



Research Article

FACILITY LAYOUT PROBLEM IN STEEL DOOR SECTOR: AN APPLICATION

ÇELİK KAPI SEKTÖRÜNDE TESİS YERLEŞİM PROBLEMİ: BİR UYGULAMA

Nurettin KOÇAK¹ | Adem TÜZEMEN^{2,*}

¹ Yüksek Lisans Mezunu, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Türkiye, ORCID: 0000-0001-5911-1563

² Dr. Öğr. Üyesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Türkiye, adem.tuzemen@gop.edu.tr, ORCID: 0000-0002-5786-2686

Article Info:

Received : November 29, 2020

Revised : December 26, 2020

Accepted : December 30, 2020

Keywords:

*steel door
optimal
facility layout*

Anahtar Kelimeler:

*çelik kapı
optimal
tesis yerleşimi*

Note:

Bu makale yüksek lisans teziden
üretmiştir.

DOI: 10.46238/jobda.833062

ABSTRACT

Facility layout means that factories are designed in the most suitable way in production systems. The layout is directly related to elements such as materials and personnel. From this point of view, the main purpose of the facility layout can be defined as minimizing the movements in the factory in terms of production. In this study, studies on facility layout have been examined and explained. In addition to the literature, the problem of layout was investigated in a factory that operates in the steel door sector by using VIP-PLANOPT 10 software, which is the workplace organizing program. This application consists of both the results of the program and the heuristic layout with expert opinion. The aim of this study is to provide a guiding source for the researchers who are working on the layout of the factory with the practice of real business through the literature review.

ÖZET

Fabrika düzenleme, üretim sistemlerinde, fabrikaların en uygun biçimde tasarlanması anlamı taşımaktadır. Yerleşim düzeni, malzeme ve personel gibi unsurlar ile direkt ilgilidir. Bu düşünceden yola çıkarak, fabrika düzenlemedeki asıl amaç, fabrika içinde üretim ile alakalı hareketlerin en aza indirilmesi olarak tanımlanabilir. Bu çalışmada, fabrika düzenleme ile ilgili çalışmalar incelenip açıklanmaya çalışılmıştır. Yapılan araştırmalara ilave olarak çelik kapı sektöründe faaliyetine devam eden bir fabrikada, işyeri düzenleme programı olan VIP-PLANOPT 10 yazılımı kullanılarak yerleşme problemi incelenmiştir. Bu uygulama hem programın sonuçlarından hem de uzman görüşlü alternatif yerleşim düzeninden oluşmaktadır. Bu çalışmanın hedefi, yapılan literatür taraması ile reel işletme üzerindeki uygulamayla fabrika düzenleme konusunda çalışmalarda bulunan araştırmacılara yol gösterici kaynak oluşturmaktır.

© 2020 JOBDA All rights reserved

1 | GİRİŞ

İşletmeler, rekabetin yoğun olarak yaşandığı günümüz dünyasında yüksek fiyata satış yapmanın imkânsızlığı içerisinde karlılığı artırmayı, maliyetleri düşürme noktasında yapılan çalışmalar ile sağlamaya çalışmaktadırlar. Maliyetleri düşürme noktasında fabrika düzenleme önemli bir yere sahiptir. Fabrika içi planlama, sabit maddi varlıkların en iyi faaliyet anlayışına en fazla nasıl destek olacağı ile ilgilidir. Bir fabrikada bölümün, makinenin ya da grupların en

doğru şekilde yerleştirilmesi fabrika düzenleme olarak tanımlanabilir.

Fabrika düzenleme probleminin ortaya çıkış nedenleri, bir ürüne ait biçimsel değişiklik, üretim hattından ürün ya da ürün gruplarının eklenip çıkarılması, talepte meydana gelen değişiklik, makine/ekipmanların yer değiştirmesi, şirket içi örgüt yapısında meydana gelen değişiklik, üretim sürecine ait değişikliklerden dolayı ortaya çıkabilir (Francis ve White, 1974: 60). Buradan yola çıkarak bu

* Sorumlu Yazar.

e-posta: adem.tuzemen@gop.edu.tr (A. Tüzemen)

çalışmada çelik kapı üreticisi bir işletmenin bölümleri için etkin bir planlama, dağıtım ve yerleşim modeli belirlenerek işletmenin karlılığının artışı, işgücü ve enerji sarfiyatının en aza indirilmesi amaçlanmıştır. Bunun için de fabrika düzeninin kurulmasında yardımcı olabilecek bilgisayar yazılımlarından biri olan VIPPLANOPT 10 kullanılmıştır. Bu sayede yukarıda tanımlanan hedeflere ulaşmayı sağlayacak alternatif düzenleme modelleri tasarlanmıştır.

Çalışmanın birinci bölümünde, fabrika düzenleme konusunda temel kavramlar ve durumlara yer verilmiştir. İkinci bölümde uygulamada yararlanılan VIPPLANOPT 10 yazılımı tanımlanmıştır. Üçüncü bölümde ise çelik kapı sektöründe faaliyet gösteren fabrika tanıtılarak, çalışmanın uygulaması gerçekleştirilmiştir. Dördüncü ve son bölümde de sonuç ve öneriler kısmına yer verilmiştir.

2 | FABRİKA DÜZENLEME

Üretim sistemlerinin temeli verimliliği artırmaktır. Ayrıca, üretimde kaybedilen zaman sıklıkla vurgulanmaktadır. Fabrika içi malzeme taşıma, personel boşluğu, bantta bozulma, makinenin boşta kalması gibi durumlar, sürecin verimliliğini doğrudan etkileyen faktörler arasındadır.

Yerleşme düzeninin, üretim sistemlerindeki fiziksel yapıyı ve çalışmalarını etkilediği noktalar tanımlandığında (Kobu, 2003: 48);

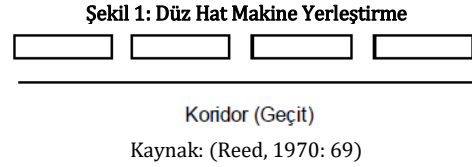
- Üretim bölümleri arasındaki uzaklıklar,
- Yerleşim alanından yararlanma oranı,
- Kullanım verimliliği, fabrika içi malzemenin taşınma uzaklığı,
- Taşıma esnasında kullanılan zamanları ile maliyetleri,
- Nakletme esnasında kullanılan ekipman çeşitleri ile bunlara ait maliyetleri,
- Fabrika içerisindeki depo yerleri ile büyüklükleri,
- İşçinin çalışma verimi,
- Makine ve ekipmanların bakım planları ile tamirleri,
- Gözlem sıklığı ve üretim amirlerinin nitelikleri,
- Üretim kontrol işlemleri yönetimin etkinliği

Hatalı kurulabilecek fabrika içi yerleşim düzeni, enerjinin yok olmasına, karışıklığa, gecikmelere, denetim zorluğuna, kapasite kullanım derecesinin azalmasına ve işlem süresinin yükselmesine neden olarak maliyetleri arttırmaktadır. Yerleşim düzeninin tekrar tasarlanmasındaki nedenler arasında; ürüne ait projedeki düzenlemeleri, yeni tasarlanan ürün, var olan ürün için üretimi kesme kararının verilmesi, talepte değişiklik, iş kazası sayısının yükselmesi, uygunsuz çalışma ortamı ve yeni nesil fabrika kurulması yer almaktadır (Harding, 1984: 94).

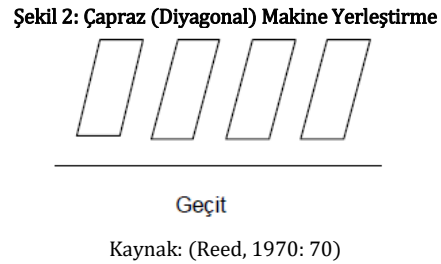
2.1 | Makine Yerleştirme

Fabrika düzenlemesi konusundaki en kilit bölüm makine ile ilgili olanıdır. Makine düzenleme ile kurulan modeller şu şekilde tanımlanabilir;

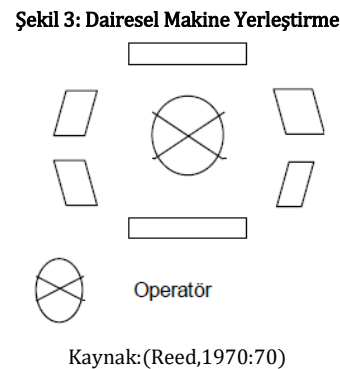
a. Düz Hat Şeklinde Makine Yerleştirme; Bu tip düzenlemede makineler düz hat şeklinde yan yana yerleştirilmekte, iki makine arasında geçiş alanı bulunmaktadır. Düz hat şeklinde yerleştirme Şekil 1'de gösterilmiştir.



b. Köşegen veya Çapraz Makine Yerleştirme; makinelerin merkez çizgileri, koridor için uygun bir açıda yerleştirilir. Makinenin uzunluğu genellikle makinenin genişliğinden daha büyük olduğundan, makinelerin çapraz yerleştirilmesi, koridor boyunca çok sayıda makinenin yerleştirilmesine izin verir. (Reed, 1970: 70). Çapraz (diyagonal) şekilde makine yerleştirme Şekil 2'de gösterilmiştir.

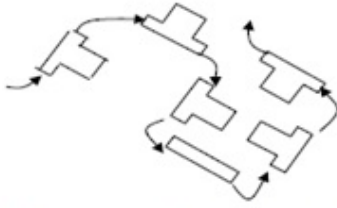


c. Dairesel Makine Yerleştirme, bu modelde operatör ortadadır, makineler operatörün etrafında organize edilmiştir. Böylece bir operatör birden fazla makine kullanabilecektir. Dairesel biçimde makine yerleştirme Şekil 3'te gösterilmiştir.



d. Dar Açılı Makine Yerleştirme; makineler, önceki makineden gelen malzemenin bir sonraki makineye uygun şekilde aktarılacağı şekilde konumlandırılmalıdır. Dar açılı şekilde makine yerleştirme Şekil 4'te gösterilmiştir.

Şekil 4: Dar Açılı Makine Yerleştirme



Kaynak: (Reed, 1970: 71)

2.2 | Fabrika İçi Malzeme Taşıma

Fabrika düzenlemelerinde, fabrika içi taşıma önemli bir rol oynamaktadır. Bu işlemler, ürünün değerini arttırmamakla birlikte üretim maliyetine dâhil edilir. Fabrikanın endüstrisi ve teknolojisi gibi faktörler bu maliyeti etkilese de nakliye maliyetlerinin imalat maliyetindeki payının %15 ile %60 arasında değiştiği bilinmektedir (Hiregoudar ve Reddy, 2007: 122). İşletme içi taşımalar açısından daha pratik olan sınıflandırma şu şekilde açıklanabilir;

- Sabit İzli Araçlar

Konveyörler, ulaşımın standart güzergâh içerisinde uygulanabileceği araç olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu araçlar, malzemenin sürekli veya gruplar halinde sabit bir hat üzerinde taşınmasına izin veren aletlerdir. Aşağıda çeşitli konveyör tipleri bulunmaktadır. Başlıca örnekleri arasında; Kaymalı, Bantlı, Zincirli, Hava basınçlı, Vidalı, Titreşimli araçlar olarak gösterilebilir.

- Sınırlı Alanda Çalışabilen Araçlar

Belirli bir alan içinde, iki nokta arasında taşıma yapabilen araçlardır. Örnek olarak köprülü vinçler verilebilir.

- Geniş ve Sınırsız Alanda Çalışabilen Araçlar

Taşımanın, üretim merkezi içerisinde ya da dışarısında rastgele güzergâh izlenerek yapılabildiği araçlardır. Nakletme güzergâhı, geçişine imkân olduğu takdirde herhangi bir kısıtlamaya sahip değildir. Bunlar: Forklift – Treylör sistemleri, İnsan gücü ile çalışan araçlar ve Motorlu araçlar olarak tanımlanabilir.

- Yardımcı Taşıma Araçları

Ürün nakletme organizasyonunda en değerli detay, tek seferde nakledilecek miktarın büyük ve belirli bir boyutta olmasıdır. Ekonomik açıdan bu detayı sağlayan araçların avantajları fazladır. Yardımcı taşıma araçları direkt taşıma yapmaz ve malzemenin belirli bir boyutta toplanmasını ve korunmasını sağlar. Bu araçlarda palet olmalı ve araçlar çekmeli olmalıdır (Reed, 1970: 71).

Tesis yerleşim probleminin çözümlenmesi ve analiz edilmesinde çeşitli çalışmalar ortaya konulmuştur. Problemin modellenmesi, sınıflandırılması ve çözüm yöntemleri konusunda daha detaylı bilgiler edinmek için Singh ve Sharma, 2006; Drira vd., 2007; Rosenblatt, 1979; Meller vd., 2007; Ece, 2015;

Saraswat vd., 2015 tarafından yapılan literatür taraması çalışmalarına bakılabilir.

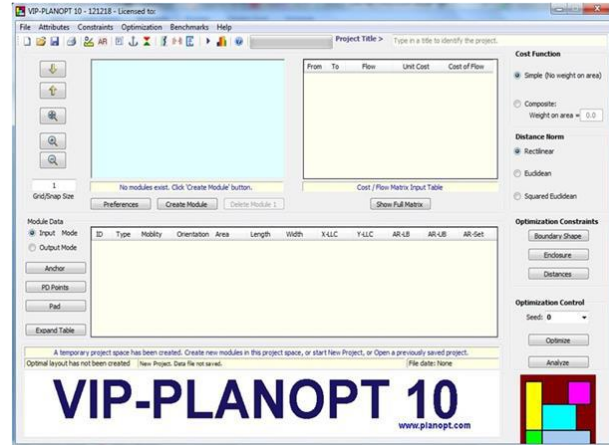
VIP-PLANOPT yazılımı kullanılarak yapılan çalışmalar için de Ronay, 2009; Vetrivel vd., 2013; Sangchooli ve Jokar, 2013; Tasadduq vd., 2015; Patil vd., 2015; Aravinth ve Rajenthirakumar, 2016; çalışmalar incelenebilir.

3 | VIP-PLANOPT 10 YAZILIMI

Yerleşim optimizasyonu, ABD'deki ve dünyadaki endüstriyel tesis planlamacıları için en önemli konulardan biridir.

VIP-PLANOPT, kullanıcılar tarafından belirlenen yerleşim yerlerini 'hareketli' veya 'sabit' olabilecek modüller ile optimize edilebilir. Buna ek olarak VIP-PLANOPT, kullanıcıya, sabit modülleri kullanıcı tarafından belirlenmiş fakat değişen boyutlara sahip 'yumuşak' modüller ile karıştırma esnekliği sağlar (Vetrivel vd., 2013: 24). Programın ara yüzü Şekil 5'te gösterilmiştir;

Şekil 5: VIP-PLANOPT 10 Yazılım Programının Kullanıcı Ara yüzü



(Kaynak: www.planopt.com)

3.1 | Eniyileme Algoritması

PLANOPT ile var olan algoritmaların üzerinde en iyiye yakın bir sonucun ortaya çıkması amaçlanmıştır. VIP PLANOPT 10 özelliklerini sıralayacak olursak:

- VIP - PLANOPT, modelleme ve veri giriş süresini en aza indirir.

- VIP-PLANOPT, kullanıcı tarafından belirlenen sabit boyuta sahip bölümlerin optimum yönlendirmesini belirleyebilir.

- VIP-PLANOPT kullanıcısı, bir bölümün içinde veya sınırında, kolaylıkla "pick-up" ve "drop-off" noktalarını belirleyebilir. Optimizasyon, kullanıcı tarafından belirlenen noktalar için en düşük maliyetli düzenleri üretir.

- Mizanpaj tasarımcıları, istedikleri şekil ve boyut bölümleri için en iyi düzene gereksinim duyar. VIP-PLANOPT bu gereksinimi tam olarak karşılayan

en iyi düzenleri üretir. Benzer şekilde, kullanıcı tarafından "Ankraj" olarak etiketlenmiş bölümler, kesin düzenlerde kullanıcı tarafından belirlenen konumlara tam olarak ve kesin bir biçimde tutturulur.

- En iyileştirilmiş düzenin grafik ekranı, kullanıcının herhangi bir bölümü yeniden konumlandırmasına ve alternatif düzenlerin maliyetini karşılaştırmasına olanak tanır.

3.2| Program Terimleri

Modül kavramı dörtgen bloklar için kullanılmaktadır. Bölüm, makine gibi birimleri ifade etmektedir. L_i Simgesiyle belirtilen X eksenindeki değer, boyut uzunluğunu; W_i simgesiyle belirtilen Y eksenindeki değer ise boyut genişliği verir.

$$\text{Modülün en/boy oranı } (R_i) = W_i / L_i \quad (1)$$

$$\text{Modülün Alanı } (A_i) = W_i * L_i \quad (2)$$

Çevrilmiş yer ifadesi dörtgensel yerleşim yeri için kullanılmaktadır. Modüllerin yerleştireceği bölgenin en - boy ölçüsü program sayesinde belirlenebilir. Ayrıca program hakkında aşağıdaki açıklamalar ilave edilebilmektedir (Ak, 2009: 62):

Akış matrisi: Akış matrisi, bütün modül ikililerindeki iş gören, gereç ve ekipman akışını vermektedir. Matriste yer alan f_{ij} , i ile j modüllerindeki akışı göstermektedir.

Birim maliyet matrisi: Birim maliyet matrisi, modül ikilileri arasında bir birim yükün bir birim mesafeye taşınmasının maliyetini göstermektedir. Matriste yer alan u_{ij} , bir birim yükün i ve j modülleri arasında bir birim uzaklığa nakletmenin maliyetini vermektedir.

Maliyet matrisi: Bu matrisin bir elamanı α_{ij} , i ve j modülleri arasındaki toplam akış maliyetini göstermektedir. Bu akış, aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmaktadır:

$$\alpha_{ij} = f_{ij} \times u_{ij} \quad (3)$$

Uzaklık standartları: Program, i ve j modüllerinin merkezleri arasındaki uzaklığı hesaplamak için üç farklı uzaklık hesaplama yöntemi kullanılmaktadır:

- Dik-doğrusal uzaklık: Bu yöntem, iki nokta arasındaki, d_{ij} uzaklığını, x ve y eksenleri boyunca dikdoğrusal uzaklıkları toplayarak bulmaktadır.

$$d_{ij} = |x_i - x_j| + |y_i - y_j| \quad (4)$$

- Öklid uzaklığı: İki nokta arasındaki, d_{ij} uzaklığı, bu noktaların merkezlerinin birbirlerine olan en kısa uzaklığıdır. Bu en kısa uzaklığı bulmak için bir merkezden diğerine bir doğru çizilir ve bu doğrunun uzunluğu da aşağıdaki formül ile hesaplanır:

$$(d_{ij})^2 = (x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2 \quad (5)$$

- Kareli öklid uzaklığı: Bu uzaklık hesaplama yöntemi, aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$d_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2} \quad (6)$$

4 | UYGULAMA

4.1. | Amaç, Kapsam ve Yöntem

Bu çalışmada, çelik kapının ana malzemesi olan sacın, fabrikaya girişinden son haline gelene kadar geçtiği işlemler için kullanılan mesafenin minimize edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaca ek olarak fabrikanın mevcut alanı içerisinde, üretim birimlerinin en makul biçimde hangi noktalara konumlandırılacağı sorusuna yanıt aranmıştır. Bu çalışmanın uygulama alanı ağırlıklı olarak standart ölçülerde, düşük miktarda özel ölçülerde çelik kapı üreten bir fabrika olarak belirlenmiştir. Fabrikada mevcut durumun değerlendirmesi sonucunda gerekli veri seti elde edilmiştir. Alternatif fabrika yerleşim düzenlerinin tespit edilebilmesi için de Vip-Planopt 10 bilgisayar yazılımından yararlanılmıştır. Nihayetinde de elde edilen bilgiler ışığında uzman görüşü alınarak en uygun yerleşim düzeni oluşturulmuştur.

4.2. | Fabrika Düzenlemesinin Yapılması

Çalışmada, fabrikanın var olan makine ve tezgâhların yeniden yerleştirilmesi amacıyla hem yazılım bilgileri hem de sayısal veriler yardımıyla uzman görüşü ile sezgisel yerleşim düzeni oluşturulmaya çalışılmıştır. Kullanılan programın (Vip-Planopt 10) girdilerine ulaşılmış ve veriler işlenmiştir.

- Makine Bilgisi
- Makinelerin ölçüleri ile gereksinim duyulan alan
- Makine ikilileri arasındaki akış

Program girdi verilerinden yola çıkılarak fabrikada yer alan tezgâh bilgisi, tezgâh en-boy ölçüsü, tezgâh çevresinde hem operatörün kullanımı hem de tamir/bakım esnasında yetkililerin kullanımı için gerekli alan bilgisi ve ham ya da işlem görmüş malzeme için gerekli alan bilgisi elde edilmiştir.

Fabrikada arızalı, satışa çıkarılmış ya da başka sebeplerle kullanılmayan tezgâh, makine ve ekipmanlar çalışmaya dâhil edilmemiştir. Uygulamada kullanılan tezgâhların en-boy bilgisi ve gereksinim alanları Tablo 1'de yer almaktadır.

Tablo 1: Tezgâh Boyutları

Sıra	Tezgâh Kodu	Tezgâh Adı	Mevcut En Ölçüsü (m)	Mevcut Boy Ölçüsü (m)	Gerekli Olan En Ölçüsü (m)	Gerekli Olan Boy Ölçüsü (m)	Kullanım Alanı (m ²)
1	MOB	Mobilya	2,00	3,00	5,00	7,00	35,00
2	BY	Boyahane	4,00	5,00	7,00	14,00	98,00
3	GM-1	Giyotin Makas	2,00	2,00	5,00	6,00	30,00
4	AP-32	Abkant Pres	3,00	3,00	7,00	7,00	49,00
5	EP-100	Eksantrik Pres	2,00	4,00	5,00	10,00	50,00
6	KAY	Kaynak	4,00	4,00	5,00	6,00	30,00
7	DP	Depo	4,00	4,00	8,00	8,00	64,00
8	OFS	Ofisler	4,00	4,00	5,00	6,00	30,00

Makine ikilileri arasında akışın bilinebilmesi için ürünlerin akış verilerine ihtiyaç vardır. Üretimi söz konusu çelik kapı için üretim Tablo 2’de gösterilmiştir;

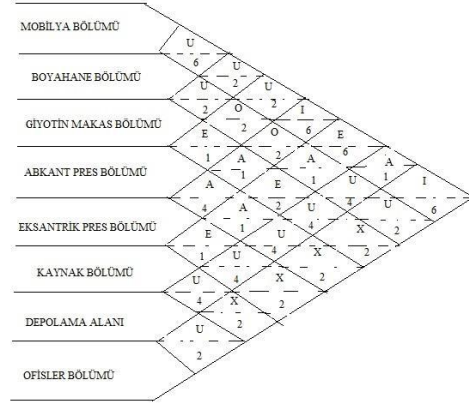
Tablo 2: Üretim Akışı

İşlem No	Gelen Malzeme (1) / Fason Yaptırılan İşlem (2) / Fabrikada Üretilen Parça (3)	Yapılan İşlem	Tezgâh Kodu
Plaka Sac (1)			
1		Ebat Kesme	GM-1
2		Bükme	AP-32 AP-22
3		Delme	EP-60 EP100
4		Kaynak	KAY
5		Çapak Alma	
6		Yıkama	
7		Boyama	BY
8		Montajlama	SAT
9		Paketleme	

Üretim akışının belirtildiği çizelgenin ilk sütununda malzeme üzerinde yapılan operasyonların sırası, ikinci sütununda ilgili malzeme hakkında bilgi, üçüncü sütununda yapılan işlemler ve son sütununda da tezgâh kodları yer almaktadır. Aynı işlem farklı tezgâhlarda yapılıyor ise işlem aynı sıradaki tezgâh kodu içerisinde gösterilmiştir. İşlem yapılmayan tezgâh çizelgede yer almamıştır.

Üretim sorumlularından elde edilen verilere dayanarak yapılan çalışmaya ait ilişki diyagramı Şekil 6’da ve nereden-nereye şeması Tablo 3’te verilmiştir;

Şekil 6: Uygulama Yapılan Üretim Merkezine Ait İlişki Şeması



Tablo 3: Nereden-Nereye Şeması

Nereye \ Nereden	Hammadde Deposu	Pres	Metal	Boya	Montaj	Ürün Deposu
Hammadde Deposu		1				
Pres			5			
Metal				2	6	
Boya					2	4
Montaj						3
Ürün Deposu						

Yazılıma farklı deneme yapmasına yönelik komut girişi sonrasında beş farklı sonuç elde edilmiştir. Bu sonuçlar;

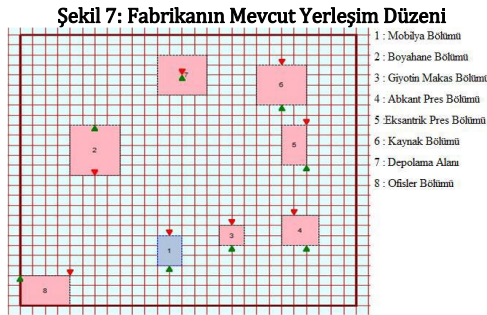
- **Maliyet Fonksiyonu:** Asimetrik maliyet fonksiyonuna sahip problemler için kullanılan F2 fonksiyonu seçiminde bir değişikliğe gidilmemiştir.
- **Uzaklık Standardı:** Dikdoğrusal
- **Çevrilmiş Yer:** Yerleşim için gerekli en ve boy bilgisi $27 \times 27 = 729 \text{ m}^2$ olacak şekilde işlenmiştir.
- **Modül Tipi:** Modüllerin tamamı katı olacak şekilde seçilmiştir.

Modül İsimleri:

- Modül 1: Mobilya bölümü
- Modül 2: Boyahane bölümü
- Modül 3: Giyotin makas bölümü
- Modül 4: Abkant pres bölümü
- Modül 5: Eksantrik pres bölümü
- Modül 6: Kaynak bölümü
- Modül 7: Depolama alanı
- Modül 8: Ofisler bölümü

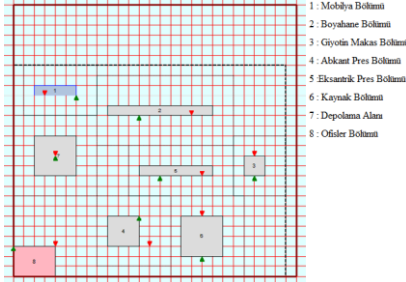
- **Modül Yönü:** Eniyileme işlemi esnasında modüllerin doksan derece döndürülebilmesine imkân sağlayan *may flip* işaretlenmiştir.
- **Modül Konumu:** Hareket ettirebilir seçeneği her bir modül için işaretlenmiştir.

- **Modül Çevresi Boşlukları:** Gruplanmış birimlerin grup çevresi boşlukları sırasıyla sağdan, üstten, alttan, soldan olmak koşulu ve metre ölçüm birimiyle birinci modül için 2-2-2-1, ikinci modül için 2-4-4-1, üçüncü modül için 2-2-2-1, dördüncü modül için 3-2-2-1, beşinci modül için 2-3-3-1, altıncı modül için 2-2-2-1, yedinci modül için 2-2-2-2 ve sekizinci modül için 1-2-0-0 şeklindedir.
- **Modül Yönü:** Sadece 8 numaralı modülün yönü sabitlenmiştir.
- **Modül Konumu:** Sadece 8 numaralı modülün konumu değişmez olarak işaretlenmiştir.
- Fabrikanın mevcut yerleşim düzeni program görüntüsü Şekil 7’de verilmiştir:



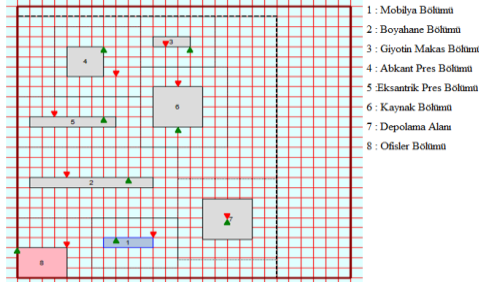
Burada yerleşim düzeninin amaç fonksiyonu değeri 93.261 olarak karşımıza çıkmıştır. Programdan elde edilen farklı yerleşim düzeni Şekil 8, Şekil 9, Şekil 10 ve Şekil 11’ de verilmiştir. Uzman görüşüne dayalı yerleşim yeri ise Şekil 12’te verilmiştir.

Şekil 8: Program Tarafından Üretilen Birinci Yerleşim Seçeneği



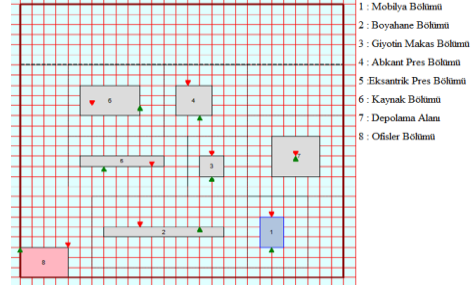
Bu seçenekte yerleşim düzeninin amaç fonksiyonu değeri 50.187 olarak bulunmuştur. Eniyileme sonucu kullanılan alan $546 m^2$ 'dir. İyileşme oranı %86'dır.

Şekil 9: Program Tarafından Üretilen İkinci Yerleşim Seçeneği



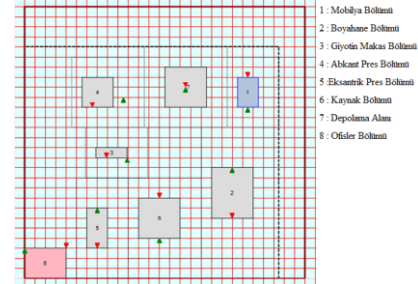
Bu seçenekte yerleşim düzeninin amaç fonksiyonu değeri 42.341 olarak bulunmuştur. Eniyileme sonucu kullanılan alan $546 m^2$ 'dir. İyileşme oranı %120'dir.

Şekil 10: Program Tarafından Üretilen Üçüncü Yerleşim Seçeneği



Bu seçenekte yerleşim düzeninin amaç fonksiyonu değeri 43.253 olarak bulunmuştur. Eniyileme sonucu kullanılan alan $567 m^2$ 'dir. İyileşme oranı %116'dır.

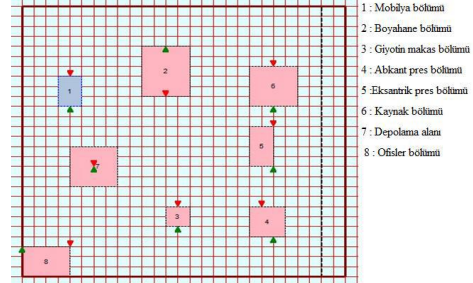
Şekil 11: Program Tarafından Üretilen Dördüncü Yerleşim Seçeneği



Bu seçenekte yerleşim düzeninin amaç fonksiyonu değeri 44.474,14 olarak bulunmuştur. Eniyileme sonucu kullanılan alan $563,83 m^2$ 'dir. İyileşme oranı ise %110 dur.

Programın ürettiği sonuçların dışında uzman görüşleri alınarak bir yerleşim planı oluşturulmuştur. Bu plan oluşturulurken işçilerin çalışma yöntemleri, işverenin bakış açısı, giriş-çıkışlar gibi değerler göz önüne alınmıştır. Bu çalışma Şekil 12’te gösterilmiştir.

Şekil 12: Uzman Görüşlü Yerleşim Seçeneği



Bu seçenekte yerleşim düzeninin amaç fonksiyonu değeri 59.165 olarak bulunmuştur. Eniyileme sonucu kullanılan alan $675 m^2$ 'dir. İyileşme oranı %58'dir.

Burada programa girilen veriler ışığında uzman görüşüne dayanarak bir yerleştirme yapılmıştır. Sonucu görebilmek adına bölümler sabitlenmiştir.

Uygulamadaki sonuçlar, modüller arası mesafelerin ve kullanım alanlarının belirtilmesiyle ortaya çıkmıştır.

5 | SONUÇ VE ÖNERİLER

Yerleşim yeri problemi işletmelerin karşılaştığı önemli sorunların başında gelmektedir. Fabrika içi düzenlemedeki esas amaç nakletme maliyetlerini en aza indirmektir. Bu yüzden genel maliyetler içerisinde taşıma maliyetleri önemli yere sahiptir. Yoğun rekabetlerin yaşandığı günümüzde iyi bir tesis yerleşimi ile tasarruflara önemli derecede katkı sağlanabilir.

Bu çalışmada öncelikli olarak, üretim sistemlerindeki esas konuların içerisinde yer alan yerleşim yeri sorunuyla alakalı araştırmalar yapılmıştır. Temel alınan işletme verileri ile VIP-PLANOPT yazılımı kullanımı sonrası biri uzman görüşüne dayalı olmak üzere beş farklı alternatif yerleşim yeri düzenine ulaşılmıştır.

Yapılmış çalışmalar incelendiğinde, yerleşim yeri problemlerinin çözümü olarak en doğru neticeye ulaştırabilecek iki yöntemin vurgulandığı gözlemlenmiştir. Bunlar; grafik kuramı ve karma-tamsayı programlamadır. Ancak çalışmalar incelendiğinde, karma-tamsayı programlamanın en fazla 6 modüle sahip yerleşim sorunları için en uygun olan sonuca ulaşabildiğini; grafik kuramı yönteminin ise daha az adette birime sahip olan üretim merkezlerinin yerleşim yeri problemleri için dahi istenilen neticeyi veremediğini göstermiştir.

Sonuçlardan elde edilen veriler neticesinde programın ortaya koymuş olduğu fonksiyon değeri önemli bir netice olarak karşımıza çıkmaktadır. Dikkate alınan ölçütlerden biri de alan kullanımudur. Burada kullanılan alan, işlerin hızlanması, taşıma süresi ve maliyetinin düşmesine sebep olacaktır. İkinci alternatif yerleşim sonucu en iyi yerleşimi 42.341 fonksiyonel değeri ve 546 m² kullanım alanı ile vermektedir.

Yapılan çalışma ve incelenen literatür sonucunda her durum için program en iyi çözümü bulmuş olsa da elde edilen verilerin doğruluğu ve güvenilirliği programın seçim yapmasını birebir etkileyeceği gibi sonuç olarak da uygulanabilirliğinin test edilmesi gerekmektedir. Kısaca fabrika işleyişi, beşerî durumlar ve gerçek yaşam çalışma şartları bütün sonuçların ana unsurunu oluşturmaktadır.

KAYNAKLAR

Albarran, A. B., (2013). The Social Media Instruments, Routledge: New York
Ak, R. (009). İşyeri Düzenleme Algoritmalarının İncelenmesi ve Bir Fabrika Uygulaması,

Yayınlanmamış Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
Aravinth Kumar, A., & Rajenthirakumar, D. (2016). Lean Implementation Through Enhancing Productivity in A Pump Industry. International Journal of Engineering Research ISSN, 2319-6890.
Drira A, Pierreval H. ve Vehajri-Gabouj S. (2007). "Facility Layout Problems: A Survey". Annual Reviews in Control, 31 (2), 255-267.
Ece, B. (2015). A Mixed Linear Integer Model for Military Facility Layout Optimization Problem. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara, Türkiye.
Francis, R. L. ve White, J. A. (1974). Facility Layout and Location. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs. New Jersey, 60-65.
Harding, H. A. (1984). Production Management, Fourth Edition, Macdonald and Evans Limited. Plymouth.
Hiregoudar, C. ve Reddy, B. R. (2007). Facility Planning & Layout Design: An Industrial Perspective. India: Technical Publications Pune.
Kobu, B. (2003). Üretim Yönetimi. İstanbul: Avcıol Basım Yayın.
Meller R. D., Chen W, ve Sherali H. D. (2007). "Applying the Sequencepair Representation to Optimal Facility Layout Designs". Operations Research Letters, 35, 651-659.
Patil, N. D., Deshpande, V. A., ve Gandhi, J. (2015). Techniques for Solving Facility Layout Problem: A Survey. In Afro-Asian International Conference On Science, Engineering & Technology AAICSET (352-60).
Reed, R. (1970). Fabrika Yerinin Seçimi, Yerleştirme Düzeni ve Bakımı. Ankara: Milli Produktivite Yayınları.
Rosenblatt, M. (1979). "The Facilities Layout Problem: A Multi-Goal Approach". International Journal of Production Research, 17(4), 323-332.
Saraswat, A, Venkatadri, U. ve Castillo I. (2015). "A Framework for Multi-Objective Facility Layout Design". Computers & Industrial Engineering, 90, 167-176.
Sangchooli S. A., ve Akbari Jokar M. R. (2013). Obtaining an Initial Solution for Facility Layout Problem. Journal of Industrial Mathematics, 2013.
Singh S.P, ve Sharma R.R.K. (2006). "A Review of Different Approaches to The Facility Layout Problems". The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 30, 425-433.
Tasadduq, I. A., Imam, M. H., ve Ahmad, A. (2015). A Hybrid Algorithm for Optimising Facility Layout. South African Journal of Industrial Engineering, 26(1), 120-134.
Vetrivel, R., Kumar, V. V., ve Thillaivadivazhagan, K. (2013). Redesigning of Manufacturing Layout for Performance Improvements Using VIP Plan Opt Software. International Journal of Engineering, Science and Mathematics, 2(3), 20-3.