

T.C.
YAŞAR ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

TESİS YERLEŞİM PLANLAMASI VE BİR İŞLETMEDE UYGULANMASI

Oktay KARADAŞ

Danışman

Yrd.Doç.Dr. Ahmet Camcı

İzmir, 2016



T.C.
YAŞAR ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ TEZLİ YÜKSEK LİSANS TEZ JÜRİ SINAV TUTANAĞI

ÖĞRENCİNİN	
Adı, Soyadı	: Oktay KARADAĞ
Öğrenci No	: 14300002162
Anabilim Dalı	: İşletme
Programı	: Tezli Yüksek Lisans (Torkae)
Tez Sınav Tarihi	: 12.10.2012. Sınav Saati : 10:30
Tezin Başlığı: Tezis... Yerleşim Planlaması ve Bir İşletmede Uygulanması	
<p>Adayın kişisel çalışmasına dayanan tezini 30... dakikalık süre içinde savunmasından sonra jüri üyelerince gerek çalışma konusu gerekse tezin dayanağı olan anabilim dallarından sorulan sorulara verdiği cevaplar değerlendirilerek tezin,</p>	
<input checked="" type="checkbox"/> BAŞARILI olduğuna (S) <input type="checkbox"/> EKSİK sayılması gerektiğine (I) <input type="checkbox"/> BAŞARISIZ sayılmasına (F)	<input checked="" type="checkbox"/> ÖY BİRLİĞİ <input type="checkbox"/> ÖY ÇOKLUĞU
<input type="checkbox"/> Jüri toplanamadığı için sınav yapılamamıştır. <input type="checkbox"/> Öğrenci sınava gelmemiştir.	
<input checked="" type="checkbox"/> Başarılı (S) <input type="checkbox"/> Eksik (I) <input type="checkbox"/> Başarısız (F)	<input checked="" type="checkbox"/> Başarılı (S) <input type="checkbox"/> Eksik (I) <input type="checkbox"/> Başarısız (F)
Üye: Ahmet Cancı İmza:	Üye: Özgür ÖZDEMİR İmza:
	<input checked="" type="checkbox"/> Başarılı (S) <input type="checkbox"/> Eksik (I) <input type="checkbox"/> Başarısız (F)
	Üye: Yücel ÖZTANÖĞLU İmza:

- 1 Bu halde adaya 3 ay süre verilir.
- 2 Bu halde öğrencinin kaydı silinir.
- 3 Bu halde sınav için yeni bir tarih belirlenir.
- 4 Bu halde varsa öğrencinin mazeret belgesi Enstitü Yönetim Kurulunda görüşülür. Öğrencinin geçerli mazeretinin olmaması halinde Enstitü Yönetim Kurulu kararıyla ilişkisi kesilir. Mazereti geçerli sayıldığında yeni bir sınav tarihi belirlenir.

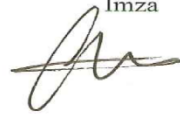
YEMİN METNİ

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum “Tesis Yerleşim Planlaması ve Bir İşletmede Uygulanması” adlı çalışmanın, tarafımdan bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin bibliyografyada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

12./04/2016

Oktay KARADAŞ

İmza



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TESİS YERLEŞİM PLANLAMASI VE BİR İŞLETMEDE UYGULANMASI

Oktay KARADAŞ

Yaşar Üniversitesi

Sosyal Bilimler Enstitüsü

İşletme Yüksek Lisans Programı

Küresel rekabetin çetin olarak yaşandığı bu dönemde, işletmelerin rakipleriyle mücadele edebilmesi için maliyetlerini kontrol altında tutmaları ve ürüne değer katmayan faaliyetlerini ortadan kaldırmaları gerekmektedir. Bunlardan biri de taşıma maliyetleridir. İşletme içerisinde, hiçbir ekipman, malzeme ve insanın olması gerektiğinden daha fazla dolanmaması gerekmektedir. Temel amaç, taşıma maliyetini düşürmektir. Bu çalışmada; tesis yerleşim planı, tesis yerleşim planının önemi, amacı ve tipleri hakkında bilgiler verilmektedir. İzmir Atatürk Organize Sanayi Bölgesi'nde faaliyet gösteren bir işletmeye üç adet yeni yerleşim planı alternatifi önerildi. Mevcut yerleşim planında, günlük toplam taşıma mesafesi 9.614 m'dir. Muther'in SLP metodu kullanılarak önerilen yeni yerleşim planlarında günlük toplam taşıma mesafesi 8.136 m'ye ve 7.298 m'ye düşmüştür. İkili tamsayı programlama kullanılarak önerilen yerleşimde ise 6.338 m'ye düşmüştür. Alternatif yerleşimlerin uygulanması halinde, taşıma mesafeleri düşecek, ürün maliyeti azalacak, işgücü enerjisini gerektiğinden fazla harcamayacak, çalışanların motivasyonu artacak ve teslimat süreleri kısılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Tesis Yerleşim Planlaması, Muther'in SLP Yaklaşımı, İkili Tamsayı Programlama, Taşıma Mesafeleri

ABSTRACT

Master Thesis

FACILITY LAYOUT PLANNING AND APPLICATION ON A FACILITY

Oktay KARADAŞ

Yaşar University

Institute of Social Sciences

Master of Business Administration

Facilities should keep under control their cost and eliminate their non-value added activities to compete with rivals in this competitive age. One of them is transportation cost. In a facility, none of tool, material and person does not have to move more than needed. The main purpose is to reduce transportation cost. In this thesis; facility layout planning, facility layout planning's importance, purpose and types are informed. Three layout alternatives are recommended for a company which operates in Izmir Ataturk Organized Zone. The total material handling distance in a day is 9,614 m for present layout. For the new recommended layouts with using Muther's SLP method, the total material handling distances reduced to 8,136 m and 7,298 m in a day. For the new recommended with using binary integer programming, the total material handling distance reduced to 6,338 m. If the new layout alternatives are applied; transportation distance will reduce, cost of product will reduce, labor force will not use their power more than needed, worker's motivation will increase and delivery time will reduce.

Key Words: Facility Layout Planning, Muther's SLP Approach, Binary Integer Programming, Transportation Distances

Aileme ve danışman hocam Yrd.Doç.Dr. Ahmet Camcı'ya teşekkürlerimi sunarım.

TESİS YERLEŞİM PLANLAMASI VE BİR İŞLETMEDE UYGULANMASI

YEMİN METNİ	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELER LİSTESİ	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	x
GİRİŞ	xi

BİRİNCİ BÖLÜM

1. TESİS PLANLAMA	1
1.1. Tesis Planlama Nedir?	1
1.2. Tesis Planlamanın Amacı ve Önemi	2
1.2.1. Doğru Yapılmış Tesis Yerleşiminin Yararları	3
1.2.2. Yanlış Yapılmış Tesis Yerleşiminin Zararları	3
1.3. Yerleşim Düzenlemesine Gerek Duyulmasının Nedenleri	4
1.4. Yerleşim Düzenlemesini Etkileyen Faktörler	5

İKİNCİ BÖLÜM

2. YERLEŞİM TIPLERİ	6
2.1. Ürüne Göre Düzenleme	6
2.1.1. Ürüne Göre Düzenlemenin Avantajları	7
2.1.2. Ürüne Göre Düzenlemenin Dezavantajları	7
2.2. Prosese Göre Düzenleme	7
2.2.1. Prosese Göre Düzenlemenin Avantajları	8
2.2.2. Prosese Göre Düzenlemenin Dezavantajları	8
2.3. Sabit Konumlu Ürüne Göre Düzenleme	9
2.3.1. Sabit Konumlu Ürüne Göre Düzenlemenin Avantajları	9
2.3.2. Sabit Konumlu Ürüne Göre Düzenlemenin Dezavantajları	10
2.4. Hücresel Düzenleme	10
2.4.1. Hücresel Düzenlemenin Avantajları	11
2.4.2. Hücresel Düzenlemenin Dezavantajları	11

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3.LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	12
-------------------------	----

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

4.MUTHER'İN SİSTEMATİK YERLEŞİM PLANLAMASI(SLP) VE BİR İŞLETMEDE UYGULAMASI	16
4.1. Sistematik Yerleşim Planlaması (SLP) Nedir?	16
4.2. SLP'nin Aşamaları	16
4.2.1. Verileri Toplama ve Analiz Etme	18
4.2.2. Malzeme Akış Analizi	18
4.2.3. Faaliyet İlişkisi Analizi	18
4.2.4. İlişki Diyagramı	20
4.2.5. Alan İlişki Diyagramı	21
4.2.6. Kısıtlamaları Değerlendirme	21
4.2.7. Alternatif Yerleşim Planlarını Oluşturma	21
4.2.8. Alternatif Yerleşim Geliştirme ve Değerlendirme	21
4.3. SLP'nin Bir İşletmede Uygulaması	22
4.3.1 Mevcut Yerleşim ve Alternatif Yerleşim Önerilerinin Analizi	30
4.3.1.1. Mevcut Yerleşimin Analizi	30
4.3.1.2. Birinci Alternatif Yerleşim Önerisinin Analizi	32
4.3.1.3. İkinci Alternatif Yerleşim Önerisinin Analizi	34
4.3.4. Değerlendirme	35

BEŞİNCİ BÖLÜM

5. İKİLİ TAMSAYILI PROGRAMLAMA UYGULAMASI	36
5.1. Matematiksel Model	37
5.2. İkili Tamsayılı Programlamaya Göre Yeni Yerleşimin Analizi	39

SONUÇ	43
KAYNAKLAR	44
EK.1 : MATEMATİKSEL MODELİN LİNGO KODU	46

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 4.1: Önem Derecesi Aralıkları	19
Çizelge 4.2: 1 numaralı İş İstasyonundan Diğer İş İstasyonlarına Günlük Sefer Sayıları	22
Çizelge 4.3: 2 numaralı İş İstasyonundan Diğer İş İstasyonlarına Günlük Sefer Sayıları	22
Çizelge 4.4: 3 numaralı İş İstasyonundan Diğer İş İstasyonlarına Günlük Sefer Sayıları	22
Çizelge 4.5: 4 numaralı İş İstasyonundan Diğer İş İstasyonlarına Günlük Sefer Sayıları	23
Çizelge 4.6: 5 numaralı İş İstasyonundan Diğer İş İstasyonlarına Günlük Sefer Sayıları	23
Çizelge 4.7: 6 numaralı İş İstasyonundan Diğer İş İstasyonlarına Günlük Sefer Sayıları	23
Çizelge 4.8: 7 numaralı İş İstasyonundan Diğer İş İstasyonlarına Günlük Sefer Sayıları	23
Çizelge 4.9: 8 numaralı İş İstasyonundan Diğer İş İstasyonlarına Günlük Sefer Sayıları	23
Çizelge 4.10: 9 numaralı İş İstasyonundan Diğer İş İstasyonlarına Günlük Sefer Sayıları	23
Çizelge 4.11: 10 numaralı İş İstasyonundan Diğer İş İstasyonlarına Günlük Sefer Sayıları	24
Çizelge 4.12: Mevcut Akış Özet Şeması (Çift Yönlü)	24
Çizelge 4.13: Mevcut Akış Özet Şeması (Tek Yönlü)	24
Çizelge 4.14: Önem Derecesi Aralıkları	25
Çizelge 4.15: İlişki Çizelgesi	25
Çizelge 4.16: İş İstasyonlarının Alanları	26
Çizelge 4.17: Bölümler Arası Mesafeler (Mevcut Durum)	31
Çizelge 4.18: Günlük Toplam Taşıma Mesafesi (Mevcut Durum)	31
Çizelge 4.19: Bölümler Arası Mesafeler (Birinci Öneri)	33
Çizelge 4.20: Günlük Toplam Taşıma Mesafesi (Birinci Öneri)	33
Çizelge 4.21: Bölümler Arası Mesafeler (İkinci Öneri)	34
Çizelge 4.22: Günlük Toplam Taşıma Mesafesi (İkinci Öneri)	35
Çizelge 5.1: Bölmelerin Birbirlerine Olan Uzaklıkları	37
Çizelge 5.2: Bölümler Arası Mesafeler (İkili Tamsayı Programlamaya Göre)	41
Çizelge 5.3: Günlük Toplam Taşıma Mesafesi (İkili Tamsayı Programlamaya Göre)	42

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1: Ürüne Göre Yerleşim	6
Şekil 2.2: Prosese Göre Yerleşim	8
Şekil 2.3: Sabit Konumlu Ürüne Göre Yerleşim	9
Şekil 2.4: Hücresel Düzenleme	10
Şekil 4.1: Muther'in Sistemik Yerleşim Planlama Prosedürü	17
Şekil 4.2: Faaliyet İlişki Diyagramı	20
Şekil 4.3: Önem Derecelerinin Çizgisel Karşılıkları	21
Şekil 4.4: Faaliyet İlişki Diyagramı	27
Şekil 4.5: İlişki Diyagramı	28
Şekil 4.6: Alan İlişki Diyagramı	29
Şekil 4.7: Mevcut Yerleşim Planı	30
Şekil 4.8: Birinci Alternatif Yerleşim Önerisi	32
Şekil 4.9: İkinci Alternatif Yerleşim Önerisi	34
Şekil 5.1: Bölmelerin Numaralandırılması	36
Şekil 5.2: İkili Tamsayı Programlamasının Sonucuna Göre Departman Konumlanmaları	40
Şekil 5.3: İkili Tamsayı Programlamaya Göre Önerilen Yerleşim	41

GİRİŞ

Uluslararası rekabetin yüksek olduğu çağımızda, firmaların ayakta kalabilmesi ve rekabetteki güçlerini arttırabilmesi için daha verimli çalışmaları gerekmektedir. Verimlilik, karı arttıran en önemli faktördür. Verimliği arttırmanın yolu makine, personel, ekipman gibi kaynakları daha etkin kullanmaktan ve giderleri azaltmaktan geçmektedir. Firmaların, rekabette yer alabilmeleri için karlılığı arttıran faktörleri araştırmaları ve uygulamaları zorunlu hale gelmiştir. Malzeme taşıma da bu giderlerin arasında önemli bir yer kaplar.

Üretim yapan işletmelerin temel amacı, üretim maliyetlerini düşürürken üründeki çeşitlilik ve kaliteyi arttırmaktır. Taşıma maliyeti düşürülmeye çalışılırken, ürün kalitesi ve ürün çeşitliliği gibi konular ihmal edilmemelidir.

Son yıllarda müşterilerin küresel rekabet ile ilgili farkındalıklarının arttırmasıyla beraber, kaliteli üretim daha da önem kazanmış oldu. Sürekli gelişim felsefesi, yenilikçi fikirlere önderlik ederek firmaların daha düşük maliyet, daha verimli üretim ve daha rekabetçi yapı gibi konulara yönelmesini sağlamıştır. Müşteri beklentileri işletmeleri değişime zorlar. İşletmeler değişime ve yeniliklere karşı direnç gösterebilir. Bilinçli müşterilerin beklentileri, değişime direnç gösteren firmalar için önemli bir fırsattır. Firmalar gelişmek zorunda kalır.(Hayes, 2007)

Firmalar kalite, makine ve ekipman bakımı gibi konulara yönelirken, taşımanın önemini ihmal edip ikinci plana atabilirler. Son yıllarda tesis planlama konusu daha da önem kazanmıştır. Tesis planlama, malzeme akışındaki maliyetleri minimize etmeyi amaçlar. Gereksiz hareketleri eleyerek teslimat sürelerini kısaltır. (Tompkins v.d., 2010).

Bu tezin amacı, tesis yerleşim planının önemi vurgulamak ve İzmir Atatürk Organize Sanayi Bölgesi'nde faaliyet gösteren bir işletmenin mevcut taşıma mesafelerini analiz ederek, daha verimli yerleşimler önermektir.

2 yıl önce yeni yerine taşınmış olan işletmede malzemenin tesis içerisinde gerektiğinden fazla dolaştığı gözlemlendi. Bunun üzerine, Muther'in SLP metodu ve ikili tamsayılı programlamaya göre yeni yerleşim planları önerilerek iyileşme analiz edildi.

1.TESİS PLANLAMA

1.1. Tesis Planlama Nedir?

Tesis planlama, hammaddeden bitmiş ürün sevkiyat noktasına kadar olan her türlü taşımanın planlamasıyla ilgilendir. Malzemenin az dolaşması hedeflenir. Etkin olmayan bir yerleşim, malzeme dolaşımı üzerinde negatif etki yapar. Kötü yerleşimden dolayı gerektiğinden fazla dolaşan malzeme ürüne bir değer katmayacaktır. Yalın üretimin temel felsefesi, ürüne değer katmayan faaliyetleri ortadan kaldırmaktır. Malzemenin gerektiğinden fazla dolaşması, yalın üretimin temel felsefesine aykırıdır. Ürün maliyeti üzerinde negatif yönde etkisi olacağı gibi, personellerin de negatif yönde etkilenmesini sağlar. Vaktini ve enerjisini boşa harcayan personel, elindeki mevcut işi için de verimlilik kaybı yaşayacaktır.

Üretimin yalınlaşması temel amaçtır, bu yalınlaşma araçlarından biri de tesis planlamasıdır. Tesis planlama, işletmenin ekonomik kazanç sağlayacak şekilde yeniden düzenlenmesidir. Yerleşim planı genellikle üretim çeşitliliği ve üretim hacmine göre yapılır.

Müşteri memnuniyeti düşünülmelidir. İşletmenin ilk kurulum aşamasında dikkat edilecek konuların başında, ileride oluşabilecek değişikliklere kolay adapte olabilme özelliği olmalıdır. Tedarikçi ve müşteri arasındaki bağlantı iyi kurulmalıdır. Pazardaki değişim hızına hızlı bir şekilde cevap verilmelidir. Müşteri gereksinimlerine hızlı cevap verebilmek, işletmeleri rekabette güçlü kılar.

Malzeme taşımada analiz edilebilecek ilk ölçüt, üretimdeki hareketlerin malzeme ve bilgi rotalarını belirlemektir. Taşıma mesafelerinin kısalması, teslimat sürelerini kısaltır. Ürüne değer katmayan bu hareketleri yok etmek, kaynakların daha verimli kullanılmasını sağlar.

Tesisin verimliliği malzeme ve bilgi taşınmasıyla geliştirilebilir. Süreçler ve bölümler arası ilişkiler analiz yapılarak incelenir. Analizlerden yola çıkılarak yapılan geliştirmeler, üretimdeki malzeme taşıma kaynaklı maliyetleri azaltarak verimliliği artırır. Tesis içindeki bölümler doğru yerlerinde durmalıdır. Bölümler arası uyum sağlanmalı, yerleşimde sürekli geliştirme felsefesine önem verilmelidir. (Tompkins v.d., 2010).

1.2. Tesis Planlamanın Amacı ve Önemi

Tesis yerleşim planlamasının amacı, tesis yerleşimi için en verimli düzenlemeyi bulmaktır. Yerleşim planı, malzeme taşıma maliyetini ve teslimat zamanını doğrudan etkiler. Bu durumun da tesisin verimliliği üzerindeki etkisi büyüktür. Etkisi kısa vadede önemsenebilir, ancak uzun vadede firmaya büyük katkı yapar. Etkin olmayan bir yerleşim planı, firmaya uzun yıllar sürekli olarak zarar vermektedir. İyi yapılmış bir tesis planlamasının da etkileri sürekli dir. Kötü yapılmış yerleşimin iyileşmesi, ilk kurulum aşamasında yapılmış olan kadar verimli olmayabilir. Geri dönüşü zor olan değişiklikler olabilir. Bu yüzden, tesisin ilk kurulum aşamasındaki tesis yerleşim planlanmasının önemli bir yeri vardır.

Yerleşim düzenlemeleri tesis kalabalıklaştıkça zorlaşır. Değişime olan yönelim olumsuz etkileneceğinden, ilk kurulumdaki tesis yerleşim planına özel eğilim göstermek gerekmektedir.

İlk başta ne kadar düzenleme yapılırsa yapılsın, ilerleyen yıllarda yerleşim planında değişim ihtiyacı doğabilir. Ürün çeşitleri, ar-ge çalışmalarıyla geliştirilen ürünler ve süreçler, müşteri değişiklikleri kapasite artışına neden olabilir. Ya da ilk yapılan tesis yerleşim planı, ihtiyaçları tam anlamıyla karşılamamış olabilir. Bunlar da, ürünün rotalarını değiştirerek tesis planlamasında güncellemeyi gerektirebilir. Ancak, petrol rafinerisi gibi işletmelerde sonradan yapılacak yerleşim düzenlemeleri neredeyse imkansızdır.

Yerleşim ne kadar düzenli yapılırsa yapılsın, sürekli iyileştirme felsefesiyle yaklaşılmalıdır. Üretim sürecindeki her değişiklik yeni bir tesis yerleşimi düzenlemesini gerektirebilir.

Tesis yerleşim planının, sadece işletmenin kuruluşunda yapılması yeterli olmayabilir. İşletme büyürken, değişirken de yerleşim planı değişmelidir.

Temel amaç; insan, malzeme ve ekipman taşıma mesafelerini minimuma indirmek olacağı için, yanlış yapılmış tesis yerleşiminin zaman, verimlilik, hatalı ürün ve yarı mamul stok sahaları üzerinde negatif etkileri vardır. Doğru yapılmış tesis yerleşimiyle personel, ekipman, enerji, stok maliyeti verimli şekilde kullanılmış olunur. Bu sayede, ürüne değer katmayacak taşıma mesafeleri azalmış olur. Düzgün bir yerleşim esnekliğe de izin vererek, ilerideki büyümeye yönelik istekleri karşılayabilmelidir. Personel daha verimli ve emniyetli çalışır. Malzeme ve personelin tesis içinde fazla dolanması iş güvenliğinde de azalmaya neden olur.

Yerleşim düzenlemesi yapılırken malzeme akışı, taşıma, ekipman kullanımı, verimlilik, üretimdeki esneklik, yönetim etkinliği, işçi motivasyonu gibi konular etkilidir. (Lin v.d., 2005)

1.2.1. Doğru Yapılmış Tesis Yerleşiminin Yararları

Doğru yapılmış tesis yerleşiminin işletmeye olan yararları aşağıda belirtilmiştir.

- Verimliliğin artacağını düşünürsek, yeni yatırımlara olan ihtiyaç azalır.
- Çalışanlar daha az dolanacağı için iş güvenliğinde iyileşme sağlanır.
- Çalışanların iş tatmini artar.
- Çalışanlar taşıma ile harcayacakları zaman ve enerjiyi çalıştıkları işte harcarlar.
- Hammadde daha hızlı bir şekilde bitmiş ürüne dönüşeceği için, saha içindeki stok alanları azalır ve yerden tasarruf edilir.
- Daha sistematik bir üretim sisteminin kurulması sağlanır.
- Teslimat sürelerinin kısalması sağlanır.
- Ürünün fiyatını etkileyen taşıma maliyeti azalacağı için, ürünün ucuzlamasını ve işletmenin rekabette bir adım öne çıkmasını sağlar.
- Üretim planlaması ve kontrolünün izlenebilirliği artmış olur.
- Üretim sistemine olumlu yönde etkisi olacağı için ürün kalitesi artar.
- Üretim sistemini geliştirerek, kalitesel hata oranı azaltılır.
- Mevcut alan etkin bir şekilde kullanılacağı için yeni yatırımlara olan ihtiyaç azalır.

1.2.2. Yanlış Yapılmış Tesis Yerleşiminin Zararları

Yanlış yapılmış tesis yerleşiminin işletmeye olan zararları aşağıda belirtilmiştir.

- Verimlilik düşüşüne neden olarak kar oranı azalır.

- İşçiler üzerinde enerji kaybına neden olur.
- İşletmenin toplam maliyeti artar.
- Personel kendi işleri dışında taşımayla zaman harcadığı için motivasyon kaybı yaşar.
- Üretimde kargaşa yaşanır.
- Hata oranları artar.
- Personel işletme içerisinde daha fazla hareket edeceği için iş kazalarının oluşumuna zemin hazırlar.
- Malzemenin tesiste durduğu her bir süre ekstra maliyettir. Yarı mamulun en çabuk şekilde fabrikadan uzaklaşması istenmektedir. Yarı mamul stok sahalarının büyümesi stok maliyetlerini arttıracaktır.

1.3. Yerleşim Düzenlemesine Gerek Duyulmasının Nedenleri

İşletmeler kimi zaman karmaşıklığı gidermek, kimi zaman ise verimliliği arttırmak amacıyla yerleşim düzenlemesinde değişiklik yapmaktadır. Aşağıda yerleşim düzenlemesine gerek duyulmasının nedenleri sıralanmıştır.

- Teslimat sürelerinde iyileştirmelere gidilmek istenebilir. Dolayısıyla, ürünlerin fabrika içerisinde daha az dolanması hedeflenerek tesis planında değişikliğe gidilebilir.
- Bazı üretim bölümlerine olan ihtiyaç artabilir ya da azalabilir. Bazı kar oranı yüksek ürünlerin üretim sayısında artışa gidilebilir ya da kar oranı düşük ürünlerin sayısında azalma yaşanabilir.
- Darboğazlar meydana gelebilir. Bu darboğazları gidermek amacıyla, yığılmanın gerçekleştiği bölümde kapasite artışı gerekebilir.
- Kalifiye elemanların malzeme taşımayla fazla zaman harcamasını engellemek hedeflenebilir.
- Elemanlar malzeme taşımayla uğraşırken iş kazası riskleri artabilir. İş kazalarının önüne geçmek istenebilir.
- Ürünün proses aşamaları değişebilir. Proses geliştirme yapılarak, ürünler daha farklı proseslerde, daha farklı zamanlarda üretilir.

- Mevcut müşteri dizayn değişikliğine gidebilir, bu tür durumlarda ürünün fabrika içi rotası değişebilir.
- Fabrika içerisindeki boş alanların daha etkin kullanılması istenebilir.
- Yeni müşteri için ürün üretileceği zaman, farklı prosesler, farklı iş akışları gerekebilir.
- Makinelerde teknolojik gelişime gidilebilir. Bu durumda, yeni işlev gören makineler, fabrika yerleşiminin değişmesine neden olabilir.
- Yarı mamul stok alanların fazla olması ve bunları eritme ihtiyacı oluşabilir.

1.4. Yerleşim Düzenlemesini Etkileyen Faktörler

Yerleşim düzenlemesini etkileyen faktörler aşağıda sıralanmıştır.

- Binanın fiziksel koşulları önemli bir etkidir. Kağıt üzerindeki planlanan yerleşim düzeni fabrikanın fiziksel koşullarıyla örtüşmeyebilir.
- Ürünlerin büyük ya da küçük olması yerleşim düzenini etkileyen bir faktördür.
- Firmanın kaliteye olan yaklaşımı da bir etkidir. Firma, kaliteye önem veriyorsa sistematik bir şekilde tesis düzenlemesinin yapılması gerekmektedir.
- Ortak kullanılması gereken alet ve ekipmanlar, bazı bölümlerin yakın yerlerde konumlanmasını gerektirebilir.
- Yarı mamul stok alanlarının konumları düzenlemeyi etkileyebilir.
- Departmanların konumları da etkileyebilir. Örneğin, bir sonraki işlemi sevkiyat olan bir proses, sevkiyat çıkış noktasına yakın konumlandırılmalıdır.

2.YERLEŞİM TIPLERİ

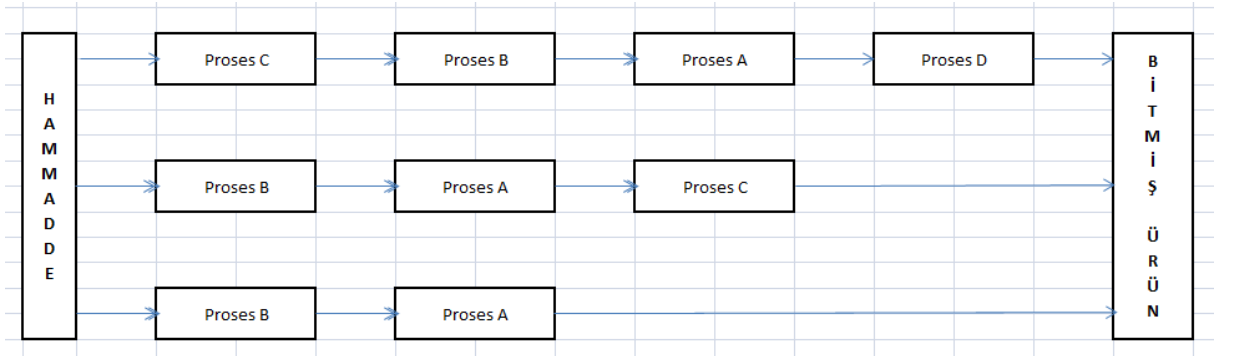
Her işletmenin kendine uygun yerleşim tipi vardır. İşletmenin yerleşim tipi seçilirken ürün çeşidi, büyüklüğü, üretim hacmi, prosesler, ortak ekipman kullanımı gibi faktörler etkilidir. 4 çeşit yerleşim tipi mevcuttur.

2.1. Ürüne Göre Düzenleme

Üretim hacminin fazla ve üretim çeşidinin az olduğu üretim sistemlerinde tercih edilir. Makineler ürünlerin iş akış rotasına göre dizilir (Şekil 2.1). Buna en iyi örnek olarak tek parça akışı mantığı ile çalışan otomobil firmalarını verebiliriz. Az çeşit üreten ve yüksek üretim kapasitesiyle çalışan işletmeler için yüksek verim sağlar.

Üretim hattı üzerinde bulunan her işlemin süresi farklı olduğu için hat dengeleme çalışması gerekmektedir. Üretim süresi çok olan iş istasyonunda daha çok makine, üretim süresi az olan iş istasyonunda daha az makine bulunmalıdır. Her iş istasyonunda belirli süredeki üretilen ürünlerin üretim miktarları eşit ise üretim hattı dengededir diyebiliriz. Üretim miktarları az olan iş istasyonlarında dar boğaz meydana gelir. Bu noktalara makine yatırımı yapmak gerekebilir. Amaç, parçanın işletme içerisindeki ara stok noktalarındaki beklemeyi önlemektir.

Hat dengelemek için çeşitli yöntemler vardır. Gerekli iş istasyonlarındaki makine sayısını arttırmak ya da azaltmak, çalışanları hızlarına göre yerleştirmek, bir işçiyi birden fazla operasyonda kullanmak, bazı işleri farklı işçilere bölüştürmek gibi.



Şekil 2.1: Ürüne Göre Yerleşim

2.1.1. Ürüne Göre Düzenlemenin Avantajları

Ürüne göre düzenlemenin avantajları aşağıda sıralanmıştır.

- İş akışı akıcı ve hızlıdır.
- Ürün çeşidinin az ve akışın hızlı olduğu için kalifiye elemana ihtiyaç duyulmaz. Bu sayede işçilik giderleri azalmış olur.
- Yarı mamul stoğu en az seviyede olduğu için, stok giderleri azdır.
- Üretim süreleri kısa olduğu için teslimat süreleri de kısadır.
- Üretim düz bir akış içinde olduğu için, üretim planlama ve kontrol kolaydır.
- Ürün gerektiğinden fazla dolaşmadan sonuca ulaşacağı için, taşıma maliyeti azdır.

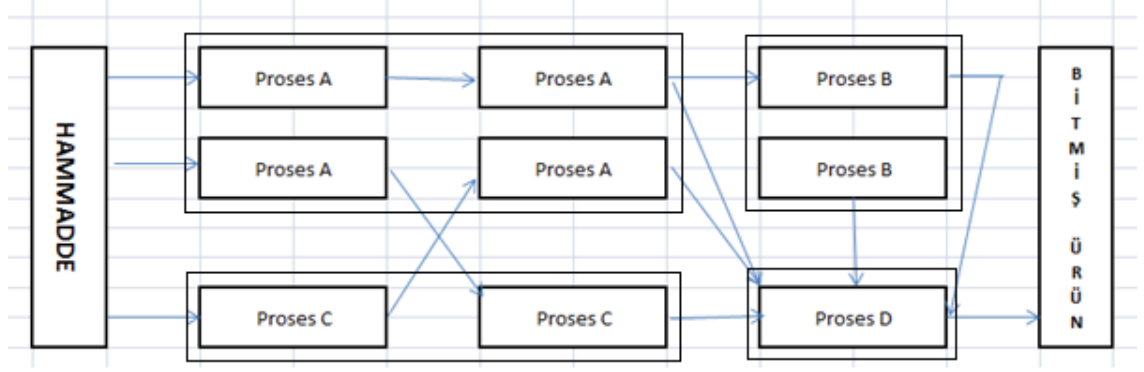
2.1.2. Ürüne Göre Düzenlemenin Dezavantajları

Ürüne göre düzenlemenin dezavantajları aşağıda sıralanmıştır.

- Hat üzerinde bir makinenin arızalanması bütün üretimi durdurarak işletmeyi büyük zarara uğratabilir.
- Bu yerleşim tipinde esneklik azdır. Ürün üzerindeki bir değişiklik proses sırasındaki değişikliğe neden olabilir. Yerleşim düzenini değiştirmek zaman alacağı için müşterinin beklentisine geç cevap verilir. Müşteri memnuniyetindeki azalmaya neden olarak, rekabet gücünü zayıflatır.
- Her makinenin birim zamandaki üretim miktarları farklı olduğu için hat dengeleme problemi ortaya çıkacaktır.
- Ürün çeşitliliği azdır.

2.2. Proses Göre Düzenleme

Aynı tür veya aynı işi yapan makineler bir yere toplanır. Makine grupları da iş akışı dikkate alınarak sıralanır.(Şekil 2.2) Esnekliğin önem taşıdığı üretim sistemlerinde tercih edilir. Siparişe yönelik üretim yapan firmalar çok çeşitli ürünleri üretmek zorunda kalabilir. Bu tür durumlarda, firmaların esnek bir üretim sistemine sahip olmaları gerekmektedir. Ürüne göre yerleşime göre, malzeme işletme içerisinde daha fazla dolanacağı için, taşıma maliyetleri yüksektir.



Şekil 2.2: Prosesse Göre Yerleşim

2.2.1. Prosesse Göre Düzenlemenin Avantajları

Prosesse göre düzenlemenin avantajları aşağıda sıralanmıştır.

- Genel amaçlı makineler kullanılır. Makineler çeşitli işlerde kullanıldığı için makine yatırımı azdır.
- Ürünler sipariş üzerine çeşitli olarak geldiği için, çalışan çalıştığı tezgah üzerine uzmanlaşır.
- Ürüne göre yerleşime göre, makine arızasından dolayı üretimin aksama durumu daha azdır.
- Ürün çeşidinin fazla olduğu ve ürün değişikliklerine hızlı cevap verilebildiği için firmayı rekabette güçlü kılar.
- Aynı prosesler bir arada toplanır. Alet ve ekipman ortak kullanılarak, alet ve ekipman maliyetlerinin düşmesine neden olur.

2.2.2. Prosesse Göre Düzenlemenin Dezavantajları

Prosesse göre düzenlemenin dezavantajları aşağıda sıralanmıştır.

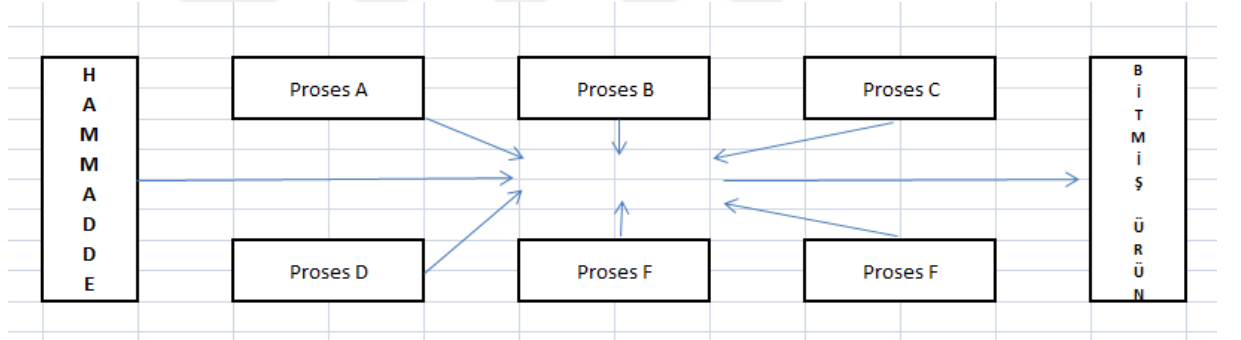
- Makineler genel amaçlı kullanıldığı için nitelikli işgücüne gerek duyulmaktadır. Nitelikli işgücü bulmak zor olabilir. Niteliksiz işgücü kullanma durumunda ise çalışan eğitilinceye kadar geçen sürede, işletmenin verimi düşer.
- Tek parça akışını uygulamak zor olduğu için, tezgahlar arasında ara stok miktarları fazla olabilir.
- Ürün işletme içerisinde fazla dolanacağı için, taşıma maliyeti fazladır.

- Teslimat süresi uzundur.

2.3. Sabit Konumlu Ürüne Göre Düzenleme

Ürünün ağır, büyük ve taşınırken bozulabilecek olması durumunda taşıma zorlaşır, bu tür durumlarda sabit konumlu ürüne göre yerleştirme tercih edilir. Uçak, bina ve gemi üretimini örnek olarak verebiliriz. Hammadde, makine ve ekipmanlar ürün etrafına konumlandırılır.(Şekil 2.3) Ürün sabit olarak kalır, hareket etmez. Genellikle, makinelere oranla el aletleri daha çok kullanılır. Üretim hacmi küçüktür.

Diğer yerleşimlerden farkı, işlenmiş ürünler sabit bir yerde bekler, aletler veya kişiler hareket eder. İş istasyonlarının yerleştirmeleri ve sıralamaları ürün etrafında gerçekleşir. Genelde, büyük ve ağır ürünler için yapılır. (Padgaonkar, 2004)



Şekil 2.3: Sabit Konumlu Ürüne Göre Yerleşim

2.3.1. Sabit Konumlu Ürüne Göre Düzenlemenin Avantajları

Sabit konumlu ürüne göre düzenlemenin avantajları aşağıda sıralanmıştır.

- Malzeme hareketi en aza inmiştir.
- İşçi sayısı belirli bir sayıda olduğu için işçiler kalifiyedir, dolayısıyla ürün de kalitelidir. İş güvencesi yüksek olduğu için iş verimi de yüksektir.
- Proseslerin birçoğu birbirinden bağımsız çalıştığı için, üretim planının aksamaya uğraması daha düşük ihtimaldir.
- Yerleşim düzenlemesi gerekmeceği için düzenleme maliyeti sıfırdır.
- Planlama esnek olduğu için ürün veya dizayn değişiklikleri kolaydır.

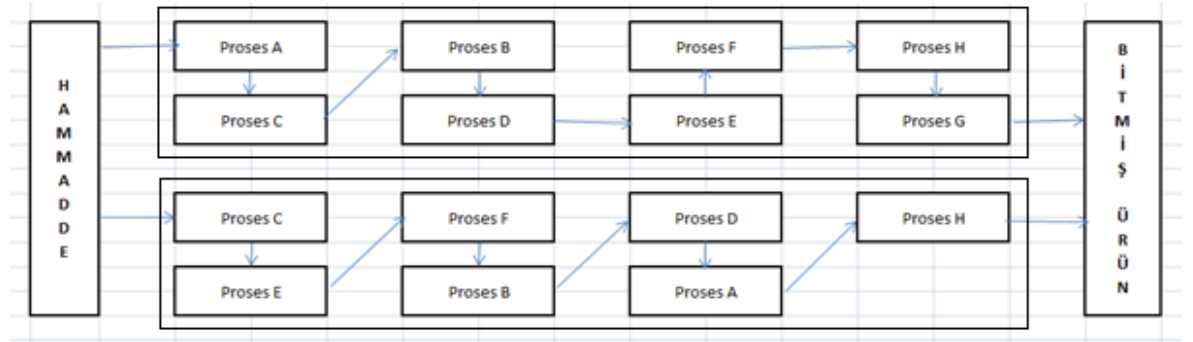
2.3.2. Sabit Konumlu Ürüne Göre Düzenlemenin Dezavantajları

Sabit konumlu ürüne göre düzenlemenin dezavantajları aşağıda sıralanmıştır.

- Makine ve ekipmanların ürüne taşınması zaman alabilir ve maliyeti yüksek olabilir.
- Kalifiye işgücüne ihtiyaç duyulacağı için, işgücü bulmak zor olabilir.
- Prosesleri çizelgeleyip esneklik yaratma şansı düşüktür.
- Ekipman kullanım verimi düşüktür. Görevini tamamlayan ekipman rafa kaldırılıp, bir sonraki ürün gelinceye kadar kullanılamayabilir.

2.4. Hücreyel Düzenleme

Benzer üretim koşullarını sağlayan ürünler için makine grupları oluşturulur. Bu grupların her birine hücreyel üretim denir. Benzer proseslere ait ürünler aynı hücre içerisinde üretilir.(Şekil 2.4) Hücrelere ayrılmış üretim, daha etkin gözlemlene ve kontrolü sağlar. Amaç, ürün gruplarını bireysel olarak farklı hücrelerde üretmektir. Bütün sistem içerisindeki karmaşık yapıdan uzaklaşmış olunur. Büyük ölçekli firmalarda verimliliği artırma amacıyla kullanılır.



Şekil 2.4: Hücreyel Düzenleme

2.4.1. Hücresel Düzenlemenin Avantajları

Hücresel düzenlemenin avantajları aşağıda sıralanmıştır.

- Makineleri gruplamak, makine verimliliğini artırır.
- Benzer ürün grupları bir yerde toplandığı için malzeme taşıma maliyeti düşer.
- Üretim daha spesifik hal alacağı için hazırlık zamanları azalmış olur.
- Hücre içerisindeki işçiler benzer ürünler üzerinde uzmanlaşacağı için kalite artar.
- Daha küçük miktarlı partilerle üretim yapılacağı için iş akışı düzgünleşir, üretim kontrol ve planlama kolaylaşır.
- Takım çalışması ruhunun yaratılması daha kolaydır. Bu sayede motivasyon artar.
- İşçiler benzer ürün grupları üzerine yoğunlaşacağı için daha kaliteli iş yaparlar. İş geliştirme üzerine vereceği önerilerin de değeri artar.

2.4.2. Hücresel Düzenlemenin Dezavantajları

Hücresel düzenlemenin dezavantajları aşağıda sıralanmıştır.

- Takım çalışmasına ayak uydurabilecek kalifiye işçi gereklidir.
- Hücre içi ve hücreler arası hat dengelemesi gerekir.
- Hücrelere ayırma sonucu fazla makine ihtiyaçları ortaya çıkabilir.
- Spesifik tezgah kullanma şansı azalmış olur.

3. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Sezgisel yaklaşımlardan en çok tercih edileni, Muther'in sistematik yerleşim planlaması yaklaşımıdır. 1961 yılında Richard Muther tarafından geliştirilmiştir. Bölümler arası yakınlık dereceleri belirlenerek, daha verimli yerleşimler önerilir(Muther, 1973). 10 aşamadan meydana gelir. Veriler toplandıktan sonra, bölümler arası akış analiz edilerek akış özet şemaları oluşturulur. Akış özet şemasında, akışın hangi tür kriter olması gerektiği belirlenmelidir. Bölümler arası akışlar aralıklara ayrılarak, belirlenen aralıklara göre önem dereceleri belirlenir, ilişki çizelgesi oluşturulur. A,E,I,O,U,X harfleri kullanılarak, bölümler arası önem dereceleri kategorileştirilmiş olunur. A kesinlikle gerekli, E özellikle önemli, O sıradan önemli, I önemli, U önemsiz ve X istenmeyen anlamında kullanılır. Bu şekilde bölümler arası yakınlık derecesi ile ilgili değerlendirme yapılmış olunur. Yapılan değerlendirmeler alan bilgileriyle beraber faaliyet ilişki diyagramı üzerine uygulanır. Bir sonraki adım, bölümler arasındaki ilişkiyi çizgilerle göstermektir. İlişki çizelgesinde her harfin çizgisel karşılığı mevcuttur. Görsel farkındalığı arttırmak amacıyla, her önem derecesine çizgisel karşılık belirlenir. Bölümler, mevcut durumdaki yerleşim gibi konumlandırılır. Aralarındaki önem derecelerine göre oluşturulan çizgiler, bölümler arasında çizilir. İlişki çizelgesi üzerinden, alan ilişki diyagramı çizilir. Alan ilişki diyagramı, ilişki diyagramına alan bilgilerinin de eklenmiş halidir. Eğer, olağan durum dışında eklenmesi gereken kısıtlar var ise onlar eklenir. Sabit yerde bulunması gereken bir bölüm ya da sevkiyat noktasına yakın olması gereken bir bölüm gibi. Şema ve diyagramların kullanılması bu metodu herkes tarafından kolay anlaşılabilir ve uygulanabilir kılar. Yapılan yakınlık analizlerinden sonra alternatif yerleşim planları önerilir. Mevcut duruma göre birbirlerine daha yakın olması gereken bölümler konumlandırılır. Alternatif planların içerisinde en uygun olan seçenek uygulanır. Aralarında akış çok olan bölümler birbirine yaklaştığı için toplam taşıma mesafesinde iyileşme sağlanır. Taşıma mesafeleri azalarak, taşıma maliyetleri düşecek, işletmenin verimi artacak, çalışanların motivasyonunda artış sağlanacaktır.

Padgaonkar (2004) çalışmasında, hastane yerleşimini yeniden düzenlemiştir. Amacı, hastanedeki hareket maliyetlerini minimize etmek olmuştur. Literatürde,

hastane yerleşimi üzerinde, üretim yerleşim düzenlemesi kadar durulmamıştır. 3 sebepten dolayı, hastane yerleşimini düzenlemeye gerek duymuştur: hasta yoğunluğunu ve çeşitliliğini kontrol altına almak, hastanın fiziksel koşulları itibariyle kendi ihtiyaçlarını karşılayabilmesi, hastanenin değişen tedavi süreçlerine kolayca adapte olabilmesi. Hastanedeki yapılan hareketlere ağırlık vermiştir.(Hastaların hastalık seviyelerine, doktorlara ve hastane çalışanlarına) Öncelik belirlenirken, hasta ön planda tutulmuştur. Yeniden düzenlerken üzerinde minimize etmeye çalıştığı iki temel konu, hasta hareketi ve hastayla ilişkili olan hareketleri (doktor, hemşire, ekipman, hastane çalışanları) minimize etmek olmuştur. 3 adet yeni yerleşim planı önermiştir. Yeni yerleşim önerilerini Excel üzerinden simülasyon yaparak geliştirmiştir. Hasta, doktor ve hastane çalışanın toplam taşıma maliyetinde iyileşme gösterilmiştir.

Changsen (2010) çalışmasında, Huzhou'da bulunan Xisai limanının lojistik parkını SLP metodu kullanarak düzenlemiştir. Xiasi limanı; havayolu, karayolu ve demiryolunun kavşağı konumunda önemli bir limandır. Konteynır, vergi birimi, pazarlık, üçüncü parti lojistik, çelik sevkiyatı, depo, e-ticaret binası aralarında düzenleme yapmıştır. SLP'de kullanılan A harfine 4 puan, E harfine 3 puan, I harfine 2 puan, O harfine 1 puan vererek ağırlıkları belirlemiş, bunun üzerinden yeni yerleşim planını önermiştir.

Bai, Pan ve Sun (2011) çalışmalarında bir tekerlek montaj atölyesindeki düzenlemeyi SLP metodu kullanarak gerçekleştirmişlerdir. Yerleşimi geliştirerek, verimlilik ve üretimdeki güvenliği arttırmayı hedeflemişler. Üretim alanından topladıkları nicel verileri kullanmışlardır. Faaliyet akış diyagramı üzerinden, ilişki diyagramı çizilmiştir. İlişki diyagramından yola çıkılarak iki adet alternatif yerleşim önerilmiştir. İki adet öneriden ise, sezgisel olarak birinin daha verimli olduğuna karar kılınmıştır.

Tak ve Yadav (2012) çalışmalarında SLP metodunu kullanarak, bir işletmeye 3 adet alternatif yerleşim önermişlerdir. SLP'nin 5 temel unsurundan bahsetmişlerdir:

ürün, miktar, rota, destek hizmeti ve zaman. Ürün unsuru; bitmiş ürün, makine bileşenleri ve hizmeti kapsar. Miktar unsuru; üretimin, tedarikçinin verimliliğini ve iş yükünü kapsar. Rota unsuru; işletme yerleşim diyagramı, proses rota diyagramı, proses akış çizelgesini kapsar. Destek hizmeti unsuru; ortak kullanım hizmetlerini kapsar(ekipman, bakım, soyunma odaları, kantin, tuvaletler gibi). Zaman unsuru ise ürünün ne zaman ve ne kadar sürede yapılacağıyla ilgilendir. Yeni ve eski arasındaki yerleşimleri karşılaştırırken sadece taşıma maliyetini karşılaştırmamış; büyüme kolaylığı, güvenlik, malzeme taşıma kolaylığı, kontrol kolaylığı, yerleşim esnekliği, işçi ve makine paylaşımı ve çalışma koşulları gibi konularla da ilgilendirilmiştir. Bu faktörlerin her birine ağırlık vererek, toplam puan elde etmişlerdir. Yeni önerilen 3 adet yerleşimin toplam puanına göre yüksek puanlı olanı en verimli yerleşim olarak seçmişlerdir.

İkinci dereceden atama problemi (QAP), ilk kez Koopmans ve Beckmann(1957) tarafından 1957 yılında modellenmiştir. Amaç fonksiyonu ikinci dereceden, kısıtları doğrusaldır. İkinci dereceden atama probleminde, atanacak tesis ve konumların sayısı çok ise, modelin çözümü uzun sürmektedir. Bu modelde, bütün tesisler eşit alan kabul edilir. Tesislerin ve atanacakları konumların sayıları eşit olmalıdır. Amaç, toplam maliyeti minimize edecek şekilde, tesisleri konumlara atamaktır. Amaç fonksiyonu, tesisleri konumlarına atarken, taşıma maliyetini ve tesisin kurulum maliyetini minimize eder. Model, her tesisin, bir konuma atanmasını zorlar, boşta bir tesis kalmaz.

Meller (1997) çalışmasında tesisi paralel bölmelere ayırmıştır. Bölmeler arası ve bölmeler içi taşımayla ilgilendir. Karışık tamsayılı programlama(MIP) ve dinamik programlama(DP) kullanmıştır. Amacı, en iyi yerleşimi bularak, bölümler arası akışı minimize etmektir. Modeli iki adımdan oluşur. İlk adımın amacı, departmanları bölmeler arası akışı minimize edecek şekilde bölmelere atamaktır. İkinci adımın amacı ise, departmanları bölmelerin içinde toplam akışı minimize edecek şekilde yerleştirmektir. Bu modelde, bölmelerin sayısını, genişliğini ve yüksekliğine araştırmacı kendi karar verir. Meller'in modeli 40 departmana, 4 bölme ve 20 departman 1 bölme olacak şekilde kısa sürede en iyi sonucu vermektedir.

Konak v.d. (2005) çalışmalarında atama problemini karışık tamsayılı programlama(MIP) ile 14 departmana kadar çözmüşlerdir. Alanları eşit olmayan departmanlara, esnek bölmeler içerisinde en iyi sonucu bulur. Meller gibi tesisi paralel bölmelere ayırmışlardır. Meller'in modelinde paralel bölmelerin sayısı, yüksekliği ve genişliğine araştırmacı kendi karar verir. Bu modelde ise bölme sayısına, bölmelerin genişliği ve yüksekliğine model karar verir. Amaç fonksiyonunda toplam akışı minimize etmişlerdir. Kısıtlarda, bölmelerin sayısı ve boyutları ile departmanların şekilleri belirlenmektedir. Bütün departmanlar, alanlarında bir değişme olmadan, bölmelere yerleştirilir. Modeli literatürdeki problemlerde test edilmiştir. 14 departmana kadar optimal sonucu bulmuşlardır.



4.MUTHER'İN SİSTEMATİK YERLEŞİM PLANLAMASI(SLP) VE BİR İŞLETMEDE UYGULAMASI

4.1. Sistematik Yerleşim Planlaması (SLP) Nedir?

Sistematik yerleşim planlaması yaklaşımı 1961 yılında Richard Muther tarafından geliştirilmiştir. Her kademedeki personel kolayca algılayabilir (Tak ve Yadav, 2012). SLP, malzeme taşımayı daha verimli gerçekleştirme amacıyla mevcut tesis yerleşimini düzenler.

Önce gerekli olan bilgi ve veri toplanır, akış analizi yapılarak bölümler arası ilişki belirlenir. Bölümler arasındaki ilişkileri göstermek için Muther tarafından geliştirilen ilişki diyagramı kullanılır. İlişkileri göstermek için harf notasyonları kullanılır. Bölümler arası akış niteliksel olarak gösterilmiş olunur. Bu notasyonlar kişilerin yapılan analizi daha kolay algılayabilmesini sağlar.

Muther'in metodu en yaygın kullanılan yöntemlerden biridir. Araştırmacının, departmanların birbirleriyle olan ilişkisini görmesini sağlar. Şema ve diyagramların kullanılması, analizin insanlar tarafından daha kolay anlaşılmasını sağlayarak, insanların konuya olan eğilimini artırır (Carleke ve Karlsonn, 2012).

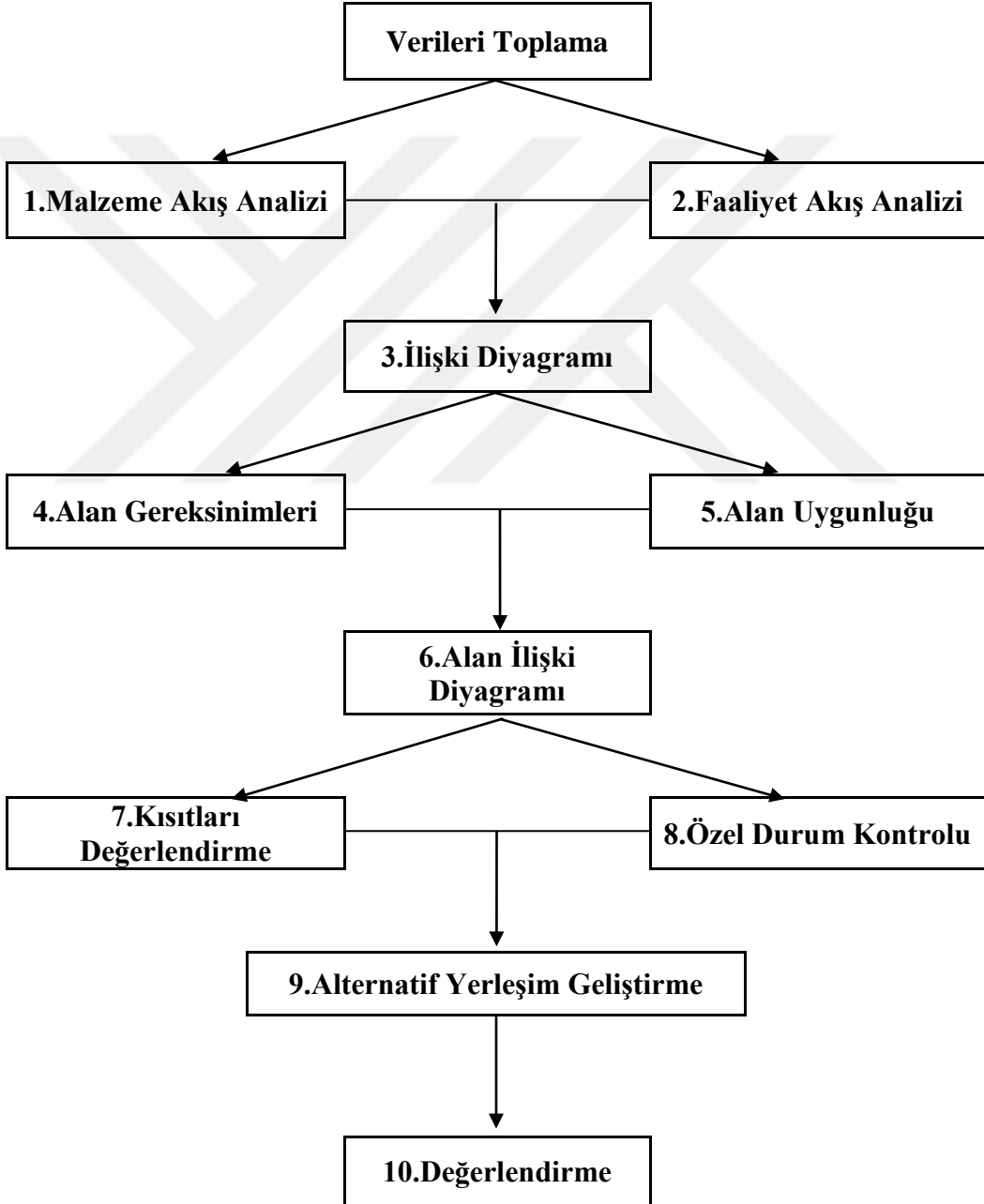
SLP, malzemenin daha az taşındığı yeni yerleşim planını önerir. Bu sayede, taşıma maliyetinde iyileşme sağlanmış olur. Araştırmacının üretimdeki ilişkileri ve gereksinimleri görmesini sağlayarak, yapılacak olan iyileşmelere ışık tutmasını sağlar. Birbirleriyle kuvvetli ilişkisi olan bölümler birbirine yaklaştıkça, taşıma için sağlanan zaman ve efor azalmış olur (Tompkins v.d., 2010).

4.2. SLP'nin Aşamaları

Yaklaşım analiz, araştırma ve seçim olarak 3 ana aşamadan meydana gelir. Analiz aşamasında, gerekli veriler toplanır, akış ve alan göz ününde bulundurulur ilişkiler incelenir. Araştırma aşamasında ise, alternatif seçenekler oluşturulur ve seçim aşamasında en verimli seçenek kullanılır (Onay ve Şaman, 2010).

Daha düşük taşıma maliyetini hedefleyen SLP metodu 10 adımdan oluşur(Şekil 4.1). İlk aşamada veriler toplanır. Toplanan veriler analiz edilerek bölümler arası akış özet şemaları oluşturulur. Bölümler arası akışlardan yola çıkılarak aralarındaki önem

dereceleri belirlenir. Önem dereceleri için A,E,I,O,U,X harfleri kullanılarak faaliyet ilişkisi çizelgesi oluşturulur. Faaliyet ilişki analizi yapılarak faaliyet ilişki diyagramı oluşturulur. Çubuklarla gösterim yapılarak ilişki diyagramı oluşturulur. Alan uygunlukları ve alan gereksinimi belirlenir. İlişki diyagramına alan verileri eklenerek alan ilişki diyagramı oluşturulur. Modele eklenmek istenen kısıtlar var ise eklenir ve özel durum kontrolü yapılır. Yapılan bu analizlerden yola çıkılarak yeni alternatif yerleşim planları oluşturulur. Oluşturulan alternatif yerleşim planları değerlendirilir ve işletme için en uygun yerleşim planı seçilerek uygulanır.(Muther, 1973)



Şekil 4.1: Muther'in Sistemik Yerleşim Planlama Prosedürü

4.2.1.Verileri Toplama ve Analiz Etme

Bölümler arası ilişkileri kurabilmek için verilerin toplanması ve analiz edilmesi gerekmektedir. Veri olarak hangi tür kriterlerin kullanılacağı belirlenmelidir.

4.2.2.Malzeme Akış Analizi

Akış özet şeması kullanılarak, bölümler arası akış yoğunluğu belirlenir. En düşük maliyetli malzeme akışını sağlamak için bu analizin yapılması gerekmektedir. Malzeme en az şekilde dolaşarak hedefine ulaşmalıdır.

İlişki ve yakınlığın sebepleri şunlar olabilir:

- Malzeme akış miktarları.
- Personelin birden fazla yerde çalışabilmesi.
- Birden fazla bölümün aynı ekipmanı kullanması.
- Ortak evrak, doküman doldurulması.
- İletişim halinde olması gereken bölümler veya çalışanlar.

4.2.3. Faaliyet İlişkisi Analizi

Bu aşamada nitel değerlendirme yapılarak bölümler arası yakınlık derecesi belirlenir. Faaliyet ilişkisi diyagramı bölümlerin diğerleriyle olan ilişkisini gösterir ve yakınlık derecelerine puan verilir.

Nitel olarak değerlendirme ise 5 seviyeden oluşur, çizelge 4.1'de gösterilmiştir. A kesinlikle gerekli, E özellikle önemli, I önemli, O sıradan önemli, U önemsiz, X istenmeyen anlamına gelir. İlişki yakınlığına göre bölümler arası uzaklığa karar veririz. (Changsen, 2010)

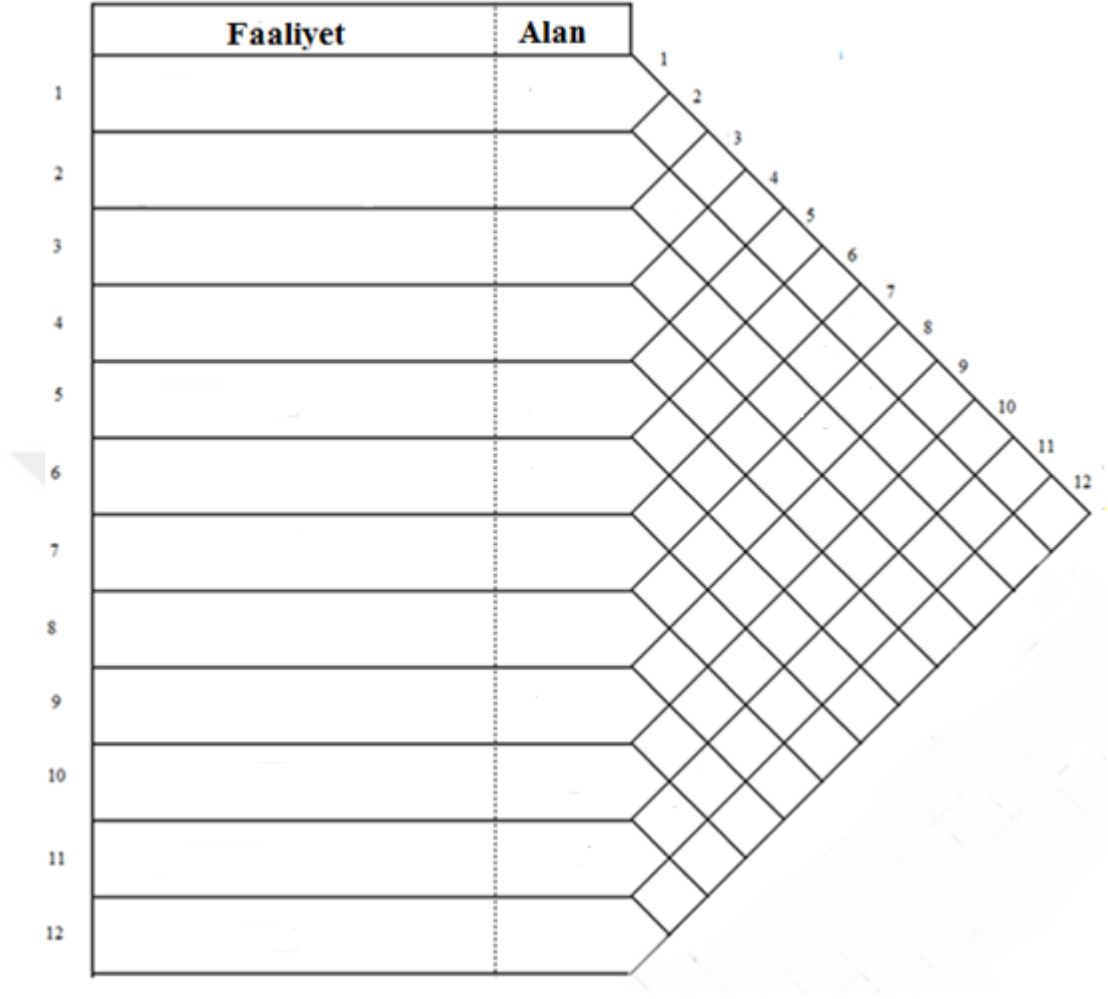
Adımları,

- Bütün bölümler ilişki diyagramı üzerine listelenir.
- Yakınlık ilişkisi kriterleri belirlenir.
- Yakınlık ilişkisi değerleri belirlenir ve ilişki diyagramı oluşturulur.
- Faaliyet ilişki diyagramı oluşturulur.

A	Kesinlikle Gerekli
E	Özellikle Önemli
I	Önemli
O	Sıradan Önemli
U	Önemsiz
X	İstenmeyen

Çizelge 4.1: Önem Derecesi Aralıkları

İlişki çizelgesinden yola çıkarak ta şekil 4.2'deki gibi faaliyet ilişki diyagramını oluşturulur.



Şekil 4.2: Faaliyet İlişki Diyagramı

4.2.4. İlişki Diyagramı

Bu adımda bölümler konumlandırılır. Bölümler arası güçlü ya da zayıf ilişkiler gösterilir. Faaliyet ilişki diyagramınının, yerleşim düzeni üzerindeki görsel halidir. Bölümler arası ilişki görsel olarak çubuklarla gösterilir. Faaliyet ilişki diyagramındaki her harfin çizgisel karşılığı mevcuttur. İlişki diyagramı, alan gereksinimlerini dikkate almadan bölümler arası mesafe düzenlemeleri için fikir verir.

SLP metodu, departmanlar arası ilişkiyi kolay anlaşılabilir şekilde belirlemek için sınıf notasyonları kullanır(Li, 2013). Bir önceki adımda önem dereceleri harflerle belirlenmişti, bu adımda her harfin çizgisel karşılığı belirlenir.(Şekil 4.3)

A	—————
E	—————
I	—————
O	—————
U	- - - - -
X	

Şekil 4.3: Önem Derecelerinin Çizgisel Karşılıkları

4.2.5. Alan İlişki Diyagramı

İlişki diyagramına alanların eklenmiş halidir. Bu adımda, ilişki diyagramı ile faaliyet ilişki diyagramının birleşimi analiz edilir.

SLP uygulamasındaki nitel faktörlerin analizi herkes tarafından kolayca algılanabilir. Düzenlemeler subjektif olarak yapılır. (Lianfu v.d., 2007).

4.2.6. Kısıtlamaları Değerlendirme

Yeni yerleşim planı oluşturulurken, bazı kısıtlamalar gerekebilir. Akıştaki son bölümün sevkiyat alanına yakın olması, ilk bölümün hammadde alanına yakın olması, kalite kontrole yakın olması gereken bölümler gibi.

4.2.7. Alternatif Yerleşim Planlarını Oluşturma

Bu adımda alternatif yerleşim düzeni önerilir. İhtiyaçlara ve bölümler arası ilişkilere göre yeni yerleşim planı oluşturulur. Faaliyet ilişki diyagramı yeni yerleşimin oluşturulmasında yol göstericidir. Amaç, bölümler arası taşımayı en aza indirmektir.

4.2.8. Alternatif Yerleşim Geliştirme ve Değerlendirme

Bu adımda, alternatif yerleşimler önerilir ve en uygun yerleşim uygulanır.

4.3. SLP'nin Bir İşletmede Uygulaması

Muther'in SLP metodu, İzmir Atatürk Organize Sanayi Bölgesi'nde faaliyet gösteren bir işletmede uygulanmıştır ve iyileşme analiz edilmiştir. İşletme 12 iş istasyonundan oluşmaktadır.

İş istasyonları arası akış miktarları, günlük toplam sefer sayıları olarak belirlenmiştir. Günlük olarak bir iş istasyonundan, diğer iş istasyonuna yapılan sefer sayıları çizelge 4.2-4.11 arasında gösterilmiştir.

Önceki İstasyon	Sonraki İstasyon	Sefer Sayıları
1	3	8
1	10	4
1	11	4
1	2	2

Çizelge 4.2: 1 numaralı İş İstasyonundan Diğer İş İstasyonlarına Günlük Sefer Sayıları

Önceki İstasyon	Sonraki İstasyon	Sefer Sayıları
2	3	14
2	8	32
2	1	14
2	6	8
2	7	6

Çizelge 4.3: 2 numaralı İş İstasyonundan Diğer İş İstasyonlarına Günlük Sefer Sayıları

Önceki İstasyon	Sonraki İstasyon	Sefer Sayıları
3	2	18
3	1	6
3	7	6

Çizelge 4.4: 3 numaralı İş İstasyonundan Diğer İş İstasyonlarına Günlük Sefer Sayıları

Önceki İstasyon	Sonraki İstasyon	Sefer Sayıları
4	10	12

Çizelge 4.5: 4 numaralı İş İstasyonundan Diğer İş İstasyonlarına Günlük Sefer Sayıları

Önceki İstasyon	Sonraki İstasyon	Sefer Sayıları
5	1	14
5	11	20

Çizelge 4.6: 5 numaralı İş İstasyonundan Diğer İş İstasyonlarına Günlük Sefer Sayıları

Önceki İstasyon	Sonraki İstasyon	Sefer Sayıları
6	11	6
6	2	4

Çizelge 4.7: 6 numaralı İş İstasyonundan Diğer İş İstasyonlarına Günlük Sefer Sayıları

Önceki İstasyon	Sonraki İstasyon	Sefer Sayıları
7	9	12
7	1	8
7	10	4

Çizelge 4.8: 7 numaralı İş İstasyonundan Diğer İş İstasyonlarına Günlük Sefer Sayıları

Önceki İstasyon	Sonraki İstasyon	Sefer Sayıları
8	10	6
8	3	18

Çizelge 4.9: 8 numaralı İş İstasyonundan Diğer İş İstasyonlarına Günlük Sefer Sayıları

Önceki İstasyon	Sonraki İstasyon	Sefer Sayıları
9	11	12
9	10	6

Çizelge 4.10: 9 numaralı İş İstasyonundan Diğer İş İstasyonlarına Günlük Sefer Sayıları

Önceki İstasyon	Sonraki İstasyon	Sefer Sayıları
10	12	6
10	11	38

Çizelge 4.11: 10 numaralı İş İstasyonundan Diğer İş İstasyonlarına Günlük Sefer Sayıları

Günlük iş merkezleri arası sefer sayısına göre oluşturulan çift yönlü akış özet şeması çizelge 4.12’de, tek yönlü akış özet şeması çizelge 4.13’te gösterilmiştir. Akış özet şeması, bölümler arası akışı analiz eder.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1			8	0	0	0	0	0	0	4	4	0
2	14		14	0	0	8	6	32	0	0	0	0
3	6	18		0	0	0	6	0	0	0	0	0
4	0	0	0		0	0	0	0	0	12	0	0
5	14	0	0	0		0	0	0	0	0	20	0
6	0	4	0	0	0		0	0	0	0	6	0
7	8	0	0	0	0	0		0	12	4	0	0
8	0	0	18	0	0	0	0		0	6	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0		6	12	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0		38	6
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Çizelge 4.12: Mevcut Akış Özet Şeması (Çift Yönlü)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1		16	14	0	14	0	8	0	0	4	4	0
2	0		32	0	0	12	6	32	0	0	0	0
3	0	0		0	0	0	6	18	0	0	0	0
4	0	0	0		0	0	0	0	0	12	0	0
5	0	0	0	0		0	0	0	0	0	20	0
6	0	0	0	0	0		0	0	0	0	6	0
7	0	0	0	0	0	0		0	12	4	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0		0	6	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0		6	12	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0		38	6
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Çizelge 4.13: Mevcut Akış Özet Şeması (Tek Yönlü)

Akış özet şemasındaki günlük sefer sayıları kendi içinde gruplandırıldı. Önem derecelerini belirlemek amacıyla aralıklara ayrıldı. Çizelge 4.14’te harf notasyonu

formatına çevrildi ve mevcut ilişki çizelgeleri oluşturuldu. İlişki çizelgesinden yola çıkarak ta faaliyet akış diyagramı oluşturuldu.

18 ve üstü	A	Kesinlikle Gerekli
14-17	E	Özellikle Önemli
8-13	I	Önemli
6-7	O	Sıradan Önemli
0-5	U	Önemsiz
0	X	İstenmeyen

Çizelge 4.14: Önem Derecesi Aralıkları

Günlük sefer sayılarından yola çıkılarak önem dereceleri belirlendi. Buna göre oluşturulan ilişki çizelgesi çizelge 4.15’te, faaliyet ilişki diyagramı şekil 4.4’te gösterilmiştir.

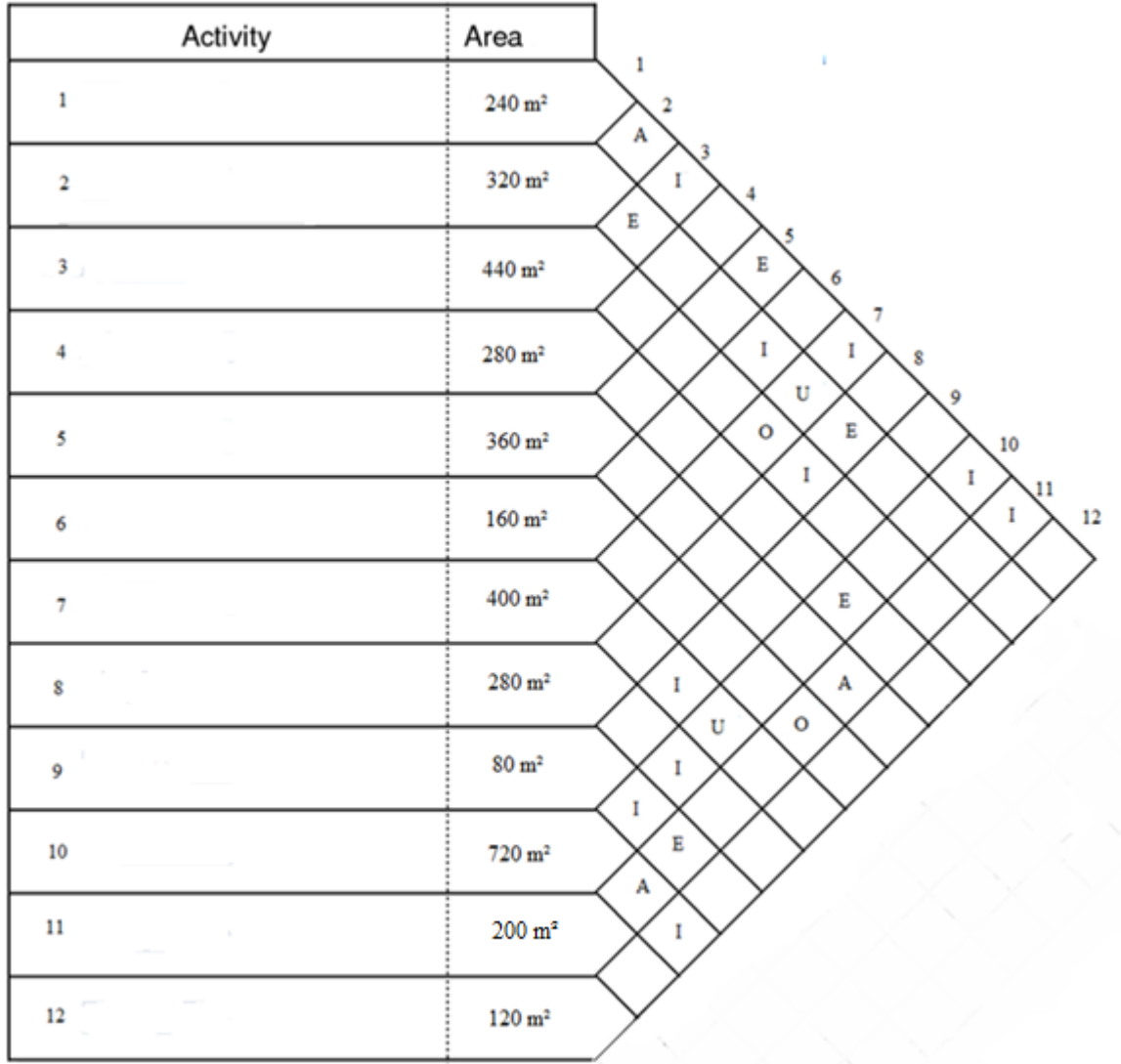
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1		E	E		E		I			U	U	
2			A			I	O	A				
3							O	A				
4										I		
5											A	
6											O	
7									I	U		
8										O		
9										O	I	
10											A	O
11												
12												

Çizelge 4.15: İlişki Çizelgesi

Alan gereksinimleri ekipman alanı, malzeme alanı(yarı mamul, bitmiş ürün), personel ihtiyaç alanları (kafe, masa tenisi, dinlenme alanı) olabilir. Bu çalışmada, ekipman alanları ve malzeme stok alanları toplam alan içinde gösterilmiştir. Personel ihtiyaç alanları ise makine parkurunun dışarısında olduğu için, dikkate alınmamıştır. 12 adet iş istasyonunun kapladığı alan çizelge 4.16’dadır.

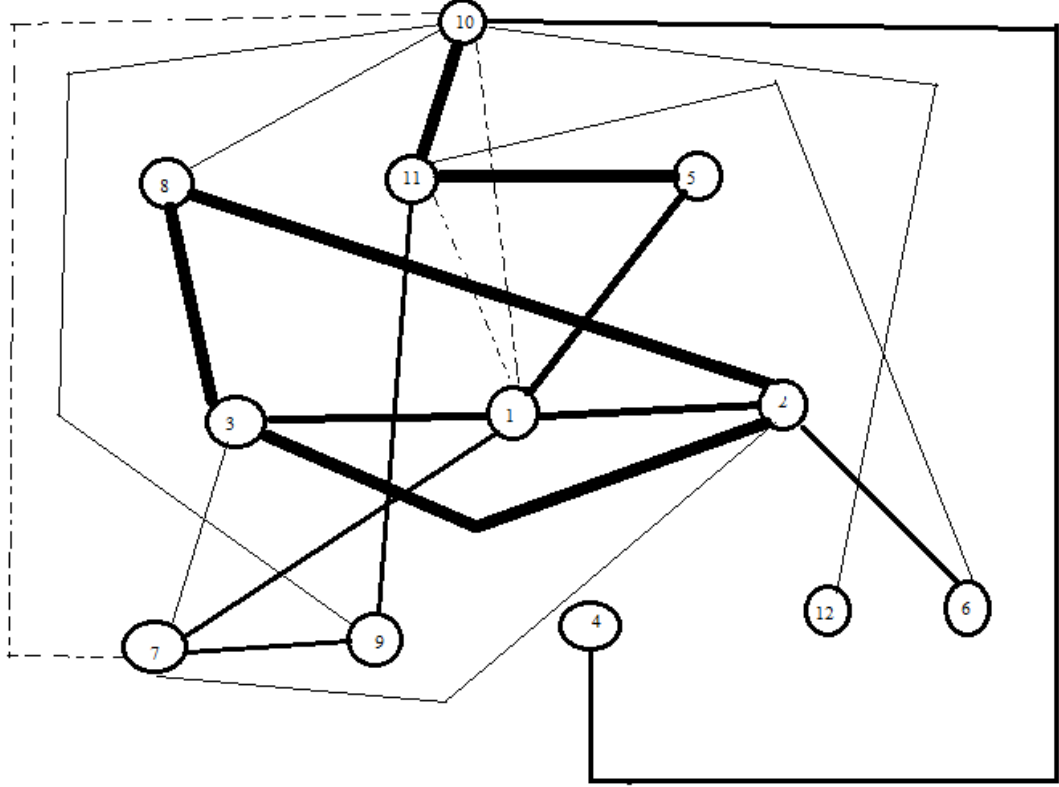
No	Alan
1	240 m ²
2	320 m ²
3	440 m ²
4	280 m ²
5	360 m ²
6	160 m ²
7	400 m ²
8	280 m ²
9	80 m ²
10	720 m ²
11	200 m ²
12	120 m ²

Çizelge 4.16: İş İstasyonlarının Alanları



Şekil 4.4: Faaliyet İlişki Diyagramı

Günlük yapılan sefer sayılarından elde edilen ilişki derecelerine göre faaliyet ilişki diyagramı oluşturuldu. Faaliyet ilişki diyagramına göre çizilen ilişki diyagramı şekil 4.5'teki gibidir.



Şekil 4.5: İlişki Diyagramı

4.3.1 Mevcut Yerleşim ve Alternatif Yerleşim Önerilerinin Analizi

Bu bölümde, mevcut yerleşimin ve SLP'ye göre önerilen 2 adet alternatif yerleşim önerilerinin günlük toplam taşıma mesafeleri analiz edilmiştir.

4.3.1.1. Mevcut Yerleşimin Analizi

Mevcut durumdaki yerleşim planı şekil 4.7'de gösterilmiştir.

10 (720 m ²)		
2 (320 m ²)	4 (280 m ²)	12 (120 m ²)
8 (280 m ²)	3 (440 m ²)	
7 (400 m ²)		9 (80 m ²)
11 (200 m ²)	5 (360 m ²)	6 (160 m ²)

Şekil 4.7: Mevcut Yerleşim Planı

Amaç, bölümler arası taşıma mesafesini en aza indirmektir. Muther'in yaklaşımına göre 2 adet yeni yerleşim düzeni önerilerek, eskiye göre olan iyileşme incelenecektir. Karşılaştırma kriteri, bölümler arası mesafe ve günlük sefer sayılarının çarpımlarının toplamı olarak belirlendi. Bu toplam, günlük toplam taşıma mesafesini vermektedir. Amaç, aralarında akış çok olan bölümleri birbirlerine yaklaştırarak, toplam taşıma mesafesini minimum seviyede tutmaktır. Bu sayede, toplam taşıma maliyetinde iyileşme gerçekleşecektir.

S = Toplam günlük taşıma mesafesi (m)

$d_{i,j}$ = i iş istasyonundan, j iş istasyonuna olan mesafe (m)

$t_{i,j}$ = i iş istasyonundan, j iş istasyonuna günlük sefer sayısı (adet)

$$\text{Min } S = \sum_{i=1}^{m-1} \sum_{j=i+1}^m d_{i,j} * t_{i,j}$$

Mevcut yerleşimde, aralarında akış olan iş istasyonları arası mesafeler çizelge 4.17'de gösterilmiştir. Mesafeler, iş istasyonlarının ağırlık merkezleri arasındaki öklid uzaklıklarıdır.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1		41	10		17		32			34	43	
2			35			57	20	10				
3							32	36				
4										14		
5											28	
6											54	
7									48	34		
8										30		
9										44	59	
10											48	32
11												
12												

Çizelge 4.17: Bölümler Arası Mesafeler (Mevcut Durum)

Bölümler arası günlük sefer sayıları çizelge 4.13'de, sefer ve mesafe çarpımından oluşan toplam taşıma mesafesi çizelge 4.18'de gösterilmiştir.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1		656	140		238		256			136	172		1.598
2			1.120			684	120	320					2.244
3							192	648					840
4										168			168
5											560		560
6											324		324
7									576	136			712
8										180			180
9										264	708		972
10											1.824	192	2.016
11													0
12													0
												Toplam	9.614

Çizelge 4.18: Günlük Toplam Taşıma Mesafesi (Mevcut Durum)

Mevcut durumda günlük toplam taşıma mesafesi 9.614 m bulunmuştur. SLP metodundan yola çıkarak alternatif 2 adet yerleşim planı önerilerek, bu mesafenin azalması hedeflenmektedir.

4.3.1.2. Birinci Alternatif Yerleşim Önerisinin Analizi

SLP metodundan yola çıkılarak önerilen birinci yerleşim planı şekil 4.8’de gösterilmiştir.

10 (720 m ²)				
8 (280 m ²)	11 (200 m ²)	5 (360 m ²)		
3 (440 m ²)		1 (240 m ²)	2 (320 m ²)	
7 (400 m ²)	9 (80 m ²)	4 (280 m ²)	12 (120 m ²)	6 (160 m ²)

Şekil 4.8: Birinci Alternatif Yerleşim Önerisi

Birinci yerleşim önerisinde, aralarında akış olan iş istasyonları arası mesafeler çizelge 4.19’da gösterilmiştir. Mesafeler, iş istasyonlarının ağırlık merkezleri arasındaki öklid uzaklıklarıdır.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1		20	24		21		30			24	15	
2			45			15	49	50				
3							14	13				
4										38		
5											24	
6											43	
7									17	44		
8										26		
9										38	27	
10											11	43
11												
12												

Çizelge 4.19: Bölümler Arası Mesafeler (Birinci Öneri)

Bölümler arası günlük sefer sayıları çizelge 4.13’de, sefer ve mesafe çarpımından oluşan toplam taşıma mesafesi çizelge 4.20’de gösterilmiştir.

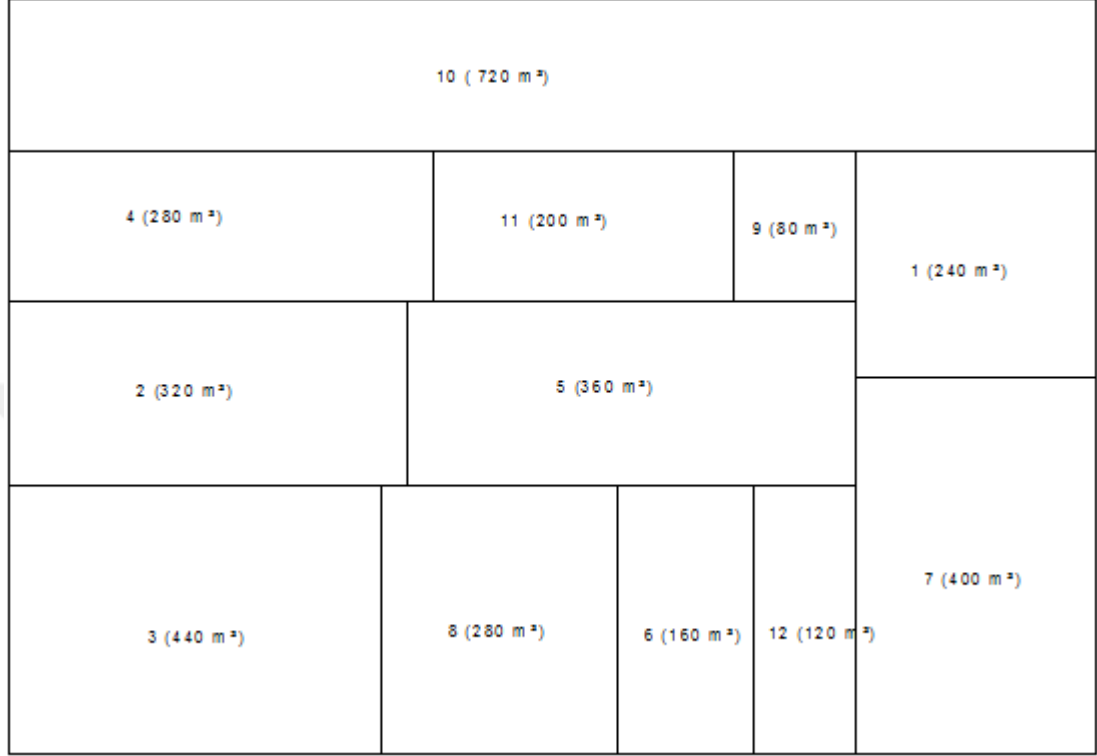
	1	2	3	Puntasız	Erezyon	Freze	Jagura	Satih	Honlama	CNC	Parlatma	ASSAB	
1		320	336		294		240			96	60		1.346
2			1.440			180	294	1.600					3.514
3							84	234					318
4										456			456
5											480		480
6											258		258
7									204	176			380
8										156			156
9										228	324		552
10											418	258	676
11													0
12													0
												Toplam	8.136

Çizelge 4.20: Günlük Toplam Taşıma Mesafesi (Birinci Öneri)

Birinci öneride, günlük toplam taşıma mesafesi 8.136 m bulunmuştur.

4.3.1.3. İkinci Alternatif Yerleşim Önerisinin Analizi

SLP metodundan yola çıkılarak önerilen ikinci yerleşim planı şekil 4.9’da gösterilmiştir.



Şekil 4.9: İkinci Alternatif Yerleşim Önerisi

İkinci yerleşim önerisinde, aralarında akış olan iş istasyonları arası mesafeler çizelge 4.21’de gösterilmiştir. Mesafeler, iş istasyonlarının ağırlık merkezleri arasındaki öklid uzaklıklarıdır.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1		52	57		24		20			31	26	
2			15			35	52	24				
3							52	20				
4										24		
5											12	
6											27	
7									26	43		
8										36		
9										19	14	
10											10	40
11												
12												

Çizelge 4.21: Bölümler Arası Mesafeler (İkinci Öneri)

Bölümler arası günlük sefer sayıları çizelge 4.13’de, sefer ve mesafe çarpımından oluşan toplam taşıma mesafesi çizelge 4.22’de gösterilmiştir.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1		832	798		336		160			124	104		2.354
2			480			420	312	768					1.980
3							312	360					672
4										288			288
5											240		240
6											162		162
7									312	172			484
8										216			216
9										114	168		282
10											380	240	620
11													0
12													0
												Toplam	7.298

Çizelge 4.22: Günlük Toplam Taşıma Mesafesi (İkinci Öneri)

İkinci öneride, günlük toplam taşıma mesafesi 7.298 m bulunmuştur.

4.3.4. Değerlendirme

SLP metodu ile yapılan analizlerden sonra, çalışanlardan gelen geribildirimler de göz önünde bulundurularak yeni yerleşim planları önerildi. Karşılaştırma kriteri olarak ta günlük sefer sayılarıyla, aralarındaki mesafenin çarpımı kullanıldı. Bu şekilde günlük toplam taşıma mesafesi bulunmuş oldu. Mevcut durumdaki günlük toplam taşıma mesafesi 9.614 m iken, birinci yerleşim önerisinde 8.136 m’ye, ikinci yerleşim önerisinde ise 7.298 m’ye düşmüştür. Malzeme taşımada harcanan zaman ve eforun azaldığı gözükmemektedir.

5. İKİLİ TAMSAYILI PROGRAMLAMA UYGULAMASI

Bu bölümde, tesis yerleşim düzenlemesine ikili tamsayılı programlama ile öneri getirilmiştir. Bütün departmanların alanları eşit kabul edilmiştir. Toplamda 3600 m² olan alan, 12 eşit parçaya ayrılarak her bölme 300 m² varsayılmıştır. Şekil 5.1'deki gibi her bölmeye 1'den 12'ye kadar numara verilmiştir. Taşıma mesafesini en aza indirmek koşuluyla, 12 departman 12 bölmeye atanacaktır. (10 numaralı departmanın üretim mühendisine yakın olma zorunluluğu olduğu için, konumu sol üst köşede sabittir.)

1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12

Şekil 5.1: Bölmelerin Numaralandırılması

12 bölmenin ağırlık merkezleri arası öklid uzaklıkları çizelge 5.1'de gösterilmiştir.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0	17	35	52	17	24	39	55	35	39	49	62
2	17	0	17	35	24	17	24	39	39	35	39	49
3	35	17	0	17	39	24	17	24	49	39	35	39
4	52	35	17	0	55	39	24	17	62	49	39	35
5	17	24	39	55	0	17	35	52	17	24	39	55
6	24	17	24	39	17	0	17	35	24	17	24	39
7	39	24	17	24	35	17	0	17	39	24	17	24
8	55	39	24	17	52	35	17	0	55	39	24	17
9	35	39	49	62	17	24	39	55	0	17	35	52
10	39	35	39	49	24	17	24	39	17	0	17	35
11	49	39	35	39	39	24	17	24	35	17	0	17
12	62	49	39	35	55	39	24	17	52	35	17	0

Çizelge 5.1: Bölmelerin Birbirlerine Olan Uzaklıkları

5.1. Matematiksel Model

Değişkenler aşağıdaki gibidir:

$d_{j,k}$ = j ve k bölmeleri arası uzaklık

$t_{i,c}$ = i ve c departmanları arası günlük sefer sayısı

$$x_{i,j} = \begin{cases} 1 & \text{Eğer } i \text{ departmanı } j \text{ bölmesine atanırsa} \\ 0 & \text{Aksi durumda} \end{cases}$$

$$y_{i,j,c,k} = \begin{cases} 1 & \text{Eğer } i \text{ departmanı } j \text{ bölmesine atanırsa ve} \\ & \text{c departmanı } k \text{ bölmesine atanırsa} \\ 0 & \text{Aksi Durumda} \end{cases}$$

Amaç fonksiyonunda günlük toplam taşıma mesafesi minimize edilir. i departmanı j bölmesine ve c departmanı k bölmesine atanırsa, amaç fonksiyonu iki departman arası günlük toplam taşıma mesafesini hesaplar.

$$\min \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sum_{c=1}^n \sum_{k=1}^n t_{i,c} * d_{j,k} * y_{i,j,c,k} \quad i,j,c,k = 1,2,\dots,n$$

Her departmanın bir bölmeye atanması kısıtı aşağıdaki gibidir:

$$\sum_{i=1}^n x_{i,j} = 1 \quad j=1,2,\dots,n$$

$$\sum_{j=1}^n x_{i,j} = 1 \quad i=1,2,\dots,n$$

i departmanı j bölmesine ve c departmanı k bölmesine atanırsa, karşılık gelen y değişkenini 1 olmaya zorlayan kısıt aşağıdaki gibidir:

$$x_{i,j} + x_{c,k} - 1 \leq y_{i,j,c,k} \quad i,j,c,k = 1,2,\dots,n$$

X değişkeninin 0 veya 1 değerini almasını sağlayan kısıt aşağıdaki gibidir:

$$x_{i,j} \in \{0, 1\} \quad i,j = 1, 2, \dots, n \quad i,j = 1, 2, \dots, n$$

10 numaralı departmanın üretim mühendisinin odasına yakın olma koşulu aşağıdaki gibidir:

$$x_{10,1} = 1$$

Matematiksel modelin çözümü için Lingo 15.0 programı kullanıldı. Lingo kodu Ek 1'dedir.

Modelin özet çözümü aşağıdadır:

Variable	Value	Reduced Cost
X(1, 7)	1.000000	1192.000
X(2, 8)	1.000000	2022.000
X(3, 11)	1.000000	1414.000
X(4, 5)	1.000000	204.0000
X(5, 3)	1.000000	578.0000
X(6, 4)	1.000000	414.0000
X(7, 10)	1.000000	888.0000
X(8, 12)	1.000000	1222.000
X(9, 6)	1.000000	552.0000
X(10, 1)	1.000000	0.000000
X(11, 2)	1.000000	1496.000
X(12, 9)	1.000000	210.0000

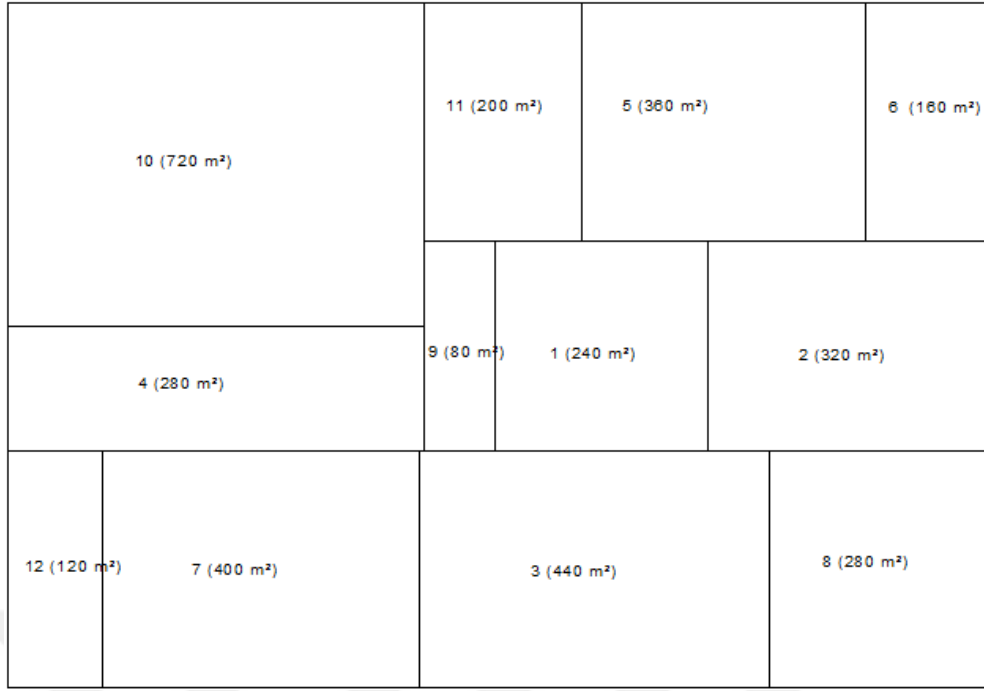
5.2. İkili Tamsayılı Programlamaya Göre Yeni Yerleşimin Analizi

İkili tamsayılı programlamanın sonucuna göre departman konumlanmaları şekil 5.2'deki gibi olmalıdır.

10 1	11 2	5 3	6 4
4 5	9 6	1 7	2 8
12 9	7 10	3 11	8 12

Şekil 5.2: İkili Tamsayı Programlamanın Sonucuna Göre Departman Konumlanmaları

İkili tamsayılı programlamaya göre çıkan sonuçtan yola çıkılarak şekil 5.3'deki yerleşim planı önerilmiştir. Departman konumları aynı yerlerinde kalmıştır, departman alanları gerçek değerlerini almıştır.



Şekil 5.3: İkili Tamsayı Programlamaya Göre Önerilen Yerleşim

İkili tamsayı programlamaya göre önerilen yerleşimde, aralarında akış olan iş istasyonları arası mesafeler çizelge 5.2’de gösterilmiştir. Mesafeler, iş istasyonlarının ağırlık merkezleri arasındaki öklid uzaklıklarıdır.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1		18	16		19		30			32	18	
2			25			18	46	16				
3							24	21				
4										16		
5											16	
6											31	
7									22	30		
8										57		
9										23	17	
10											22	32
11												
12												

Çizelge 5.2: Bölümler Arası Mesafeler (İkili Tamsayı Programlamaya Göre)

Bölümler arası günlük sefer sayıları çizelge 4.13’de, sefer ve mesafe çarpımından oluşan toplam taşıma mesafesi çizelge 5.3’te gösterilmiştir.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1		288	224		266		240			128	72		1.218
2			800			216	276	512					1.804
3							144	378					522
4										192			192
5											320		320
6											186		186
7									264	120			384
8										342			342
9										138	204		342
10											836	192	1.028
11													0
12													0
												Toplam m	6.338

Çizelge 5.3: Günlük Toplam Taşıma Mesafesi (İkili Tamsayı Programlamaya Göre)

Mevcut durumdaki günlük toplam taşıma mesafesi 9.614 m iken, ikili tamsayı programlamaya göre önerilen yerleşimde toplam taşıma mesafesi 6.338 m'ye düşmüştür.

SONUÇ

Tesis planlaması, fiziksel olarak işlerin daha kolay yapılmasını amaçlamaktadır. Tesisteki bölümleri doğru bir şekilde konumlandırmak taşıma maliyetini düşürerek ekonomik gelişme sağlayacağı gibi çalışanların sağlık, motive ve fiziksel güçleri üzerinde de olumlu etki yaratır. Tesis planlamasının ilk kurulum aşamasında özen gösterilerek yapılması, ileride yapılması zor olan değişiklikleri engelleyebilmek adına önemlidir. Ancak, tesis planlamasını bir defa yapmak yeterli olmayabilir. Ürün çeşidinin değişmesi, kapasite artışı, teknolojik gelişmeler gibi sebeplerle belli dönemlerde tesis yerleşim planının gözden geçirilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada, tesis yerleşim planlamasının önemi ve amacı, yerleşim tipleri, düzenleme teknikleri hakkında bilgiler verildi ve İzmir Atatürk Organize Sanayi Bölgesi'nde faaliyet gösteren bir işletmeye yeni yerleşim planları önerildi ve iyileşmeler gözlemlendi. Muther'in SLP metodu ve ikili tamsayılı programlama ile üç adet yeni yerleşim önerildi. İyileşmeler sayısal olarak ta kanıtlandı. Karşılaştırma kriteri olarak günlük toplam taşıma mesafesi kullanıldı. Mevcut durumdaki günlük toplam taşıma mesafesi 9.614 m'dir. Muther'in sistematik yerleşim planlama yaklaşımı kullanılarak yapılan yeni düzenlemelerde, bölümler arası mesafeler birinci yerleşim önerisinde 8.136 m'ye, ikinci yerleşim önerisinde 7.298 m'ye düşürülmüştür. İkili tamsayılı programlama kullanılarak önerilen yerleşimde ise 6.338 m'ye düşürülmüştür.

İşletmenin tesis yerleşimi yeniden düzenlenerek; iş bölümleri arası uyumsuzluk azaldı. Yeni yerleşim planının işletmede uygulanması halinde, üretimin verimi ve iş güvenliği artacaktır; malzeme taşıma mesafeleri, yarı mamulun bekleme süresi, teslimat süreleri azalacaktır ve üretim daha net bir şekilde gözlemlenebilecektir.

KAYNAKLAR

Bai, J., Pan, W. ve Li, Sun. (2011). The Layout Optimization of The Motor Wheelset's Assembly Workshop. Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering (ICIII). 26-27 Kasım 2010. IEEE Xplore, 49-52.

Carleke, H. & Karlsson, J. (2012). A model for cost-effectively improving production process with respect to material and information handling. - A case study. Yayınlanmamış Lisans Tezi, Linnaeus Üniversitesi.

Changsen, Z. (2010). Study on the Layout Planning of Logistics Park Using SLP. Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering (ICIII). 26-28 Kasım 2010. IEEE Xplore, 352-354.

Hayes, J. (2007). The Theory and Practice of Change Management (4th ed.). New York: Palgrave.

Konak, A., Konak, S.K., Norman, B.A., Smith, A.E. (2005). A New Mixed Integer Programming Formulation for Facility Layout Design Using Flexible Bays. Operation Research Letters, 34, 660-672.

Koopmans, T.C. ve Beckmann, M.J. (1957). Assignment Problems and the Location of Economic Activities. Econometrica, 25, 53-76.

Li, H. (2013). The use of SLP method in function area distribution of market town. Quality, Reliability, Risk, Maintenance, and Safety Engineering (QR2MSE). 15-18 Temmuz 2013. IEEE Xplore, 2159 – 2162.

Lianfu, Z., Wangfeng, H., Chunming, F., Guoqi, Z. Ve Shulong, L. (2007). Precise Working-area Layout Planning of Logistics Center. Service Systems and Service Management. 9-11 Haziran 2007. IEEE Xplore, 01-06.

Lin, S, Chiou, W., Lee, R., Perng, C. ve Tsai, J. (2005). A Group Decision Model for Selecting Facility Layout Alternatives. *IEMS*, 4, 82-93.

Meller, R.D. (1997). The Multi-Bay Manufacturing Facility Layout Problem. *International Journal of Production Research*, 35, 1229-1237.

Muther, R. (1973). *Systematic Layout Planning* (2nd ed.). Boston: Cahner Books.

Onay, E. & Şaman, G. (2010). Bir İşletmede Süreç İyileştirme ve Tesis Yerleşim Planlaması. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi.

Padgaonkar, A.S. (2004). Modelling and Analysis of the Hospital Facility Layout Problem. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, New Jersey Teknoloji Enstitüsü

Tak, C.S. ve Yadav, L. (2012). Improvement in Layout Design using SLP of a small size manufacturing unit: A case study. *IOSR Journal of Engineering*, 2, 01-07.

Tompkins, J.A, White, J.A., Bozer, Y.A. ve Tanchoco, J.M.A. (2010). *Facilities Planning* (4th ed.). Hoboken: John Wiley and Sons.

EK.1 : MATEMATİKSEL MODELİN LİNGO KODU

SETS:

node/1..12/;

hub/1..12/;

atama(node,hub):x;

mesafe(hub,hub):d;

sefer(node,node):t;

ENDSETS

DATA:

d=0	17	35	52	17	24	39	55	35	39	49	62
17	0	17	35	24	17	24	39	39	35	39	49
35	17	0	17	39	24	17	24	49	39	35	39
52	35	17	0	55	39	24	17	62	49	39	35
17	24	39	55	0	17	35	52	17	24	39	55
24	17	24	39	17	0	17	35	24	17	24	39
39	24	17	24	35	17	0	17	39	24	17	24
55	39	24	17	52	35	17	0	55	39	24	17
35	39	49	62	17	24	39	55	0	17	35	52
39	35	39	49	24	17	24	39	17	0	17	35
49	39	35	39	39	24	17	24	35	17	0	17
62	49	39	35	55	39	24	17	52	35	17	0;

t=0	2	8	0	0	0	0	0	0	4	4	0
14	0	14	0	0	8	6	32	0	0	0	0
6	18	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0
0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0
8	0	0	0	0	0	0	0	12	4	0	0
0	0	18	0	0	0	0	0	0	6	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	12	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	6
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0;

ENDDATA

SETS:

NBNB(node, hub, node, hub)|

&1 #LT# &3 #AND# ((t(&1, &3) #NE# 0) #AND#

(d(&2, &4) #NE# 0) #OR# (t(&3, &1) #NE# 0)

#AND# (d(&4, &2) #NE# 0)): Y;

ENDSETS

@for(node(i):@sum(hub(j):x(i,j))=1);

@for(hub(j):@sum(node(i):x(i,j))=1);

X(10,1)=1;

@FOR(NBNB(i,j,c,k):Y(i,j,c,k) >= X(i,j) + X(c,k) - 1);

min=@sum(NBNB(i,j,c,k) : Y(i,j,c,k) * (t(i,c)*d(j,k) + t(c,i)*d(k,j)));

@FOR(atama: @BIN(X));

