	€92	0	0
Brake Lining Back Set	€92	0	0
Clutch Set	€417	0	0
Brake Lining and Disk Set Front	€236	0	0
Brake Lining and Disk Set Back	€236	0	0
Transmission_and_Differential_Oil	€167	0	0
Engine Replacement	€10,000	0	0
The Total Payment =			€12,547
			€2,792

Calculate

Şekil 6.2. Tırların Yedek Parça Hesaplama Ekranı

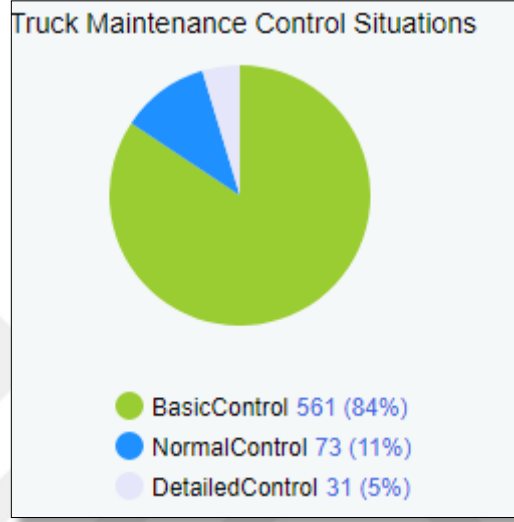
6.3. İstatiksel Analiz

Çeşitli problemlere cevap bulmak ve elde edeceğimiz çıkarımlar neticesinde kararlar verilebilen bilimsem yöntemin çözümlendiği sürçleri ifade etmektedir.

Mevcut Lojistik 4.0 konsepti ışığında ulaştırma simülasyonu kurulduktan sonra, beklenen ya da beklenmeyen durumları önceden tahmin etmek ve bazı riskli olayların çıkmasından önce önlem almak amacıyla sistemi sürekli izlemek için simülasyon ortamında bazı istatistiksel analizlerin mevcut olması gerekmektedir. Bu bölümde ilk olarak tırların bakımı, ikinci olarak tırların durumu ve son olarak tırların servis seviyesi olmak üzere sürekli olarak üç durum kontrol edilmektedir.

6.3.1. Tırların Bakım Kontrol Durumları

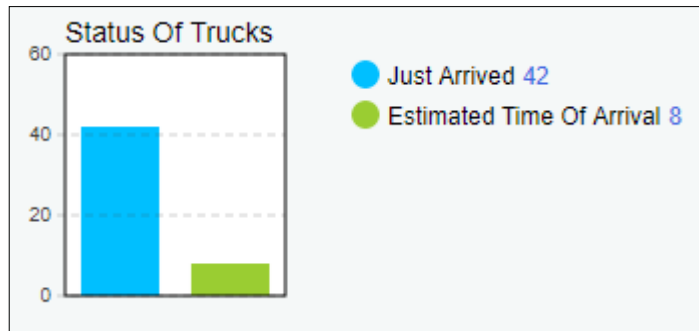
Taşımacılık simülasyonunda, sisteme düzenli olarak alınan Temel Kontrol, Normal Kontrol ve Detaylı Kontrol olmak üzere üç çeşit bakım kontrolü eklenmiş ve bunlarla ilgili istatistiksel analiz aşağıdaki gibi yapılmıştır. Simülasyon programı 2 yıl boyunca çalıştığında (Başlangıç 2019-Ocak / Bitiş 2021-Ocak), 50 kamyonun bakım hizmetlerinin sayısı Şekil 6.2.1'de orantılı olarak gösterilmektedir.



Şekil 6.3.1. Tırların Üç Tip Bakımındaki Toplam Sayısı

6.3.2. Tırların Durumları

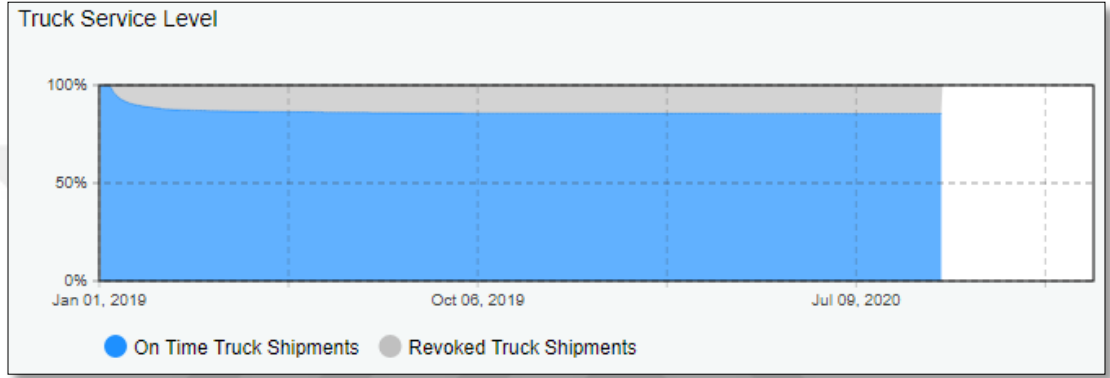
Başka bir istatistik ise genellikle kamyonların son durumunu izlemeyi amaçlar. Günün sonunda, ne kadar kamyonun geldiği ve ne kadarının yolda olduğu (tahmini varış zamanıyla) bilgileri aşağıdaki Şekil 6.2.2'de görülebilir.



Şekil 6.3.2. Tırların Mevcut Durumu

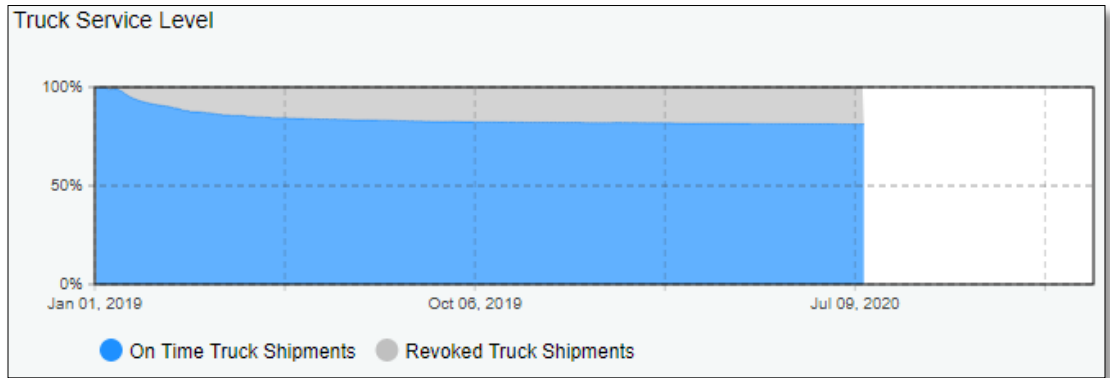
6.3.3. Tırların Servis Seviyeleri

Simüle edilen ulaştırma sistemini bir bütün olarak kamyon kullanımı açısından incelemek için aşağıdaki istatistiksel grafik oluşturulmuştur. Önceki bölümde belirtildiği gibi, mevcut lojistik simülasyon modelleri, sürücülerinden bağımsız olarak her türlü ulaşım aracını göz önünde bulundurur ve haftanın yedi günü, günde 24 saat olan kullanılabilir araçları bir kaynak olarak kabul eder. Şekil 6.2.3`de sistem performansını bu felsefeye göre değerlendirmektedir ve bu oran yaklaşık% 85'tir.



Şekil 6.3.3. İSG Kuralları Eklemeden Kamyon Servis Seviyesi

İkinci çizelge, günlük sürüş süresinin ve mola sürelerinin kurallarının simülasyon ortamına gömülmesinden sonra elde edildi. Lojistik sistem hizmet seviyesinin% 79 seviyesine kadar görünüşte düştüğü anlaşılmaktadır.



Şekil 6.3.3.1. İSG Kurallarını Ekleyerek Tırların Servis Seviyesi

7.SONUÇ

Endüstri 4.0 olarak adlandırılan yeni felsefe nedeniyle lojistik faaliyetlerinin yeniden şekillendirilebileceği açıktır. Bu dönüşüm sırasında, etmen tabanlı simülasyon, bu tür karmaşık nakliye işlemlerini tespit etmek için faydalı bir metodoloji olarak önerilmiştir. Bu noktada, bu çalışma GIS haritasında çeşitli perakendeciler ve dağıtım merkezleri arasındaki gerçek zamanlı gönderileri ve tüm sistemi aynı anda ve sürekli olarak değerlendirmek için istatistiksel analizleri içeren bir lojistik simülasyon modeli kurulmuştur.

Endüstri 4.0, otomasyon ve entegrasyon endüstrilerinde hızla yayılmanın yanı sıra, değer zinciri ağlarını gerçek zamanlı olarak yönetmek ve optimize etmek için şirketler için daha akıllı izleme ve kontrol teknolojileri kullanmaktadır. Bu tür gelişmelerin kökeninde, üretim ve nakliye alanlarında tamamen özerk karar alma süreçlerinin uygulanması yatmaktadır. Akıllı, kendi kendini düzenleyen üretim sistemlerinin ve süreçlerinin geliştirilmesine ek olarak, Endüstri 4.0'ın odak noktası, birbirleriyle özerk iletişim kurabilen üretim tesislerinin geliştirilmesidir. Bu bize, ilk üreticiden son tüketiciye kadar gerekli tüm süreçleri yerine getiren lojistik endüstrisinin Endüstri 4.0 ile bağlantılı olduğunu göstermektedir.

Endüstri 4.0 ve lojistiğin simülasyonla birleştiği nokta, nakliye ve taşımacılık sektöründe, büyük ölçekli karayolu taşımacılığı, deniz petrol taşımacılığı ve hava taşımacılığı projelerinde karşılaşılan ve çözülemeyen karmaşık ve zor sorunların olmasıdır. Gerçek hayatta karşılaşılan bu karmaşık sorunların çözümü ve çözümlerin uygulanmasındaki zorluklar ya da çözümler için geliştirilen maliyetli ve zaman alıcı prototipler simülasyon tekniklerinin kullanılmasını gerektirir.

Simülasyon tekniklerinin kullanılması ile uygulama neticesinde tırların hareketlerini izleme ekranından takip ederek sevkiyatın durumunu kontrol edilebilir ve tırların bakım kontrol durumlarına erişebiliriz bu da bize bakım maliyetlerini, yedek parça gereksinimlerini ve stok durumları hakkında yapılması gerekenleri göstermektedir. Aynı zamanda tırların yedek parça izleme ekranı sayesinde bakım masraflarının maliyetlerini hesaplama imkanı sağlamaktadır. Bu sayede bir kaç sene karşılaştırılarak gerekli makul bakım seviyelerine ulaşılabilir. Son olarak ise tırların servis seviyeleri

için iki farklı senaryo gerçekleştirilmiştir. İlk olarak simülasyon normal olarak analiz edilmiştir. İkinci olarak ise simülasyonda iş sağlığı ve güvenliği hususları dikkate alınarak simülasyon gerçekleştirilmiştir. Bunlar neticesinde iki simülasyon durumu karşılaştırıldığında ilk senaryo %85, iş sağlığı ve güvenliğini dahil ettiğimizde ise %79 olduğu görülmüştür. Bu durum her ne kadar %6`lük bir düşüş olduğunu gösterse de insan hayatını göze aldığımızda göz ardı edilebilecek bir yüzde olduğu görülmektedir. Görüldüğü üzere iş sağlığı ve güvenliği kısıtlamalarını göz önüne almak son derece önemlidir. Gidilecek mesafeye göre tek şoför ya da ikinci bir şoför sevkiyata dahil edilmelidir. Şoför de oluşacak iş baskısı, yalnız çalışma, uzun süreli araç kullanmada stres ve titreşime maruz kalma gibi sorunlarda düşünülmelidir. Bu kısıtlamalar dahilinde şirket politikası ve şoförler için en uygun şartlar belirlenip optimize edilmelidir.

Mevcut model üzerindeki sonuçlar, gerçek hayatta araştırılması zor olan araç izleme, bakım periyotları kontrolü gibi istatistiksel çizelgeler eklenerek analiz edilmiştir. Bu çalışmada, etmen tabanlı simülasyon yöntemine sahip coğrafi bilgi sistemleri kullanılmış ve istatistiksel veriler kullanılarak sistem performansı karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak bu tezimde iş sağlığı ve güvenliği kurallarını simülasyona entegre ederek alınan sonuçlar son derece makul olarak optimum çözüme ulaşmıştır.

KAYNAKÇA

- Alber, M., Kiskowski, M., Glazier, J., & Jiang, Y. (2003). On cellular automaton approaches to modeling biological cells. *Rosenthal J and Gilliam DS (eds) Mathematical Systems Theory in Biology, Communication, and Finance, 134*, s. 1-39.
- Amaral, R., & Aghezzaf, E. H. (2015). City Logistics and Traffic Management: Modelling the Inner and Outer Urban Transport Flows in a Two-tiered System. *Transportation Research Procedia*.
- Anand, N., Meijer, D., Tavasszy, L., & Meijer, S. (2016). participatory simulation gaming framework for the validation agent based model: the case of city logistics. *Transportation Research Part C, 71(5216)*.
- Arthur, W., Durlauf, S., & Lane, D. (1997). The Economy as an Evolving Complex System II, SFI Studies in the Sciences of Complexity.
- Balçı, İ. Ç. (2000). Coğrafi Bilgi Sistemi, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri: A, Sayı: 1.
- Carley, K. M., & Fridsma, D. B. (2006). Biowar: Scalable agent-based model of bioattacks. *36(2)*, 252–265.
- Charania, A., Olds, J., & DePasquale, D. (2006). Sub-orbital Space Tourism Market: Predictions of the Future Marketplace Using Agent-based Modeling.
- Comi, A., & Rosati, L. (2015). CLASS: a DSS for the analysis and the simulation of urban freight systems. *In Transportation Research Procedia 5 (Vol. 5, pp. 132–144)*.
- Davies, T. P. (2013). A mathematical model of the London riots and their policing. *Scientific Reports*.
- De Oliveira, L. K., Oliveira, B. R., & Correia, V. d. (2014). Simulation of an Urban Logistic Space for the Distribution of Goods in Belo Horizonte, Brazil. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*.
- DI Bao-feng, Z. K.-s.-h. (2013). The Development of a Geographic Information System (GIS) Database for Jiuzhaigou National Nature Reserve and Its Application.
- Dobesova, Z. (2012). Voice Control of Maps. In , 460–64. IEEE.
- Fanti, M. P., Iacobellis, G., Ukovich, W., Boschian, V., Georgoulas, G., & Stylios, C. (2015). A simulation based Decision Support System for logistics management. *Journal of Computational Science*.
- Fatnassi, E., & Chaouachi, J. (2016). Discrete Event Simulation of Loading Unloading Operations in a Specific Intermodal. *In Software Engineering Perspectives and Application in Intelligent Systems*.
- Folcik, V., An, G., & Orosz, C. (2007). The basic immune simulator: An agent-based model to study the interactions between innate and adaptive immunity. *4(39)*.
- Gani, A. (2017). The Logistics Performance Effect in International Trade. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*.
- Gattuso, D., Cassone, G. C., Lanciano, C., Placido, V., & Praticò, M. (2015). A freight urban distribution center design with micro-simulation support for city logistics. *WIT Transactions on The Built Environment, Vol 146, © 2015 WIT Press*.
- Jerry Banks, J. S. (2010). *Discrete-Event System Simulation Fifth Edition*.

- KARAKAYA, E. (2015). DEVELOPMENT OF AN AGENT BASED MODELLING AND SIMULATION TOOL FOR ANTICIPATORY CHANGE PLANNING FOR CELLULAR TRANSPORT SYSTEMS.
- Kirch, M., Poenicke, O., & Richter, K. (2016). RFID in Logistics and Production – Applications , Research and Visions for Smart Logistics Zones. *16th Conference on Reliability and Statistics in Transportation and Communication*.
- Kohler, T., Gumerman, G., & Reynolds, R. (2005). Simulating ancient societies. *293(1)*, 77-84.
- Korkmaz, M. O. (28 Mart – 1 Nisan 2005). Arz Zinciri Yönetiminde Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanımı, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı. Ankara.
- Krigas, N. P. (2012). Application of Geographic Information Systems.
- Kumar, J. (tarih yok). System Simulation and Modeling.
- Lewandowska, K., & Olejnik, M. (2018). Logistics maturity model for service company – theoretical background. *28th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing (FAIM2018), June 11-14, 2018, Columbus, OH, USA* .
- Lo'pez-Sa'nchez, M., Noria, X., & Rodri'guez JA, J. (2005). Multi-agent based simulation of news digital markets.
- Macal, C. (2004a). Emergent structures from trust relationships in supply chains. *Proceedings of Agent 2004: Conference on Social Dynamics: Interaction, Reflexivity and Emergence.*, (pp. 743–760). Chicago.
- Makhloufi, R., Cattaruzza, D., Meunier, F., Absi, N., & Feillet, D. (2015). Simulation of Mutualized Urban Logistics Systems with Real-times Management. *Transportation Research Procedia*.
- Marco, A., Lodovico, A., Andrea, G., Giorgio, P., Guardo, A. D., Stefania, C., . . . Fumagalli, M. (2014). ValorE: An integrated and GIS-based decision support system for livestock manure management in the Lombardy region (northern Italy).
- Melin, T., & Uyoga, D. (2017). Formation Flight Mechanics and its Integrated Logistics. *6th CEAS AIR & SPACE CONFERENCE AEROSPACE EUROPE 2017, CEAS 2017, 16-20 October 2017, Bucharest, Romania* .
- Naumov, V. (2018). Modeling Demand for Freight Forwarding Services on the Grounds of Logistics Portals Data. *EURO Mini Conference on "Advances in Freight Transportation and Logistics" (emc-ftl-2018)* .
- Nourinejad, M., Wenneman, A., Habib, K. N., & Roorda, M. J. (2014). ruck parking in urban areas: Application of choice modelling within traffic microsimulation. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*.
- Olga Szymańska, M. A. (2017). LOGISTICS 4.0 – A NEW PARADIGM OR SET OF KNOWN SOLUTIONS?
- OLUWALOLA, F. K. (tarih yok). RELEVANCE OF COMPUTER SIMULATION ON CLASSROOMTEACHING.
- PatienceF.Tunji-Olayeni, Afolabi, A., E.Eshofonie, E., & .Ayim , B. (2018). Dataset for material logistics on construction sites. *Dataset for material logistics on construction sites*.

- Pereira, S. M., Ambrosano, G. M., Cortellazzi, K. L., Tagliaferro, E. P., Vettorazzi, C. A., Ferraz, S. F., . . . Pereira, A. C. (2010). Geographic Information Systems (GIS) in Assessing Dental Health.
- Preziosi, L. (2003). *Cancer Modelling and Simulation*. Florida, USA: Chapman Hall/CRC.
- Roca-Riu, M., Fernández, E., & Estrada, M. (2015). Parking slot assignment for urban distribution: Models and formulations. *OMEGA International Journal of Management Science (United Kingdom)*.
- Stępien, M., Legowik-Swiacik, S., & Wioletta S. (2016). Identification and Measurement of Logistics Cost Parameters in the Company. *2nd International Conference "Green Cities - Green Logistics for Greener Cities", 2-3 March 2016, Szczecin, Poland*.
- Tecim, V. (2008). Coğrafi Bilgi Sistemleri – Harita Tabanlı Bilgi Yönetimi. Ankara.
- Tesfatsion, L. (2002). Agent-based computational economics: Growing economies from the bottom up. *8(1)*, 55-82.
- Testa, J. (2007). Fur Seal Investigations, 2004-2005. 76.
- Tonmukayakul, A. (2007). An agent-based model for secondary use of radio spectrum. *PhD Thesis, School of Information Sciences University of Pittsburgh*.
- Troisi, A., Wong, V., & Ratner, M. (2005). An agent-based approach for modeling molecular self-organization. *102(2)*, 255–260.
- Van Heeswijk, W., Mes, M., & Schutten, M. (2016). An agent-based simulation framework to evaluate urban logistics scheme. *Lecture Notes in Computer Science, 9855:369–383*.
- Wilkinson TJ, T., & al, e. (2007). Modeling settlement systems in a dynamic environment. *The Model-Based Archaeology of Socionatural Systems School for Advanced Research Press*, pp. 175-208.
- Yoon, H. Y., Bang, H. S., & Woo, S. H. (2016). A Comparative Study on the Logistics Research between International and Korean Journals. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*.
- Zuting, Z. (tarih yok). Study on Modern Logistics Distribution System Based on GIS.

Linkler:

<https://tr.wikipedia.org/wiki/Simülasyon>

<http://bilgibirikimi.tripod.com/simulasyon.htm>

<https://www.pmcorp.com/Products/Simulation/AnyLogic.aspx>

<http://www2.econ.iastate.edu/tesfatsi/systemdyndiscreteeventabmcompared.borshchevfilippov04.pdf>

<http://www2.econ.iastate.edu/tesfatsi/systemdyndiscreteeventabmcompared.borshchevfilippov04.pdf>

<http://www2.econ.iastate.edu/tesfatsi/systemdyndiscreteeventabmcompared.borshchevfilippov04.pdf>

<http://www.rotamap.com/>

<http://devirsaati.com/20-yilda-kamyonlarin-yakit-tuketimi-yuzde-22-azaldi/>

<http://www.und.web.tr/upload/Eylul2019.pdf>

<https://www.und.org.tr/medya-detay/undden-haberler/ocak-2019-tasimacilik-istatistikleri-raporu-yayinlandi>

http://research.logistyka-produkcja.pl/images/stories/Numer_30/10.21008j.2083-4950.2017.7.4.2.pdf

https://www.thiagobranquinho.com/wp-content/uploads/2016/11/Design-Principles-for-Industrie-4_0-Scenarios.pdf

<https://www.prnewswire.com/news-releases/simios-8-reasons-to-adopt-industry-4-0--300629039.html>

<http://www.tesk.org.tr/tr/calisma/sosyal/15Karayolu.pdf>

<https://www.anylogic.com>

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Uğur KESKİN
Uyruğu : T.C.
Doğum Tarihi ve Yeri : 17 Şubat 1989, Yalova
Elektronik Posta : ugur_keskin249@hotmail.com

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Yılı
Ön Lisans	Düzce Üni., Düzce Meslek Yüksekokulu, Endüstriyel Otomasyon	2011
Lisans	Beykent Üni., Mimarlık - Mühendislik Fakültesi, Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği	2014
Yüksek Lisans	İMU, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mühendislik Yönetimi Anabilim Dalı	2018

İŞ TECRÜBESİ

Tarih	Kurum	Görev
2010	Aka Otomotiv, Elektrik – Elektronik Bakım Bölümü	Stajyer
2014	İTU, Fen Bilimleri Fakültesi, RF Elektronik Laboratuvarı	Stajyer

YABANCI DİLLER

Orta seviye İngilizce.

PROJELER

Lisans bitirme projesi olarak RF Kontrollü Gezgin Robot yapılmıştır. Yapılan projede robot ortamın sıcaklık ve doğalgaz oranını kullanıcıya göndermektedir. Robot kumanda ve bilgisayar ara yüz programıyla kontrol edilmektedir.

İstanbul Teknik Üniversitesi / RF Elektronik Laboratuvarında 1.5 GHz`de bant geçiren filtre tasarımı ve gerçekleştirilmesi yapıldı. Özellikleri: Araya girme kaybı (insertion loss) 3 dB geri dönüş kaybı (return loss) 10 dB, 100 Mhz`lik bant genişliğinde 1.4 GHz ve 1.6 GHz de -10 dB bastıran filtre yapılmıştır.

HOBİLER

Futbol, yüzme, konsol oyunları.

