

Yayın Geliş Tarihi: 27.03.2023
Yayına Kabul Tarihi: 01.06.2023
Online Yayın Tarihi: 15.09.2023
<http://dx.doi.org/10.16953/deusosbil.1271695>

Dokuz Eylül Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi
Cilt: 25, Sayı: 3, Yıl: 2023 Sayfa: 1427-1446
E-ISSN: 1308-0911

Araştırma Makalesi

PLASTİK BAZLI ENDÜSTRİYEL ÜRÜN ÜRETİMİNE YÖNELİK TESİS YERLEŞİMİNİN YENİDEN TASARLANMASI ÜZERİNE BİR SİMÜLASYON ÇALIŞMASI

Mustafa Alper AÇIKKAPI*

Adem TÜZEMEN**

Öz

Bu çalışmada, plastik bazlı endüstriyel tüketim malzemelerinin imalatını gerçekleştiren bir işletmenin mevcut tesis yerleşim düzeninin yeniden tasarlanması suretiyle, işletmede üretilen 4 farklı ürünün üretilmesi sürecinde, streç film üretiminde oluşan toplam taşıma mesafesinin azaltılması ve buna bağlı olarak da taşıma sürelerinin iyileştirilmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda; çalışmanın birinci bölümü olan Giriş başlığında tesis yerleşim tasarımı kavramı hakkında genel bilgilere yer verilmiş, konuya ilişkin literatürde yer alan muhtelif çalışmalar izah edilmiş ve akabinde tesisin mevcut yerleşim planı aktarılmıştır. Çalışmanın ikinci bölümünde işletmede üretilen streç film ürününün iş akış şemasına yer verilerek her bir iş istasyonu arasında oluşan taşıma mesafeleri ve taşıma süreleri sunulmuştur. Çalışmanın üçüncü bölümünde işletmenin mevcut tesis yerleşim düzeninin ARENA programı ile simülasyonu izah edilmiştir. Çalışmanın dördüncü bölümünde, işletmenin mevcut tesis yerleşimine alternatif olarak deneme-yanılma yöntemi aracılığıyla 3 farklı senaryo oluşturulmuş, bu senaryolara göre oluşan taşıma mesafeleri ve simüle edilmiş taşıma süreleri bağlamında en fazla iyileştirmenin sağlandığı alternatif çözüm tespit edilmiştir. Çalışmanın Sonuç bölümünde ise, çalışmada elde edilen sonuçlar irdelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Üretim, Tesis Yerleşimi, Simülasyon, ARENA.

Bu makale için önerilen kaynak gösterimi (APA 6. Sürüm):

Açikkapı, M. A. & Tüzemen, A. (2023). Plastik bazlı endüstriyel ürün üretimine yönelik tesis yerleşiminin yeniden tasarlanması üzerine bir simülasyon çalışması. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 25 (3), 1427-1446.

* KOBİ Uzmanı. T.C. Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeleri Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı (KOSGEB) Amasya Müdürlüğü, ORCID: 0000-0002-6933-4880, alperacikkapi@gmail.com

** Dr. Öğr. Üyesi. Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, ORCID: 0000-0002-5786-2686, atuzemen@gmail.com

Bu çalışma etik kurul onayı gerektirmemektedir.

Bu çalışma, Mustafa Alper AÇIKKAPI adlı yazarın Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı'nda Dr. Öğr. Üyesi Adem TÜZEMEN danışmanlığında yürütmekte olduğu doktora tezi çalışmasından türetilmiştir.

A SIMULATION MODEL ON THE REDESIGN OF THE FACILITY LAYOUT OF PLASTIC BASED INDUSTRIAL PRODUCTS

Abstract

In this study, it is aimed to reduce the total transportation distance in the production of stretch film and to improve the transportation times in the process of producing 4 different products in the enterprise by redesigning the existing facility layout of an enterprise operating on the production of plastic-based industrial consumption materials. In this context; in the first part of the study, in the title of Introduction, general information about the concept of facility layout design is given, various studies in the literature on the subject are explained, and then the current layout of the facility is conveyed. In the second part of the study, the workflow chart of the stretch film product produced in the enterprise is included and the transportation distances and transportation times between each workstation are presented. In the third part of the study, the current facility layout, transportation distances, and transportation times of the enterprise were simulated with the ARENA program. In the fourth part of the study, 3 different scenarios were created through the trial-and-error method as an alternative to the existing facility layout of the enterprise, and the alternative solution that provided the most improvement in terms of transportation distances and simulated transportation times was determined according to these scenarios. In the Conclusion part of the study, the results obtained in the study were examined.

Keywords: Production, Facility Layout, Simulation, ARENA.

GİRİŞ

Tesis yerleşim düzeni; bir işletmede üretim alanının etkin kullanımını sağlayacak ve malzeme-işgücü taşımalarını en aza indirgeyecek şekilde ürün üretilmesi amacıyla, tüm üretim faaliyetleri için bir yer belirlenmesi ve makine-teçhizatın ilgili yerlere atanması sürecinin bütünü olarak ifade edilebilir (Özkan, 2015, s. 55).

Tesis yerleşimi tasarımı, işletmelerin üretim faaliyetlerini gerçekleştirebilmeleri için gereken makine-ekipman, depolama araçları vb. fizikî kaynakların üretim alanına yerleşimi ile ilgili işlemlerin bütünü olarak ifade edilebilir. Tesis yerleşim kararları bir üretim tesisinin işletme maliyetini ve verimliliğini doğrudan etkilemektedir. Düşük üretim maliyetini ve verimli üretimi sağlayamayan bir tesis yerleşim düzeninin yeniden tasarlanması ve uygulanması, işletmeye zaman kaybı ve ek yatırım ihtiyacı olarak yansımaktadır (Porter, 2009, s. 37).

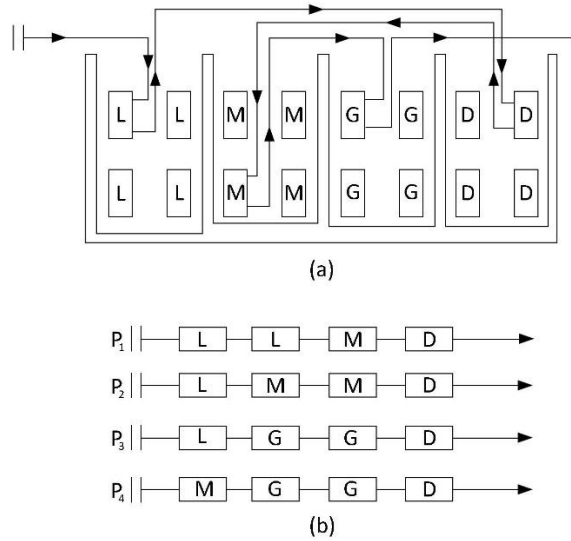
İşletmelerin sürekli değişim halinde olan pazar ve rekabet şartlarına uyum sağlayabilmeleri için; değişken talep yapısına cevap verebilen, değişen ürün karmasına elverişli olan tesis yapısına sahip olmaları önemlidir. Bu bağlamda; tesis yerleşim düzeni çalışmalarının amacı, işgücü-makine-malzeme vb. kaynakların etkinliğinin artırılması ve malzeme taşıma maliyetlerinin enazlanmasıdır (Gürgen Bilişik vd., 2011, s. 844).

Tesis yerleşim düzeni çalışmalarında temel prensip, toplam malzeme taşıma hareketlerini ve toplam işgücü hareketliliğini en aza indirgeyerek üretim tesisinin verimliliğini sağlamaktır (Yüksel, 2019, s. 101). Literatürde tesis yerleşim tasarımı alanında muhtelif yaklaşımlar mevcut olup, tesis yerleşim tipleri genel olarak süreç, ürün cinsi ve ürün büyüklüğü bağlamında; “Ürüne Göre Tesis Yerleşimi”, “Sürece Göre Tesis Yerleşimi” ve “Sabit Pozisyonlu Ürüne Göre Tesis Yerleşimi” olarak kategorize edilebilir (Kobu, 2017, ss. 194-197):

1. Ürüne Göre Tesis Yerleşimi: Bir ürünün hammadde halinden nihai ürün haline gelmesine kadar olan bütün basamaklara göre gerekli tüm makine yerleşimleri yapılır. Bu yerleşim tipi, sürekli üretim sistemine sahip işletmelere uygundur.

2. Sürece Göre Tesis Yerleşimi: Benzer özelliklere ve/veya fonksiyonlara sahip makineler bir araya getirilir (Örneğin; torna, taşlama pres vb.). Bu yerleşim tipi, siparişe göre üretim sistemine sahip işletmeler için uygundur.

Şekil 1.1: Sürece Göre Tesis Yerleşimi (a) ve Ürüne Göre Tesis Yerleşimi (b) Düzenleri, L: Torna Tezgahı, M: Freze Tezgahı, G: Taşlama Tezgahı, D: Matkap Tezgahı



Kaynak: (Kobu, 2017, s. 195)

Şekil 1.1’de sürece göre tesis yerleşim tipi ve ürüne göre tesis yerleşim tipi görsel olarak ifade edilmektedir. Her iki yöntemin de olumlu ve olumsuz muhtelif yönleri bulunmaktadır. Ürüne göre tesis yerleşim düzeninde taşımaların az ve üretim süresinin kısa olması, üretim planlama ve kontrol faaliyetlerinin kolay olması ve kalifiye olmayan işgücünün değerlendirilmesi vb. olumlu yönlerin yanı sıra; üründe yapılacak değişikliklere esneklik sağlanamaması, makine arızalanma durumlarında

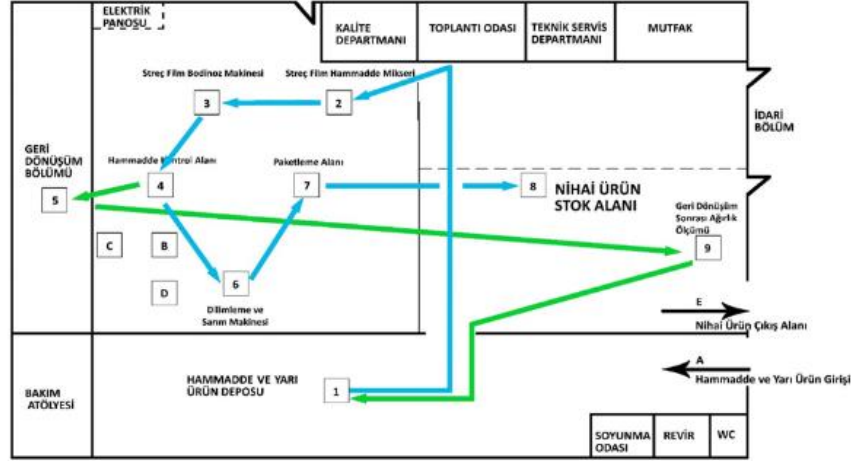
üretimin uzun müddet aksama riskinin bulunması vb. olumsuz yönler de mevcuttur. Kezâ sürece göre tesis yerleşim düzeninde makine ve işgücü esnekliğinin yüksek olması, makinelerin çok amaçlı olarak kullanılabilmesi vb. avantajlar görülmekle birlikte taşıma miktarının fazla olması, makine ve işgücünün verimli kullanılamaması, üretim süresinin uzun olması ve kalifiye personel çalıştırma mecburiyeti vb. dezavantajlarla da karşılaşılabilir (Kobu, 2017, ss. 194-197).

3. Sabit Pozisyonlu Ürüne Göre Tesis Yerleşimi: Bu yerleşim düzeninde, üretilecek olan ürünün konumu sabit olup; üretimde kullanılacak olan makine-ekipman, hammadde-malzeme ve işgücünün üretim alanına taşınması suretiyle üretim gerçekleştirilir. Proje Tipi Üretim sistemine sahip olan işletmeler bu yerleşim tipine uygun olarak faaliyet göstermektedir (Örneğin; uçak, gemi, bina imalatı vb.).

Tesis yerleşim düzeni tasarımı hususunda yapılan muhtelif çalışmalar irdelenmiştir. Matai (2015) karar vericinin belirlediği ağırlık değerlerinden bağımsız olarak çok amaçlı bir tesis yerleşim tasarımı geliştirmiş olup Benzetimli Tavlama yöntemi ile çözüm elde etmiştir. Kulturel-Konak (2017) tarafından yapılan çalışmada, üretim planlamalarının çok dönemli olarak oluşturulduğu üretim ve lojistik tesislerinin blok yerleşimi tasarlanmıştır. Yapılan çalışmada Tabu Arama yöntemi kullanılmıştır. Brunoro Ahumada vd. (2018), kimyasal tesislerin yerleşim tasarımlarına yönelik stokastik risk değerlendirmelerini içeren ve emniyet mesafelerinin de dikkate alındığı bir karma tamsayılı doğrusal programlama modeli geliştirmiştir. Garcia vd. (2018), belirsizlik düzeyinin yüksek olduğu koşullar altında tesis yerleşim problemlerini ele almış ve üç farklı gerçek vaka incelenerek simülasyon çalışmaları tamamlanarak sonuçlar irdelenmiştir. Turanoğlu ve Akkaya (2018), Bakteri Yem Optimizasyonu algoritması ve Benzetimli Tavlama Yöntemi kullanarak dinamik tesis yerleşim problemlerine yönelik bir melez algoritma geliştirmiştir. Chen vd. (2019); Genetik Algoritma yöntemi kullanılarak, otomatik kılavuzlu araç kullanımı aracılığıyla prefabrik ürünler üreten bir imalat işletmesinin hem üretim süresini minimize eden hem de iş istasyonu sayısını maksimize eden bir model geliştirmiştir. de Lira-Flores vd. (2019), süreç odaklı bir tesis yerleşiminde optimal ekipman yerleşimini ve güvenli çalışan bir sistem tasarımını eşgüdümlü olarak sağlayacak bir karma tamsayılı doğrusal olmayan programlama yöntemi ile gerçekleştirmiştir.

Bu çalışmada ele alınan işletme, Amasya ilinde plastik bazlı endüstriyel tüketim malzemelerinin imalatı üzerine faaliyet göstermektedir. İşletmede streç film, etiket, selefon ve koli bandı olmak üzere 4 farklı ürün imal edilmektedir. İşletme yetkilileri, ilerleyen dönemlerde ürün çeşitliliğinin artırılmasını planladıklarını beyan etmektedir. İşletmenin üretmekte olduğu dört farklı ürün, benzer iş istasyonlarında ve farklı rotalarda üretilmektedir. Dolayısıyla üretim tesisinin mevcut yerleşimi, sürece göre tesis yerleşim düzeni ilkesine uygun olarak düzenlenmiştir. Söz konusu ürünlerin üretiminin gerçekleştirildiği tesisin mevcut yerleşim düzeni Şekil 1.2'de gösterilmiştir.

Şekil 1.2: Üretim Tesisinin Mevcut Yerleşim Planı ve Streç Film İş Akış Şeması



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 1.2’de muhtelif harf ve sayılarla kodlanan makine-ekipmanlar ve alanların açılımı Tablo 1.1’de yer almaktadır. İşletmede üretilen 4 farklı ürün, Şekil 1.2’deki kodlamalarla temsil edilen 2, 3, 4, 6 ve 7 numaralı makinelerle ve farklı iş akış süreçleriyle üretilmektedir. Bütün ürünlere ilişkin hammaddeler ve yarı ürünler 1 numaralı alanda ve nihai ürünler ise 8 numaralı alanda depolanmaktadır. Streç film üretiminin şematik gösterimi, üretimde oluşan taşıma mesafeleri ve taşıma süreleri çalışmanın ikinci bölümünde aktarılacaktır.

Tablo 1.1: Tesis İçerisindeki İş İstasyonlarının Açılımı

1	Hammadde ve Yarı Ürün Deposu	8	Nihai Ürün Stok Alanı
2	Streç Film Hammadde Mikseri	9	Geri Dönüşüm Sonrası Ağırlık Ölçümü
3	Streç Film Bodinoz Makinesi	A	Hammadde ve Yarı Ürün Girişi
4	Hammadde Kontrol Alanı	B	Etiket Hammadde Mikseri
5	Geri Dönüşüm Bölümü	C	Etiket Bodinoz Makinesi
6	Dilimleme ve Sarım Makinesi	D	Dilimleme ve Sarım Makinesi
7	Paketleme Alanı	E	Nihai Ürün Çıkış Alanı

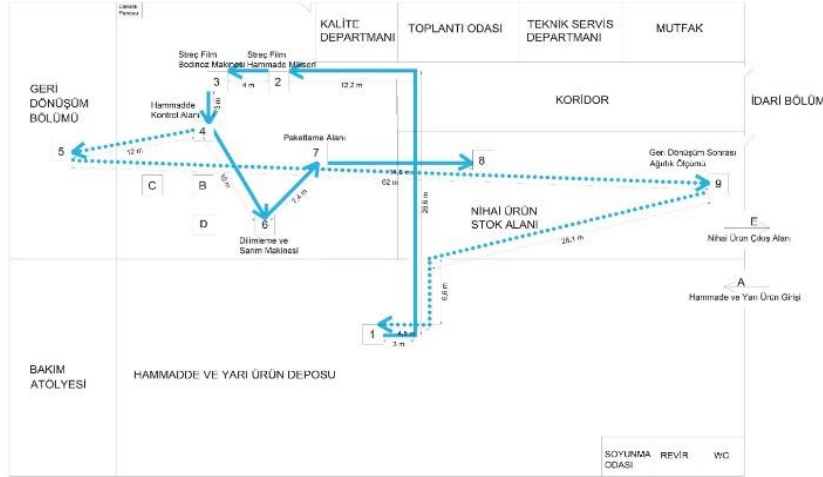
Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Bu çalışmanın amacı; sürece dayalı tesis yerleşim düzenine sahip olan söz konusu üretim işletmesinde, streç film üretim sürecinde oluşan taşıma mesafelerinin ve buna bağlı olarak da taşıma sürelerinin azaltılmasıdır.

Araştırma Problemine İlişkin Veriler

Aşağıda yer alan Şekil 2.1’de Streç Film üretimine ilişkin iş akışları şematize edilmektedir.

Şekil 2.1: Streç Film Üretiminin Şematik Gösterimi



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Streç film üretiminde; 1 no'lu alandan gerekli hammadde temin edilerek 2, 3, 4 ve 6 istasyonlarında işlenmektedir. İşlemler neticesinde oluşan nihai ürünler 7 no'lu istasyonda paketlenmekte ve 8 no'lu nihai ürün stok alanına taşınmaktadır. 4 no'lu alanda yapılan kontrol işlemi neticesinde gerekli spesifikasyonları sağlamadığı anlaşılan hammaddeler 5 no'lu alanda toplanmakta ve ayda 1 kez yapılan geri dönüşüm işleminin akabinde 9 no'lu alanda ağırlık ölçüm işlemine tâbî tutularak 1 no'lu alana taşınmaktadır. İstasyonlar arası oluşan ve reel olarak ölçümü yapılan taşıma mesafeleri ise şöyledir:

1 ve 2 arası mesafe=41,8 metre

2 ve 3 arası mesafe=4 metre

3 ve 4 arası mesafe=3 metre

4 ve 6 arası mesafe=10 metre

6 ve 7 arası mesafe=7,4 metre

7 ve 8 arası mesafe=14,3 metre

olmak üzere toplam taşıma mesafesi 80,5 metredir.

Üretim esnasında yalnızca koli bandı üretiminde geri dönüşüm işlemi yapılmamakta olup, streç film imalatında istenen spesifikasyonları sağlamayan hammaddeler geri dönüşüm alanına gönderilmektedir. Ayda 1 kez toplu olarak yapılan geri dönüşüm işlemi neticesinde geri dönüşüm sonrası ağırlık ölçümüne tâbî

olan hammaddeler yeniden hammadde ve yarı ürün deposuna aktarılmaktadır. Bu nedenle, streç film geri dönüşüm faaliyetlerine ilişkin herhangi bir süre ölçümü gerçekleştirilmemiştir. Dolayısıyla streç film üretimine dair mesafe ve süre iyileştirme çalışmaları, geri dönüşüm hârici işlemler üzerinde yürütülmüştür.

Tablo 2.1: Streç Film İmalatına Yönelik Taşıma Süresi Ölçümleri

Gözlem No	1. Taşıma Süresi (sn)	2. Taşıma Süresi (sn)	3. Taşıma Süresi (sn)	4. Taşıma Süresi (sn)	5. Taşıma Süresi (sn)	6. Taşıma Süresi (sn)
1	162	430	181	756	492	819
2	165	383	100	752	497	816
3	168	475	184	747	498	821
4	166	484	179	753	492	819
5	166	310	160	750	507	826
6	165	392	198	744	499	822
7	167	443	161	742	502	817
8	162	360	139	747	500	821
9	165	461	164	758	496	816
10	164	401	143	753	491	827
11	164	439	185	757	496	823
12	162	350	139	748	503	819
13	166	466	149	752	495	822
14	163	492	151	752	499	823
15	165	437	178	746	497	822
16	164	428	141	749	492	821
17	165	384	155	754	505	819
18	162	456	193	751	499	824
19	167	407	112	750	492	821
20	166	420	126	745	495	820
21	166	439	178	749	502	817
22	164	306	129	755	505	823
23	162	379	195	757	496	822
24	164	462	118	744	499	818
25	166	389	121	751	491	822
26	164	442	200	747	503	825
27	164	381	160	755	502	822
28	167	334	178	758	506	820
29	163	441	110	748	494	819
30	163	313	182	743	491	818
31	162	347	107	748	498	823
32	164	492	186	756	494	821
33	165	433	147	753	492	824
Ortalama Taşıma Süresi (sn)	164,48	411,39	156,03	750,61	497,58	820,97
Ortalama Taşıma Süresi (dk)	2,74	6,86	2,60	12,51	8,29	13,68
TOPLAM TAŞIMA SÜRESİ (dk)	46,68					

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

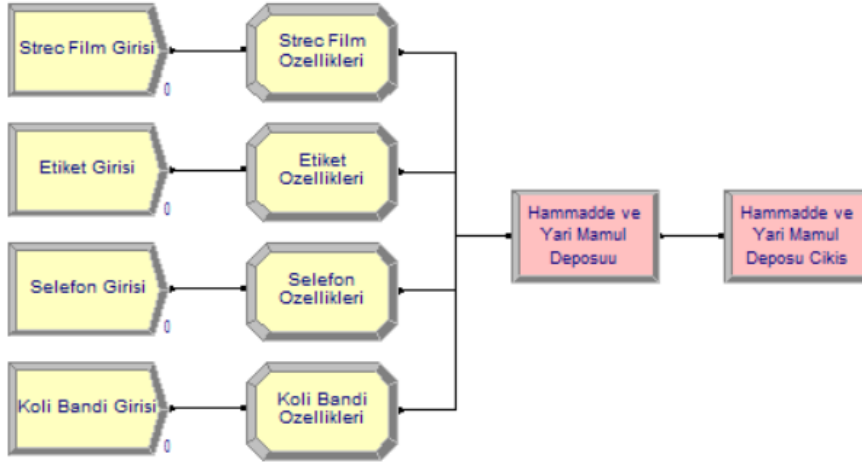
Tablo 2.1’de, streç film üretimine ilişkin istasyonlar arası taşıma işlemine yönelik yapılan 33 farklı süre ölçüm değerleri yer almaktadır. Buna göre streç film üretiminde ortalama taşıma süresi toplamda 46,68 dk’dır.

Mevcut Tesis Yerleşiminin Simülasyonu

Çalışmanın ikinci bölümünde yer alan tesis yerleşim planı, mesafe verileri ve süre değerleri ARENA 14.0 simülasyon programında simüle edilmiştir. Mevcut tesis yerleşiminin ve iş akışının simülasyonu; streç film, etiket, selefona ve koli bandı üretimlerinin tamamını kapsayacak şekilde oluşturulmuştur.

Söz konusu simülasyon çalışması; çalışmanın amacına uygun olarak, sadece streç film üretimi simülasyonu üzerinden izah edilecektir.

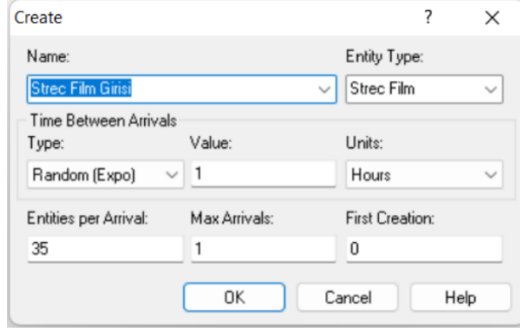
Şekil 3.1: Üretilen Ürünlerin ARENA Programında Sisteme Girişlerinin Tanımlanması



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

İşletmede üretilen 4 farklı ürünün sisteme girişi “Create” modülü ile sağlanmıştır. Akabinde söz konusu 4 farklı ürüne ilişkin belirlenen değerler “Assign” modülü ile atanmış ve taşıma süreçleri başlamıştır.

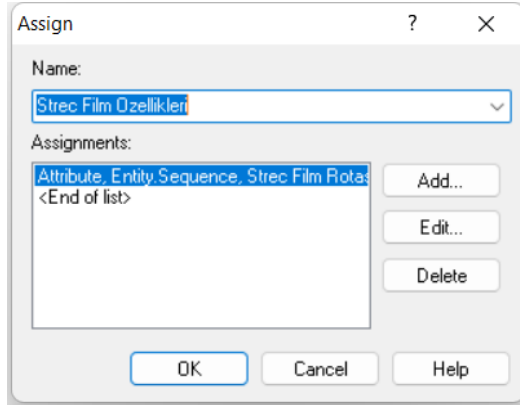
Şekil 3.2: ARENA Programında “Create” Modülünün Gösterimi



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 3.2’de streç film üretiminin “Create” modülü içeriği gösterilmektedir. Bu modülde 4 farklı ürün için varlık tipleri belirlenmiş ve her biri sisteme 1 kez girecek şekilde her bir ürüne ait 35’er adet sipariş tanımlanmıştır.

Şekil 3.3: ARENA Programında “Assign” Modülünün Gösterimi



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 3.3’te de görüleceği üzere, ürünlerin sisteme girişinin akabinde ürünler için oluşturulan rotaların ataması “Assign” modülü ile gerçekleştirilmiştir.

Şekil 3.4: ARENA Programında “Sequence” Modülünün Gösterimi

Name		Steps
1	Strec Film Rotasi	6 rows
2	Etiket Rotasi	6 rows
3	Selefon Rotasi	4 rows
4	Koli Bandi Rotasi	3 rows

Station Name	Step Name	Next Step	Assignments
1	Strec Film Hammadde Mikseri Station		1 rows
2	Strec Film Bodinoz Makinesi Station		1 rows
3	Hammadde Kontrol Alanı Station		1 rows
4	Dilimleme ve Sarım Makinesi Statin		1 rows
5	Paketleme Alanı Station		1 rows
6	Nihai Urun Stok Alanı Station		1 rows

Double-click here to add a new row.

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Strec film için oluşturulan rota, Şekil 3.4'teki “Sequence” modülünde detaylı olarak gösterilmektedir. Aynı işlem, diğer üç ürün için de gerçekleştirilmektedir.

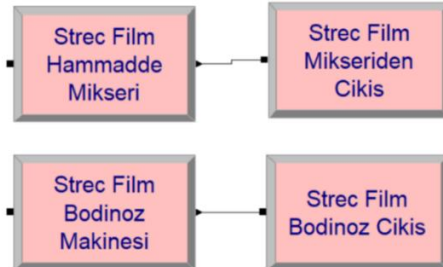
Şekil 3.5: ARENA Programında İş İstasyonları Arası Sürelerin Atanması

Station Name	Step Name	Next Step	Assignments
1	Strec Film Hammadde Mikseri Station		1 rows
2			1 rows
3	Assignments		1 rows
4	Assignment Type	Attribute Name	Value
5	1	Attribute	1 den cikis 162 + 7 * BETA(1.35, 1.81)
6			1 rows

Double-click here to add a new row.

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

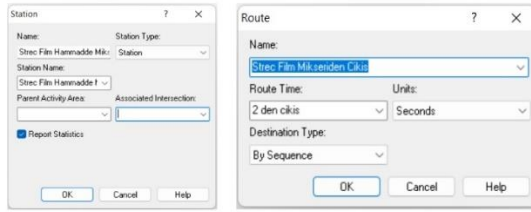
İşletmede üretilen ürünler benzer rotalarda iş akışına sahip iken, iki farklı ürün, aynı iki istasyon arasında farklı taşıma süresine sahip olmaktadır. Bu nedenle her bir ürün için rotalar arası süre atamaları ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. Şekil 3.5'te süre tanımlama işlemi gösterilmektedir.

Şekil 3.6: Strec Film İçin ARENA Programında “Route” ve “Station” Modüllerinin Gösterimi

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Her bir ürünün rota atamalarına bağlı olarak sistemdeki iş akışını sağlayabilmek için “route” ve “station” modülleri kullanılmıştır. Şekil 3.6’da streç film ürünü için “Route” ve “Station” Modüllerinin gösterimi yer almaktadır. Her bir iş istasyonu için ayrı bir station – route modül grubu bulunmaktadır. “Station” modülü aracılığıyla istasyon bilgileri, “Route” modülü aracılığıyla ise bir sonraki adımın bilgileri sisteme aktarılmaktadır.

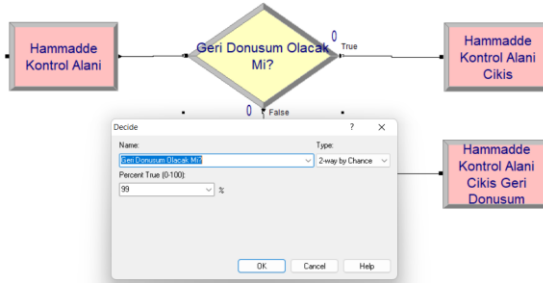
Şekil 3.7: ARENA Programında “Route” ve “Station” Modüllerinin Gösterimi



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

İş istasyonlarının isimlendirmeleri “Station” modülünde yapılmıştır. İstasyonlar arası taşıma işleminin rotalama işlemi ise “Route” modülü ile gerçekleştirilmektedir. Şekil 3.7’de streç film için yapılan istasyon oluşturma ve rotalama işlemleri bütün ürünlere ilişkin ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir.

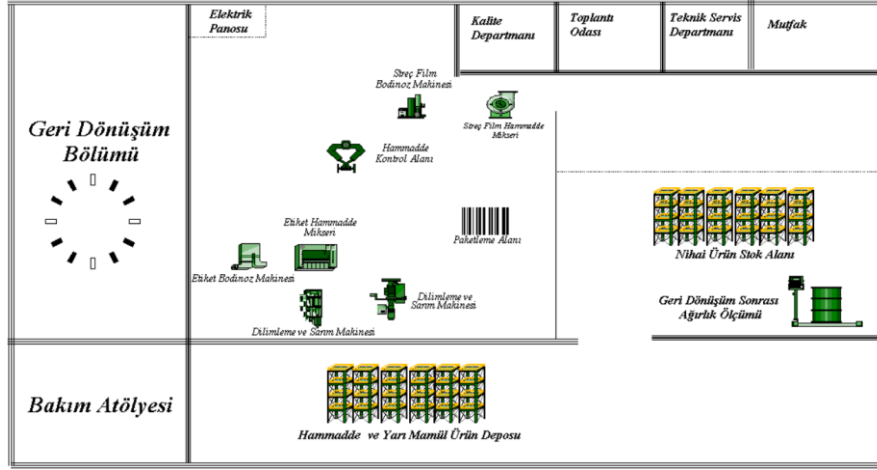
Şekil 3.8: ARENA Programında “Decide” Modülünün Gösterimi



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

İşletmenin mevcut durumunun simülasyonunda geri dönüşüm işlemi yapıp yapılmaması durumuna ilişkin “Decide” modülü ile kurgulama yapılmıştır. Şekil 3.8’de bu süreç izah edilmektedir.

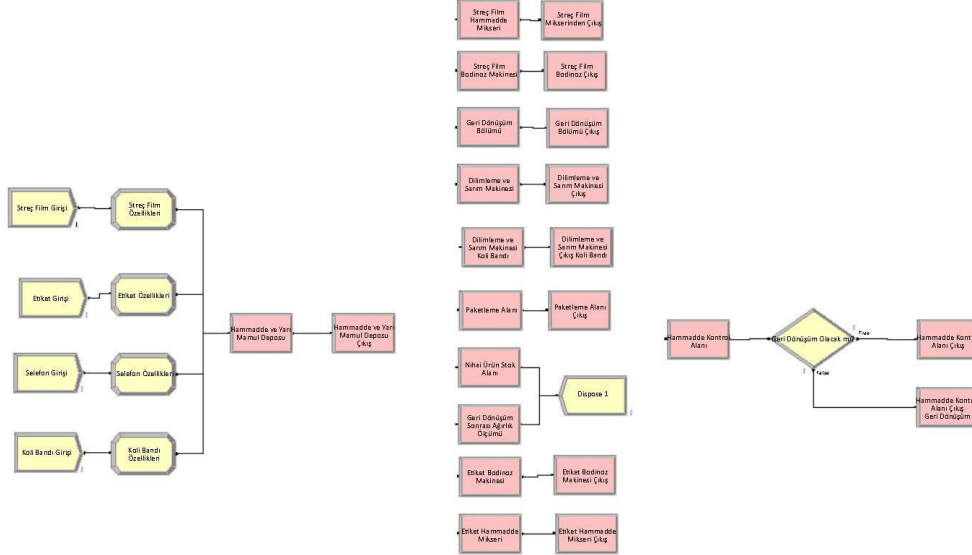
Şekil 3.9: Mevcut Yerleşim Planının ARENA ile Gösterimi



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

İşletmenin Şekil 1.2’de yer alan mevcut tesis yerleşim planının ARENA programında görsel hale getirilmesi Şekil 3.9’daki gibidir.

Şekil 3.10: Ürünlerin İş Akışlarının ARENA ile Gösterimi



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

İşletmede üretilen 4 farklı ürüne ilişkin ARENA programı üzerinde tanımlanan tüm iş akışları, Şekil 3.10’da yer almaktadır.

Tablo 3.1: Mevcut Tesis Yerleşim Düzeninde Ürünlerin Taşıma Süre Değerleri

	Ortalama	Minimum	Maksimum
Etiket	21,3913	8,1506	21,9886
Koli Bandı	26,162	25,9716	26,3779
Selefon	80,6944	80,5838	80,8233
Streç Film	45,6361	13,0617	48,2655

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

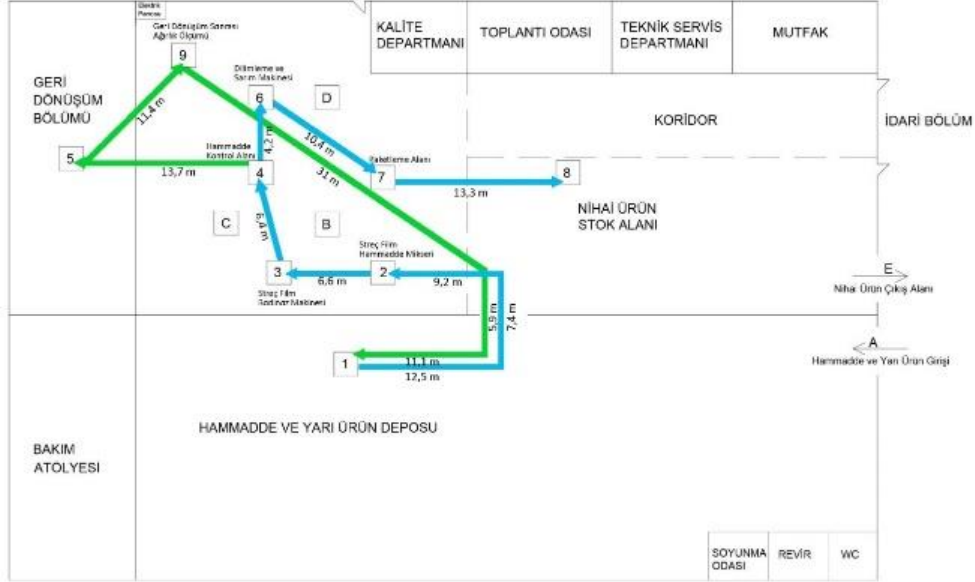
İşletmenin mevcut tesis yerleşiminin simülasyonu ARENA programında gerçekleştirilmiştir. Mevcut sistemin simülasyon modelinin çalıştırılması ile Tablo 2.5'te yer alan sonuçlar elde edilmiştir. Streç film ürününün toplam ortalama taşıma süresi 45,63 dk'dır.

Tablo 2.1'de yer alan streç film taşıma süre verileri Tablo 3.1'deki streç film üretimi taşıma süre verileri ile kıyaslandığında ARENA simülasyon programı aracılığıyla elde edilen değerlerin, gerçek taşıma süre verilerini ne ölçüde temsil ettiği anlaşılmaktadır. Tablo 2.1'e göre streç film üretiminde 33 farklı ölçüm değerinin ortalaması 46,68 dk iken, Tablo 3.1 incelendiğinde streç film üretiminin ortalama taşıma süresi 45,63 dk'dır. Dolayısıyla streç film üretiminin ortalama taşıma süresi bağlamında simülasyon verileri, bire bir ölçüm yapılarak elde edilen ortalama taşıma süresi ile % 97,75 oranında benzeşmektedir. Bu nedenle yapılan simülasyon çalışmasının reel durumu güçlü olarak temsil ettiği değerlendirilmektedir.

Alternatif Tesis Yerleşim Çözümlerinin Oluşturulması ve Karşılaştırılması

İşletmenin üretim sürecinde oluşan toplam taşıma mesafesinin minimize edilebilmesine yönelik deneme-yanılma yöntemine dayalı 3 farklı alternatif yerleşim planı oluşturulmuştur.

Şekil 4.1: Birinci Alternatif Tesis Yerleşim Planı ve Streç Film Üretim Akış Şeması



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Çalışma kapsamında oluşturulan birinci alternatif tesis yerleşim senaryosunda; Şekil 4.1’de de görüleceği üzere, üretim alanı ile nihai ürün stok alanını ayıran seperatör kaldırılarak üretim alanına giriş mesafesinde kısıltma hedeflenmiştir. Ayrıca iş istasyonlarının üretim alanına geniş aralıklarla yerleştirilmesi tercih edilmiştir. Tablo 4.1’de söz konusu tesis yerleşim düzeni senaryosuna göre oluşan simüle edilmiş ölçüm değerleri gösterilmektedir.

Şekil 4.1’de birinci alternatif tesis yerleşiminin streç film üretim akışı yer almaktadır. Birinci alternatifte göre streç film üretiminde oluşan toplam taşıma mesafesi 70,0 m’dir. Geri dönüşüm işlemi için 4 no’lu istasyondan itibaren oluşan toplam taşıma mesafesi ile 73,1 m’dir.

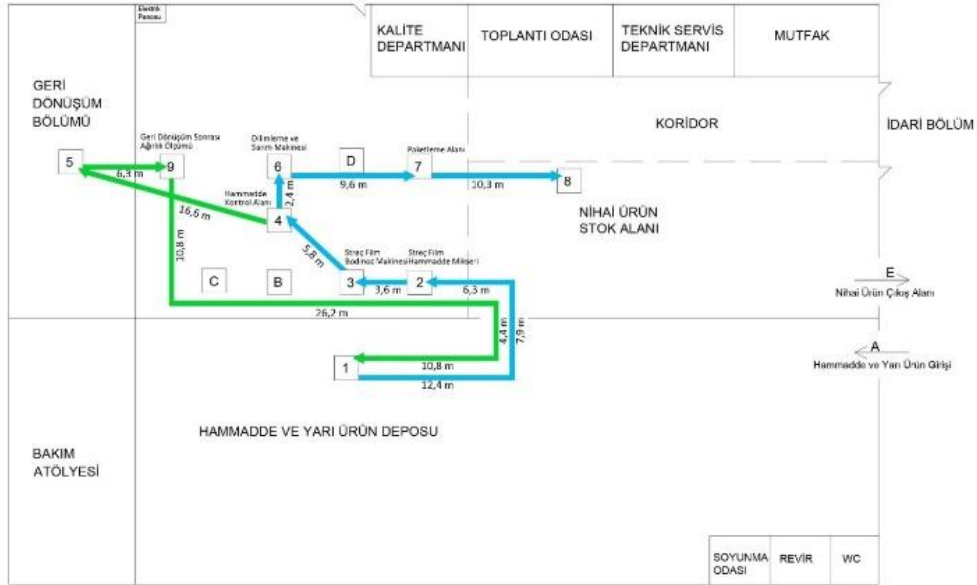
Streç film ürününe ilişkin sırasıyla Tablo 2.1’de bulunan 33 farklı taşıma süresi gözlem değeri ve ortalama gözlem değeri temel alınarak Microsoft Excel programında Birinci Alternatif Senaryoya ilişkin taşıma süreleri oluşturulmuştur. Bu işlem yapılırken, streç filme ilişkin her bir taşımada metre başına oluşan süreler, dakika bazında belirlenmiştir. Bu sürelerin en yüksek ve en düşük değerleri aralığında Excel tarafından rassal olarak süreler oluşturulmuştur.

Tablo 4.1: Birinci Alternatif Senaryoya Göre Streç Film Taşıma Süresi Değerleri

	Ortalama	Minimum	Maksimum
Etiket	18,6332	7,0245	19,2218
Koli Bandı	15,1148	15,0123	15,226
Selefon	88,8705	88,722	89,0766
Streç Film	48,0397	43,9463	51,665

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 4.1’de, Birinci Alternatif Senaryoya ilişkin ortalama, minimum ve maksimum taşıma süre değerleri yer almaktadır. Buna göre birinci alternatif tesis yerleşim düzeni senaryosunda oluşan toplam ortalama taşıma süresi 48,03 dk’dır. Dolayısıyla mevcut tesis yerleşim düzenine göre % 5,25 oranında daha fazla taşıma süresi oluşmaktadır.

Şekil 4.2: İkinci Alternatif Tesis Yerleşim Planı ve Streç Film Üretim Akış Şeması

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Çalışma kapsamında oluşturulan ikinci alternatif tesis yerleşim senaryosunda; Şekil 4.2’de de görüleceği üzere, üretim alanı ile nihai ürün stok alanını ayıran seperatör kaldırılmış ve üretim alanına giriş mesafesi kısaltılmıştır. Ayrıca üretim alanının yaklaşık yarı yarıya boş bırakılması suretiyle ilerleyen süreçte ek ürün üretilmesi durumuna yönelik uygun boş alan bırakılması tercih edilmiştir. Tablo 4.2’de söz konusu tesis yerleşim düzeni senaryosuna göre oluşan simüle edilmiş ölçüm değerleri gösterilmektedir.

Şekil 4.2’de ikinci alternatif tesis yerleşiminin streç film üretim akışı yer almaktadır. İkinci alternatife göre streç film üretiminde oluşan toplam taşıma mesafesi 58,3 m’dir. Geri dönüşüm işlemi için 4 no’lu istasyondan itibaren oluşan toplam taşıma mesafesi ile 75,1 m’dir.

Streç film, etiket, selefon ve koli bandı ürünlerine ilişkin sırasıyla Tablo 2.1’de bulunan 33 farklı taşıma süresi gözlem değerleri ve ortalama gözlem değerleri temel alınarak Microsoft Excel programında İkinci Alternatif Senaryoya ilişkin taşıma süreleri oluşturulmuştur. Bu işlem yapılırken, 4 farklı ürüne ilişkin her bir taşımada metre başına oluşan süreler dakika bazında belirlenmiştir. Bu sürelerin en yüksek ve en düşük değerleri aralığında Excel tarafından rassal olarak süreler oluşturulmuştur.

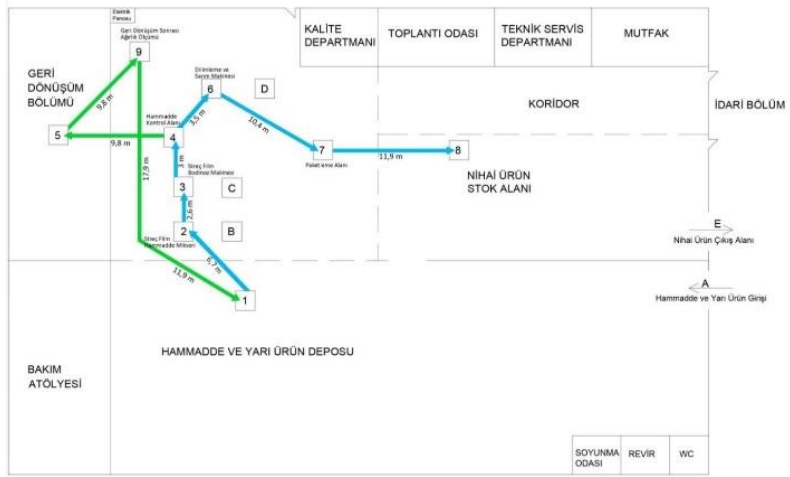
Tablo 4.2: İkinci Alternatif Senaryoya Göre Oluşan Taşıma Süresi Değerleri

	Ortalama	Minimum	Maksimum
Etiket	16,8131	16,6669	17,0108
Koli Bandı	10,2695	10,1921	10,3386
Selefon	80,9469	80,7753	81,1156
Streç Film	35,9254	33,4807	38,6546

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 4.2’de, İkinci Alternatif Senaryoya ilişkin ortalama, minimum ve maksimum taşıma süre değerleri yer almaktadır. Buna göre ikinci alternatif tesis yerleşim düzeni senaryosunda oluşan toplam ortalama taşıma süresi 35,92 dk’dır. Dolayısıyla mevcut tesis yerleşim düzenine göre iyileştirme oranı % 21,27 seviyesindedir.

Şekil 4.3: Üçüncü Alternatif Tesis Yerleşim Planı ve Streç Film Üretim Akış Şeması



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Çalışma kapsamında oluşturulan üçüncü alternatif tesis yerleşim senaryosunda; Şekil 4.3'te de görüleceği üzere, üretim alanı ile hammadde ve yarı ürün deposu arasındaki duvar üzerinde yeterli derecede bir geçiş alanı oluşturulmuş ve üretim alanıyla nihai ürün stok alanı arasındaki seperatör kaldırılmıştır. İşletme yetkilileri; hammadde ve yarı ürün deposuyla üretim alanı arasında duvar açılması durumunda üretim alanında hava akımı oluşabileceğini, bu durumun üretilen ürünlerin spesifikasyonlarını olumsuz yönde etkileyebileceğini ve bu nedenle duvar üzerinde bir geçiş koridoru açılması alternatifini tercih etmediklerini beyan etmişlerdir. Ancak yapılan çalışmada, söz konusu iki alan arasında geçiş koridorunun açılabilmesi durumuna yönelik üçüncü bir alternatif tesis yerleşim senaryosu oluşturulması ve diğer alternatiflerle ve mevcut durumla kıyaslama yapılması yöntemi tercih edilmiştir. Tablo 4.3'te söz konusu tesis yerleşim düzeni senaryosuna göre oluşan simüle edilmiş ölçüm değerleri gösterilmektedir.

Şekil 4.3'te üçüncü alternatif tesis yerleşiminin streç film üretim akışı yer almaktadır. Üçüncü alternatife göre streç film üretiminde oluşan toplam taşıma mesafesi 38,1 m'dir. Geri dönüşüm işlemi için 4 no'lu istasyondan itibaren oluşan toplam taşıma mesafesi ile 49,4 m'dir.

Streç film ürününe ilişkin sırasıyla Tablo 2.1'de bulunan 33 farklı taşıma süresi gözlem değerleri ve ortalama gözlem değerleri temel alınarak Microsoft Excel programında Üçüncü Alternatif Senaryoya ilişkin taşıma süreleri oluşturulmuştur. Bu işlem yapılırken, 4 farklı ürüne ilişkin her bir taşımada metre başına oluşan süreler dakika bazında belirlenmiştir. Bu sürelerin en yüksek ve en düşük değerleri aralığında Excel tarafından rassal olarak süreler oluşturulmuştur.

Tablo 4.3: Üçüncü Alternatif Senaryoya Göre Oluşan Taşıma Süresi Değerleri

	Ortalama	Minimum	Maksimum
Etiket	15,6673	15,526	15,8583
Koli Bandı	13,079	13,0065	13,1669
Selefon	78,9698	78,8728	79,0866
Streç Film	35,055	33,5731	36,3788

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 4.3'te, Üçüncü Alternatif Senaryoya ilişkin ortalama, minimum ve maksimum taşıma süre değerleri yer almaktadır. Buna göre ikinci alternatif tesis yerleşim düzeni senaryosunda oluşan toplam ortalama taşıma süresi 35,05 dk'dır. Dolayısıyla mevcut tesis yerleşim düzenine göre iyileştirme oranı % 23,18 seviyesindedir.

SONUÇ

Tesis yerleşim tasarımı çalışmaları hem imalat sektörü işletmeleri, hem de hizmet ve ticaret sektörü işletmeleri açısından büyük önem arz etmektedir. Bilhassa imalat sektörü işletmeleri; kuruluş öncesinde ve kuruluş aşamasında, üretim alanlarının planlamasını ve yerleşimini doğru şekilde kurgulamak durumundadır.

Doğru şekilde kurgulanmış bir üretim sürecinin, işletmenin üretim kaynaklarını etkin kullanmasını ve üretim faaliyetlerini verimli yürütmesini sağlayacağı aşikârdır. Üretim tesisinin ürüne göre yerleşim veya sürece göre yerleşim düzenlerinden hangisine göre planlanacağı, ilerleyen dönemlerde üretim hacminde ürün çeşitliliğinde değişim planlanıp planlanmadığı ve makine-ekipman altyapısının gelişen şartlara uyum sağlayabilmek amacıyla ne ölçüde yenilenebileceği vb. hususlar bütünsel olarak ele alınmalıdır. Bu doğrultuda, bahsedilen hususlara kolaylıkla uyum sağlayabilir nitelikte bir başlangıç yerleşimi elde edilmeye çalışılmalıdır. Tesis yerleşim planlamasının doğru kurgulanmaması durumunda ise mevcut sistemin iyileştirmesi veya yeniden tasarlanmasının yeni bir tesis yerleşimi kurgulamaya nazaran daha maliyetli olması muhtemeldir.

Bu çalışmada, Amasya ilinde faaliyet gösteren ve plastik bazlı endüstriyel tüketim malzemelerinin imalatını gerçekleştiren bir imalat işletmesi ele alınmıştır. Söz konusu işletme streç film, etiket, selefon ve koli bandı olmak üzere 4 farklı ürünü imal etmekte olup, bu ürünler benzer makine gruplarında işlem görerek üretilmektedir. Dolayısıyla bu işletme, sürece göre tesis yerleşimi ilkesine göre oluşturulan bir tesis yerleşim düzenine sahiptir. Çalışmada işletmenin ürettiği ürünlerden yalnızca streç film üzerinden taşıma mesafeleri ve süreleri azaltılmaya çalışılmıştır.

Alternatif tesis yerleşim tasarımları, deneme yanılma yöntemi esas alınarak gerçekleştirilmiştir. Alternatif yerleşim senaryoları oluşturulmadan önce yapılan görüşmelerde işletme yetkilileri, geliştirilecek olan yerleşim senaryolarında; hammadde ve yarı ürün deposunun, üretim alanının, geri dönüşüm bölümünün, bakım atölyesinin ve nihai ürün stok alanının lokasyonu üzerinde bir değişiklik yapılmamasını istediklerini, ayrıca üretim alanı ile hammadde ve yarı ürün deposu arasındaki duvar üzerinde bir geçiş koridoru açılmamasını tercih ettiklerini beyan etmişlerdir. Bu hususlar dikkate alınarak 3 farklı alternatif tesis yerleşim düzeni senaryosu geliştirilmiştir. Alternatif senaryoların hepsinde; üretim alanı ile nihai ürün stok alanı arasındaki seperatörün kaldırılacağı, iş istasyonları arasında en az 2 metre mesafe bulunacağı ve iş istasyonlarının duvarlara 2 metreden yakın olamayacağı varsayılmıştır. Birinci senaryoda, üretim alanındaki iş istasyonlarının arasındaki mesafelerin geniş olması ve iş istasyonlarının üretim alanının tamamına yayılmış olarak konumlandırılması yoluna gidilmiştir. İkinci senaryoda, işletmenin ilerleyen zamanlarda mevcut ürün gamına eklemeler yapabilme ihtimaline dayalı olarak üretim alanının yarıya yakın kısmının boş bırakılması tercih edilmiştir. Üçüncü senaryoda ise işletme yetkililerinin tercih etmemesine rağmen hammadde ve yarı ürün deposundan üretim alanına bir geçiş koridoru açıldığında oluşacak mesafe ve sürenin belirlenmesi ve kıyaslama yapılması hedeflenmiştir.

Çalışmanın dördüncü bölümde belirtilen sonuçlardan da anlaşılacağı üzere; birinci alternatif senaryoda, mevcut duruma göre toplam ortalama taşıma süresi bağlamında % 5,25 oranında daha fazla süre oluşmaktadır. Bu durum, dört farklı ürün için aynı yerleşim düzeninin kullanılması zorunluluğuyla ilintilidir. Zira Tablo

3.1 ve Tablo 4.1 verileri karşılaştırıldığında mevcut durumdaki toplam taşıma süresinin 173,87 dk olduğu, birinci alternatif senaryoda ise tüm ürünlerin toplam taşıma süresinin 170,63 dk'ya indirildiği anlaşılmaktadır. Dolayısıyla her ne kadar streç film üretiminin toplam taşıma süresinde artış oluşsa da genel anlamda birinci alternatif senaryodaki toplam taşıma süresinde küçük bir oranda azalış sağlanabildiği görülmektedir. İkinci tesis yerleşim senaryosunda ortalama taşıma süresi bağlamında mevcut duruma göre %21,27'lik bir iyileştirme sağlanmasının ise üretim alanının yarıya yakın kısmının ileriye dönük muhtemel gelişmelere dayalı olarak boş bırakılmasıyla ve iş istasyonları arasındaki mesafenin makul seviyelerde olmasıyla ilintili olduğu düşünülmektedir. Üçüncü alternatif tesis yerleşim düzeni senaryosunda mevcut düzene kıyasla %23,18 oranında iyileştirme elde edildiği saptanmıştır.

Sonuç olarak işletme yetkililerinin hammadde ve yarı ürün deposundan üretim alanına doğrudan bir geçiş koridoru açılmaması yönündeki tercihinin ve üçüncü senaryoda elde edilen iyileştirmeyle ikinci senaryoda elde edilen iyileştirme arasında ihmal edilebilecek düzeyde bir fark olmasına binaen, söz konusu üretim işletmesinin; bahse konu üç senaryo arasından ikinci alternatif tesis yerleşim senaryosunu uygulamasının uygun olacağı değerlendirilmektedir.

Yazar Katkı Oranı ve Çıkar Çatışması Beyanı: Yazarlar çalışmaya eşit katkı vermiştir ve herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

KAYNAKÇA

Brunoro Ahumada, C., Quddus, N. & Mannan, M. S. (2018). A method for facility layout optimisation including stochastic risk assessment. *Process Safety and Environmental Protection*, 117, 616-628. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2018.06.004>

Chen, C., Tran Huy, D., Tiong, L. K., Chen, I.-M. & Cai, Y. (2019). Optimal facility layout planning for AGV-based modular prefabricated manufacturing system. *Automation in Construction*, 98, 310-321. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.08.008>

de Lira-Flores, J. A., López-Molina, A., Gutiérrez-Antonio, C. & Vázquez-Román, R. (2019). Optimal plant layout considering the safety instrumented system design for hazardous equipment. *Process Safety and Environmental Protection*, 124, 97-120. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2019.01.021>

Garcia, E. F., Zúñiga, E. R., Bruch, J., Moris, M. U. & Syberfeldt, A. (2018). Simulation-based optimization for facility layout design in conditions of high uncertainty. *Procedia CIRP*, 72, 334-339. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.03.227>

Gürgen Bilişik, O., Özcan, T. & Esnaf, Ş. (2011). Tesis yerleşim düzenlemesi alternatiflerinin TOPSIS ve Gri İlişkisel Analiz yöntemleri ile değerlendirilmesi. İçinde S. Birgün, S. Onursal & N. Tunçbilek (Ed.), *XI. Üretim Araştırmaları*

Sempozyumu: Toplumsal kalkınmada üretimin artan rolü-Bildiriler Kitabı (ss. 843-852).

Kobu, B. (2017). *Üretim yönetimi* (18. bs). Beta Basım Yayım Dağıtım.

Kulturel-Konak, S. (2017). A matheuristic approach for solving the dynamic facility layout problem. *Procedia Computer Science*, 108, 1374-1383. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.05.234>

Matai, R. (2015). Solving multi objective facility layout problem by modified simulated annealing. *Applied Mathematics and Computation*, 261, 302-311. <https://doi.org/10.1016/j.amc.2015.03.107>

Özkan, N. (2015). *Fabrika organizasyonu ve yönetimi* (2. bs). Seçkin Yayıncılık.

Porter, A. (2009). *Operations management*. Albert Porter & Ventus Publishing.

Turanoğlu, B. & Akkaya, G. (2018). A new hybrid heuristic algorithm based on bacterial foraging optimization for the dynamic facility layout problem. *Expert Systems with Applications*, 98, 93-104. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2018.01.011>

Yüksel, H. (2019). *Üretim/İşlemler yönetimi-Temel kavramlar* (5. bs). Kitapana Yayınevi.