T.C.
KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

MOBİLYA SEKTÖRÜNDE FAALİYET GÖSTEREN BİR FİRMADA TESİS YERLEŞİMİ UYGULAMASI

Sümeyra KAYSERİLİ

AĞUSTOS 2017

T.C.
KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

MOBİLYA SEKTÖRÜNDE FAALİYET GÖSTEREN BİR FİRMADA TESİS YERLEŞİMİ UYGULAMASI

Sümeyra KAYSERİLİ

AUGUST 2017

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında Sümeyra KAYSERİLİ tarafından hazırlanan MOBİLYA SEKTÖRÜNDE FAALİYET GÖSTEREN BİR FİRMADA TESİS YERLEŞİMİ UYGULAMASI adlı Yüksek Lisans Tezinin Anabilim Dalı standartlarına uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Burak BİRGÖREN
Anabilim Dalı Başkanı

Bu tezi okuduğumu ve tezin **Yüksek Lisans Tezi** olarak bütün gereklilikleri yerine getirdiğini onaylarım.

Yrd. Doç. Dr. Adnan AKTEPE
Danışman

Jüri Üyeleri

Başkan : Doç. Dr. Süleyman ERSÖZ
Üye (Danışman) : Yrd. Doç. Dr. Adnan AKTEPE
Üye : Yrd. Doç. Dr. Talip KELLEGÖZ

07./08./2017

Bu tez ile Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onaylamıştır.

Prof. Dr. Mustafa YIGITOĞLU
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ÖZET

MOBİLYA SEKTÖRÜNDE FAALİYET GÖSTEREN BİR FİRMADA TESİS YERLEŞİMİ UYGULAMASI

KAYSERİLİ, Sümeyra
Kırıkkale Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi
Danışman: Yrd. Doç. Dr. Adnan AKTEPE
Ağustos 2017, 125 sayfa

Günümüzde artan rekabet ortamında işletmeler, düşük birim maliyete ve yüksek kaliteye sahip ürünler üreterek rekabette avantaj elde etmeye çalışmaktadır. Üretim işletmeleri içsel mekanizmalarını geliştirerek ve sahip oldukları ekipmanları düzenleyerek sözü edilen rekabet avantajını arttırabilirler. Bu anlayışın üretimde uygulaması olan Hücresel İmalat Sistemi, makine gruplarından oluşan hücrelerde parça ailelerini imal ederek iş akışını basitleştirmekte, makineler arası malzeme taşımasından ve fabrika alanında tasarruf sağlamaktadır. Bu çalışmada mobilya sektöründe üretim yapan bir fabrika için hücresel bir yerleşim tasarlanarak taşıma maliyetlerinin azaltılması amaçlanmaktadır. Parçalar arasındaki benzerliklerden yararlanılarak üretim süreçlerini daha etkin yönetmek ve aynı zamanda daha kısa sürede son ürün elde edebilmek hedeflenmiştir. Yeni yerleşim planında yer alan imalat hücrelerinin oluşturulmasında *Derece Sırası Kümelendirme (DSK) Yöntemi*, hücre içi makine yerleşiminde ise ters yönde parça taşımalarını en aza indirmek için *Hollier-1 Metodu* kullanılmıştır. Ayrıca *Blok Diyagramlama* sezgisel yönteminden yararlanılarak bir tesis yerleşim düzeni önerilmiştir. Yeni yerleşim düzeninde, eski yerleşime göre taşıma maliyetlerinde azalma sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Hücresel İmalat Sistemi, Fabrika Düzenlemesi, Derece Sırası Kümeleme (DSK) Tekniği, Blok Diyagramlama Sezgisel Yöntemi.

ABSTRACT

FACILITY LAYOUT APPLICATION IN A COMPANY OPERATING IN FURNITURE SECTOR

KAYSERİLİ, Sümeyra

Kırıkkale University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Deparmant of Industrial Engineering, M. Sc. Thesis

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Adnan AKTEPE

August 2017, 125 pages

Today, in an increasingly competitive environment, businesses are seeking to gain a competitive advantage by producing products with low unit cost and high quality. Manufacturing enterprises can increase the competitive advantage they have by improving their internal mechanisms and arranging the equipment they have. The Cellular Manufacturing System, which is the application of this understanding in production, simplifies the work flow by manufacturing parts families in cells made up of machine groups, saving material handling between machines and in the factory area. In this study, it is aimed to reduce the transportation costs by designing a cellular settlement for a factory manufacturing in the furniture sector. By using the similarities between parts, it is aimed to manage the production processes more effectively and at the same time to obtain the final product in a shorter time. The Rank-Order Clustering (ROC) method was used to construct the manufacturing cells in the new layout plan and the Hollier-1 method was used to minimize the number of parts movements in the reverse direction. In addition, a facility layout scheme has been proposed using the Block Diagramming Heuristic. In the new settlement pattern, the transportation cost is reduced compared to the old settlement.

Keywords: Cellular Manufacturing System, Factory Regulation, Rank Order Clustering (ROC) Technique, Block Diagramming Heuristic.

TEŞEKKÜR

Bu yüksek lisans tezi kapsamında gerçekleştirdiğim çalışmalara sağladıkları imkânlardan dolayı firma yönetimine, tezimin hazırlanması esnasında hiçbir yardımı esirgemeyen danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Adnan AKTEPE'ye, büyük fedakârlıklarla bana destek olan değerli arkadaşım Makine Mühendisi Aybüke ÇAKIR'a, tezimin birçok aşamasında yardım gördüğüm, hep yanımda olan bu zorlu sürecin tüm stresini benimle birlikte paylaşıp beni destekleyen Serdar GÜLBAHAR'a ve son olarak bana birçok konuda olduğu gibi, tezimi hazırlamam esnasında da yardımlarını esirgemeyen aileme teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa

ÖZET ..... **i**
ABSTRACT ..... **ii**
TEŞEKKÜR ..... **iii**
İÇİNDEKİLER DİZİNİ ..... **iv**
ŞEKİLLER DİZİNİ ..... **vi**
ÇİZELGELER DİZİNİ ..... **viii**
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ ..... **ix**
1. GİRİŞ **1**
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI **4**
3. FABRİKA DÜZENLEME **10**
3.1. Yerleştirme Düzeninin Önemi 10
3.2. Tesis Düzenleme İhtiyacı 11
3.3. Yerleştirme Düzenini Etkileyen Faktörler 11
3.4. Fabrika Yerleşim Düzeni Tipleri 12
3.4.1. Sürece Göre Yerleşim Düzeni 13
3.4.2. Ürüne Göre Yerleşim Düzeni 15
3.4.3. Karma (Hibrit) Yerleşim Düzeni 16
3.4.4. Sabit Konumlu Ürüne Göre Yerleşim Düzeni 17
3.4.5. Hücresel Yerleşim Düzeni 19
3.5. Makine Yerleşim Planının Oluşturulması 20
3.5.1. Makineler Arasındaki Uzaklıkların Belirlenmesi 20
3.5.2. Makineler Arasındaki Uzaklıkların Ölçüm Şekilleri 22
4. ÇALIŞMADA KULLANILAN YÖNTEMLER **24**
4.1. Hücre Oluşturma Yöntemleri 26
4.2. Hücre İçi Yerleştirme Yöntemleri 32
4.2.1. Hollier-1 Metodu 33
4.2.2. Blok Diyagramlama Sezgisel Metodu 37
4.3. Hücre İçi Makine Yerleşim Tipleri 38

4.3.1. Akış Hattı Yerleşimi 38
4.3.2. U Tipi Yerleşim 39
4.4. Hücresel Yerleşimin Faydaları 40
5. TESİS YERLEŞİMİ İÇİN TASARLANAN MODEL 42
6. UYGULAMA 45
6.1. Firma Tanıtımı 45
6.2. Problemin Tanımı 46
6.3. Uygulama İçin Veri Analizi 46
6.4. Uygulama Aşamaları 47
6.4.1. Makinelerın Kodlanması 47
6.4.2. Parçaların Kodlanması 48
6.4.3. Fabrikanın Mevcut Yerleşim Düzeni ve İş Akışı 54
6.4.4. Hücrelerin Belirlenmesi 56
6.4.5. Hücre İçi Yerleşimin Planlanması 59
6.4.5.1. Hollier-1 Metodu Uygulaması 59
6.4.5.2. Blok Diyagramlama Tekniği Uygulaması 62
6.4.6. Maliyet Analizi 66
7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 76
KAYNAKLAR LİSTESİ 78
EKLER LİSTESİ 86

ŞEKİLLER DİZİNİ

ŞEKİL **Sayfa**

3.1. Sürece Göre Yerleşim Düzeni 13
3.2. Ürüne Göre Yerleşim Düzeni 15
3.3. Karma Yerleşim Düzeni 17
3.4. Sabit Konumlu Ürüne Göre Yerleşim Düzeni 18
3.5. Hücresel Yerleşim Düzeni 19
3.6. En Yakın Noktalar Arası (İyimser) 21
3.7. En Uzak Noktalar Arası (Kötümser) 21
3.8. Alan Ağırlık Merkezleri Arası (Ortalama) 21
3.9. Alma/Bırakma Noktaları Arası 21
3.10. Kuşuçuşu (KU) / Öklid / Düz Ölçüm 22
3.11. Dikdoğrusal / Zigzaglı/ Manhattan Ölçüm 22
3.12. Tchebychev Ölçüm 23
4.1. (a) İşlevsel Bir Atölyede İmalat Sistemi, (b) a'da Gösterilen İmalat İşlemi İçin Hücresel Bir Üretim Sistemi 25
4.2. Parça Aileleri 26
4.3. Derece Sırası Kümeleme Tekniği Uygulamasının Birinci Ve İkinci Adımı 29
4.4. Derece Sırası Kümeleme Tekniği Uygulamasının Üçüncü Adımı 30
4.5. Derece Sırası Kümeleme Tekniği Uygulamasının Dördüncü Ve Beşinci Adımı 30
4.6. Derece Sırası Kümeleme Tekniği Uygulamasının Altıncı Adımı 30
4.7. Derece Sırası Kümeleme Tekniği Uygulamasının Devamı 31
4.8. Derece Sırası Kümeleme Tekniği Uygulamasının Sonuç Matrisi 31
4.9. Hücre İçi Hareketler 32
4.10. Hollier-1 Metodu Örneği From-To Çizelgesi 34
4.11. Hollier-1 Metodu Örneği 1.İterasyonu Sonucu 34
4.12. Hollier-1 Metodu Örneği 2.İterasyonu Sonucu 35

4.13. Hollier-1 Metodu Örneği 3.İterasyonu Sonucu 35
4.14. Hollier-1 Metodu Örneği Akış Diyagramı 36
4.15. Sıralı Hareketlerin Akış Şeması 36
4.16. Geri Hareketlerin Akış Şeması 37
4.17. Akış Hattı Yerleşim Örneği 39
4.18. U Tipi Yerleşim Örneği 39
4.19. Şirket Faaliyetlerinde Hücresel İmalat Sisteminin Faydaları 41
5.1. Tesis Yerleşim Tasarım Modelinin Aşamaları 42
6.1. Keson Grubu Pareto Grafiği 49
6.2. Dolap Grubu Pareto Grafiği 50
6.3. Ayak Grubu Pareto Grafiği 50
6.4. Paravan Grubu Pareto Grafiği 51
6.5. Masa Grubu Pareto Grafiği 51
6.6. Ek Ürünler Grubu Pareto Grafiği 52
6.7. Tabla Grubu Pareto Grafiği 52
6.8. Makineler Arası Ürün Akış Şeması 60
6.9. Hollier 1 Metodu Sonrası Makineler Arası Akış Şeması 61

ÇİZELGELER DİZİNİ

ÇİZELGE **Sayfa**

6.1. Makinelerın Kod Numaraları 48

6.2. Gerçek Parça Kodlarının Tezde Kullanılan Karşılıkları 53

6.3. Parça İş Akışı 54

6.4. Başlangıç Parça-Makine Matrisi 56

6.5. Sonuncu İterasyonda Elde Edilen Parça-Makine Matrisi 57

6.6. Parça ve Makine Grupları 58

6.7. Hollier- 1 Metodu Sonucu Elde Edilen Makine Dizilişi 59

6.8. Blok Diyagramlama Tekniği Başlangıç Yerleşimi 63

6.9. Blok Diyagramlama Tekniği 1. İterasyon Sonucu 64

6.10. Blok Diyagramlama Tekniği 2. İterasyon Sonucu 65

6.11. Fabrikanın Şu an ki mevcut Yerleşiminin Toplam Taşıma Mesafesi 67

6.12. Hücresel İmalata Geçiş Durumunda Yeni Yerleşimin Toplam Taşıma Mesafesi 69

6.13. Blok Diyagramlama Tekniği 1. İterasyon Sonundaki Yeni Yerleşimin Toplam Taşıma Mesafesi 71

6.14. Blok Diyagramlama Tekniği 2. İterasyon Sonundaki Yeni Yerleşimin Toplam Taşıma Mesafesi 73

6.15. Maliyet analiz tablosu 75

SİMGELER DİZİNİ

m^2	Metre kare
m	Metre
mm	Milimetre

KISALTMALAR DİZİNİ

Bkz	Bakınız
DSK	Derece Sırası Kümeleme Tekniği
GT	Grup Teknolojisi
HİS	Hücresel İmalat Sistemleri
ROC	Rank Order Clustering
YK	Yükleme Kapısı

1. GİRİŞ

Günümüz ürün çeşitliliğindeki hızlı değişimler ve müşteri isteğine uygun üretme eğilimleri dikkate alındığında fabrika düzenlemesi ve bunun alt birimi olan makinelerin yerleştirilmesi önem kazanmıştır. Fabrika yerleşimi, tesislerin, makinelerin, ekipmanların ve personelin nereye yerleştirileceğine karar vermeyi ve malzemelerin süreç boyunca nasıl akacağını belirler. Bir fabrikada bir makinenin konumunda yapılan küçük değişiklikler, malzemelerin akışını önemli ölçüde etkileyebilir. İşletmelerin uzun dönemdeki gelişmeleri göz önüne alarak, mevcut yerleşim yapılarını sürekli kontrol etmeleri ve gerektiğinde değişimi gerçekleştirebilecek esnek yapıya sahip olmaları gerekmektedir. İşletmelerde yüksek otomasyon ve yüksek verimlilik vaat eden esnek üretim sisteminin oluşturulması ve başarılı olunması için kullanılabilecek en önemli yapılardan birisi grup teknolojisidir.

Grup teknolojisi, benzer ve tekrar eden problemleri veya görevleri gruplayarak üretim verimliliklerini en üst düzeye çıkarmak isteyen imalat yöntemidir. Grup teknolojisi şu anda imalat sektörünün dikkatini çeken bir kavramdır. GT'nin pek çok uygulamasının dikkatli bir şekilde incelenmesiyle zamandan tasarruf sağladığı, tekrarı önlediği ve kolay ve zamanında bilgi alımı ve kullanımını kolaylaştırdığı gözlemlenmiştir [1]. Grup teknolojisinin atölye sistemine uygulanmasıyla elde edilen hücresel imalat sistemi de günümüzde hızlı üretim için çalışan birçok fabrikada popüler bir kavramdır.

Hücresel imalat, benzer işlem özelliklerine sahip parçaların farklı üretim hücrelerinde gruplandırıldığı bir üretim sistemidir. Hücresel imalat sisteminin, imalat süresini azaltma ve malzeme taşıma maliyetlerini düşürme, süreç içi stokları azaltma, alan kullanımını iyileştirme, daha kaliteli ve basitleştirilmiş üretim planlama ve kontrolü sağlama, pazardaki etkinlik ve rekabet gücünü arttırma gibi faydaları vardır [2].

Hücresel imalat sistemlerinde tesis düzeni, hücrelerdeki malzeme hareketini asgari düzeye indirgemek için yerleşim alanında hücrelerin düzenlenmesini içerir. Hücresel imalat, üretim sürecine sistematik, parçalı bir şekilde yaklaşır ve ürünü bir dizi halinde ayrı ayrı üretilebilen parçalara ayırmaya çalışır. Düzgün tasarlanmış bir hücrenin en önemli yararı, alan kullanımını azaltması, malzeme akışındaki gecikmeleri ve kesintileri azaltması ve işlem adımları arasındaki iletişimi geliştirmesidir [3].

Fabrika düzeni, başta üretim planlaması faaliyeti olmak üzere üretim kontrolü, malzeme taşıma gibi birçok faaliyetle de yakından ilgilidir. Fabrika yerleşimi, bir işletmenin malzeme taşıma maliyetini etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Malzeme taşıma maliyetleri de toplam üretim maliyetlerinin önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Yerleşim düzeninin hatalı olması her şeyden önce sabit tesis maliyetlerini yükseltir. Fakat bundan da önemlisi kötü yerleşim, enerji kaybı, kargaşa, yüksek ıskarta oranı, gecikme, kontrol ve yönetim güçlüğü gibi üretimle beraber süren ve maliyetleri olumsuz etkileyen bir sorundur. Çoğu tesis yerleşim probleminin amacı malzeme taşıma maliyetlerini minimize etmektir. Malzeme taşıma maliyeti; makineler arası mesafe, malzeme akış miktarı ve birim malzeme akış maliyetinin çarpımıyla ifade edilmektedir.

Günümüzde mobilya endüstrisi giderek rekabetin arttığı bir pazar yapısına bürünmektedir. Her sektör tasarım ve ürün geliştirme yeteneği kadar rekabetçidir. Ürün tasarımları pazar gereksinimleri doğrultusunda mümkün olan en kısa sürede yapılmalıdır. Daha fazla rekabet ve değişen tüketici talepleri, üreticilerin ihtiyaç duyulan çok çeşitli ürün grupları ve stillerinin tatmin edilmesi için tesislerinin yeniden yapılandırılması ihtiyacını sıklıkla fark etmişlerdir [4].

Bu tez çalışmasında; fabrika düzenleme problemi, mobilya sektöründe siparişe dayalı imalat yapan bir fabrika için ele alınmıştır. Bu düzenlemedeki amaç; parçalar arasındaki benzerliklerden yararlanarak üretim sürecini daha etkin yönetmek, tezgâhlar arasında taşınan parçaların tesis içi gereksiz hareketlerini azaltmak, fabrikanın üretim kapasitesinden maksimum kazanç elde etmektir. İşletme için iyi bir yerleşimin sağladığı avantajlar kazanılmaya çalışılmıştır.

Tez kapsamında, yeni yerleşim alternatifleri geliştirmek amacıyla hücresel imalat sistemi ve sürece göre yerleşimin tasarlanmasında kullanılan bir teknik olan Blok Diyagramlama Sezgisel Yöntemi kullanılmıştır. Hücresel imalat uygulamasında ilk olarak fabrikada üretilen parçaların; kodları, işlem sıraları ve işlemlerin gerçekleştirildiği makineler gibi verilerin analizi yapılmıştır. Parçalar imalat sürecindeki benzerliklerine göre sıralanmış ve Derece Sırası Kümeleme (DSK) Tekniği uygulanarak daha iyi fabrika yerleşimi için çözüm aranmıştır. Hücre içi makine yerleşiminde ise ters yönde parça taşımalarını en aza indirmek için Hollier-1 yöntemi ve komşu olmayan bölümler arasındaki akışın minimizasyonunu sağlamak için ise sürece göre yerleşimin tasarlanmasında kullanılan bir teknik olan Blok Diyagramlama Sezgisel Yöntemi karşılaştırmalı olarak uygulanmıştır. Hücreler arası malzeme taşıma mesafesi ve maliyet ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Ele alınan tüm yöntemlerin ve uygulama sonunda elde edilen bulguların geniş bir değerlendirmesi çalışmanın sonuç kısmında sunulmuştur.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Grup teknolojisi yaklaşımı ilk kez Flanders'in [5], Jones & Lamson Machine Company şirketinde imalatı organize etme yollarından biri olarak tanımladığı yöntemi Amerikan Makine Mühendisleri Birliği'ne bir bildiri olarak sunması ile ortaya çıkmıştır.

Kerr [6], Üretim Mühendisleri Enstitüsü'ne genel bir imalat atölyesinin planlanması konusunda bir makale sunmuştur. Bu makale takım tezgâhları gruplarının kısımlandırılmasını tavsiye etmiştir. Aynı yıl Rusya'da Milli Mühendislik Konferansında "Teknolojik Proseslerin Standardizasyonu" üzerine sunulan bir makalede belirtilen esas fikir, teknolojik proseslerin tiplendirilmesinin, makine imal teknolojisini bir ilim kolu haline dönüştüreceği hususundadır.

İsveç'teki Scania-Vabis A/C firması elemanlarından Karling [7], Paris'te "Grup Üretimi ve Prodüktiviteye Etkisi" üzerine bir makale yayınlamıştır. Körling bu makale ile, adı geçen firmanın GT prensiplerine göre detaylı şekilde yeniden organizasyonunu teklif etmiştir. Grup üretim prensipleri, parti üretiminde çalışan makine atölyelerine hat üretiminin bir adaptasyonudur.

Mitrofanov [8] "Scientific Principles of Group Technology" isimli kitabıyla Grup Teknolojisi terimini literatüre dâhil etmiştir. Oradan Batı ve Doğu Avrupa'ya, Japonya'ya ve ABD'ye yayılmıştır. 1960'lı yılların sonlarında ve 1970'lerde üretim hücrelerinin uygulamaları belirgin bir şekilde ilgi odağı olmuş ve bu konuda yoğun akademik çalışmalar başlamıştır.

Mitrofanove [9] ve Burbidge [10] tarafından önerilen Grup Teknolojisi (GT) yaklaşımı, üretilecek parçaların üretim gereksinimleri arasındaki benzerliği kullanan felsefeyi öngörmüştür. GT birçok araştırmacı tarafından imalat tesisini küçük gruplara veya makinelerin hücrelerine bölmek olarak tanımlanmıştır [11, 12, 13]. Her hücre belirli bir parça tipine ayrılmıştır ve hücresel imalat olarak adlandırılmaktadır.

Grup teknolojisi, tasarım, imalat ve uygulamadaki benzerliklerden faydalanan benzer parçaları ve çalışma süreçlerini tanımlama, kullanma ve gruplamayı amaçlayan bir üretim felsefesi olarak tanımlanır. GT, daha etkin tasarım netliği, imalat standardizasyonu ve üretim rasyonalizasyonu yoluyla üretim verimliliğini arttırmayı amaçlamaktadır [14].

GT'nin temel kavramları, iyi mühendislik uygulaması ve bilimsel yönetimin bir parçası olarak yıllardır dünyada uygulanmıştır. Geleneksel olarak, çok çeşitli ürünlerin az miktarda üretildiği parti tipi üretimde, her bölüm tasarımdan imalata kadar tek olarak değerlendirilir. Bununla birlikte, GT'nin yardımı ile, benzer parçaların ya tasarım özelliklerine ya da işlem süreçlerine dayalı olarak parça ailelerine gruplandırılmasıyla bir seri üretim etkisi ve bununla sınırlı olmamak üzere; proses rotasında bir akış şeması modeli olasılığı, hazırlık süresinin ve maliyetin azaltılması, malzeme akışının basitleştirilmesi, tasarımın rasyonalizasyonu ve üretim süreçlerinin standardizasyonu gibi avantajlar beklenmektedir [14].

GT'nin en önemli aşaması parça ailesi ve makine hücreleri oluşturmaktır. Bunun için birçok kümelendirme yöntemi geliştirilmiştir. Bu yöntemlerden bazısı matris esaslı kümelendirme teknikleridir. King tarafından geliştirilen ROC (Rank Order Clustering-Derece Sıralama ve Kümeleme) algoritması bunlar arasında en tanınmışıdır [15].

Üretim sistemlerinde GT'nin önemli uygulamalardan biri olan Hücresel İmalat Sistemleri (HİS), işlevsel olarak birbirinden bağımsız farklı makineler olan bir kümede bulunan özel makine hücreleriyle, bazı benzerlikleri taşıyan parça ailelerinin koleksiyonunu içeren bir üretim sürecidir [16]. Bu tanımlama, parça ailelerine gruplandırılmış parçalar, makine hücrelerine biçimlendirilen makineler ve işleme için makine hücrelerine atanan parça aileleri ile HİS'in önemli bir yönünü gösterir.

Singh [17] hücresel imalatı, üretimde GT'nin bir uygulaması olarak görürken; Mahesh ve Srinivasan [18] ise benzer proses gereksinimlerine sahip parçaların parça aileleri olarak adlandırılan gruplara yerleştirildiği GT ilkelerinin başlıca uygulamalardan biri olarak bahsetmektedir.

Son yıllarda gelişen dünya ülkelerine ayak uydurmaya çalışan Türkiye'de de GT uygulamaları başlamıştır. Bunlardan bazıları aşağıda ele alınmaktadır.

Güven [19] çalışmasında, fabrika düzenlemesi gereğinin kendisini ne zaman hissettirdiği, çözüme nasıl yönelindiği, gelişme süzgeci, yapılan katkılar, fabrika düzenlenmesinin amaçlan, iyi yerleşimin sağladığı avantajların tespitini yapmıştır. Fabrika düzenlemeye etki eden öğeler, hücresel imalat ve grup teknolojisi ile günümüzde kullanılan fabrika düzenlemesine ilişkin bilgisayar destekli programlanmış algoritmaların tanıtılması yapılmıştır.

Eroğlu [20] çalışmasında, bilgisayar destekli olarak Gavett ve Plyter Algoritması 'nın çıktısına Wimmert Algoritması, Delphi programlama dili ile uygulanarak bir çözüm elde edilmiştir. Elde edilen düzenleme planı CRAFT Algoritması ile iyileştirilmeye çalışılmıştır.

Minsin [21] uygulamasını, mutfak sektöründe uluslararası pazarda faaliyet gösteren bir işletmede gerçekleştirilmiştir. Çalışmada; hücresel imalatın GERT tekniği (PERT/CPM ve akış grafiklerinin beraber yapıldığı bir şebeke diyagramı) ile planlamasının, uygulamada yapılabilirliği araştırılmıştır.

Güçlü [22] hücresel yerleşimi Türk Traktör fabrikasında uygulanmıştır. Fabrikanın mevcut yerleşiminde, fonksiyonel biçimde üretilen parçalar ele alınarak hücresel bir yerleşim planı elde edilmiştir.

Çoruh [23] araştırmasında, kadın ceket ve pantolonu üreten bir işletmede incelemelerde bulunmuştur. İşletmede üretilen klasik kadın ceket ve pantolon süreci gözlemlenmiş ve veriler toplanmıştır. Daha sonra, makine hücrelerini belirlemek için Benzerlik Katsayısı Yöntemi 'ne karar verilerek makine çiftleri arasındaki benzerlikler tespit edilmiş ve hücreler oluşturulmuştur.

Babalı [24] çalışmasında, mevcut imalat sistemlerini grup teknolojisi ve hücresel imalat ile tanıştırmak isteyen firmaların bu değişimden ne tür faydalar

sağlayacaklarını ve bu değişimin kendilerine yükleyeceği yükümlülükleri ortaya koymaktır.

Ciritcioğlu [25] çalışmasında, gürültü faktörlü ergonomik hücre tasarımı modeli önerilmiştir.

Erboy [26] ise çalışması kapsamında, siparişe dayalı üretim yapan bir firmada gelen farklı siparişlerdeki değişik özellikteki parçalar ele alınarak parça aileleri oluşturmuş ve genetik algoritma yöntemi ile çözmüştür. Algoritma Microsoft Visual Studio C# 2,0 dili ile programlanmıştır.

Turanoğlu [27] tezinde bir işletmenin malzeme akış maliyetini azaltacak yeni yerleşim alternatifleri geliştirilmiştir. Bunun için, WINQSB paket programı ve kareli atama problemi (KAP) formülasyonu kullanılmıştır.

Ağca [28] yedek parça imalatı yapan bir fabrikada uygulama gerçekleştirilmiştir. Fabrikanın mevcut üretim akışı incelenerek üretimde zaman kayıplarının tespit edilmesi amaçlanmış, en aza indirilmesi için fabrikadaki mevcut geleneksel makine yerleşimi yerine, hücresel imalat prensiplerine uygun olarak yeni bir yerleşim planı önerilmiştir.

Lanarolle ve Ratnayake [29]'nin araştırmalarında, giysi türüne ve operatörlerin beceri matrisine dayalı olarak dengelenmesi için bir algoritma önerilmiştir. Önerilen yeni düzen, iş paylaşımı ve ekip çalışması kavramlarını kolaylaştırmakla birlikte uygulandığında çarpıcı bir iyileşme sağlamıştır.

Liu ve arkadaşları [30]'nın çalışmasının amacı, makine ve işçilerin sabit ve işletim maliyetlerinin yanı sıra malzeme taşıma maliyetlerini en aza indirmektir. Önerilen problemi çözmek için ayrıntılı olarak tasarlanmış çözüm sunumu ve bakterilerin evrim operatörleri ile verimli bir ayrık bakteri foraging algoritması (DBFA) önerilmiştir. Algoritma orijinal bakteri avaging algoritması ve bir genetik algoritma ile karşılaştırılarak farklı boyut ve ayarlara sahip rastgele oluşturulmuş örneklerle test

edilmiştir. Önerilen DBFA'nın aynı çalışma süresine sahip iki algoritmadan daha iyi performans gösterdiği görülmüştür.

Kitazawa ve arkadaşları [31]'nın çalışmalarında, hücresel imalat sisteminde yöneticinin karar verme sürecini desteklemek için işçilerin konum verilerini kullanan gerçek zamanlı bir simülatör sunulmaktadır.

Pachayappan ve Panneerselvam [32]'ın çalışmasında yeni bir benzerlik katsayısı indeksi, atölyede makinelerle bileşen arasındaki yakınlığı saptamak için önerilmiştir. Önerilen benzerlik indeksi diğer benzerlik katsayılarına kıyasla sonuç kalitesini kanıtlamaktadır.

Ziai ve Sule [33]'nin araştırmalarında, fabrika düzeninin geliştirilmesi için bilgisayar tesis düzeni tasarımı COMLADII'yi kullanmıştır. COMLADII, etkili bir düzen oluşturmanın yanı sıra, bölümlerin sabitlenmesine, bölümlerin şeklinin değiştirilmesine ve genel düzenin uzunluk ve genişlik boyutlarının değiştirilmesine izin veren kullanışlı özelliklere sahiptir.

Drira ve Gaboy [34]'un araştırmalarında, tesis yerleşim probleminde imalat sistemi özellikleri, statik ve dinamik hususlar, sürekli/ayrık gösterim, problem formülasyonu ve çözünürlük yaklaşımı gibi kriterleri kullanarak mevcut çalışmaları ve literatürü analiz etmek için genel bir çerçeve sunmuştur.

Jiang ve Nee [35]'nin araştırmalarında, gerçek zamanlı tesis düzen planlaması için yeni bir fabrika sistemi sunmaktadır. Elle ve otomatik olmak üzere 2 tesis düzen planlama modülü desteklenmektedir. Bu sistemde planlama kriterlerini ve kısıtlamaları farklı tesis düzen planlaması görevlerinin spesifik ihtiyaçlarına göre tanımlamak ve özelleştirmek için bir kriter ve sınır belirleme mekanizması sağlanmış ve otomatik yerleşim planlaması için bir Analitik Hiyerarşi Süreci- Genetik Algoritma (AHP-GA) tabanlı optimizasyon şeması belirlenmiştir.

ElMaraghy ve Espinoze [36]'nin araştırmalarında, üretim alanlarındaki yapısal karmaşıklığın fiziksel anlamda değerlendirilmesi için yeni bir model ve endeksler sunulmuştur. Düzenin fiziksel yapısal özelliklerine dayanan altı karmaşıklık endeksi tanıtılmış ve formüle edilmiştir. Bunlar yerleşim yoğunluğu, yol, döngü, karar noktaları, fazlalık dağılımı ve büyüklük endeksleridir. Tüm indeksleri birleştiren genel bir düzen Kompleksitesi İndeksi (LCI), bireysel endekslerin çizim sırasına duyarsız radar çizimlerine dayanan yeni bir yöntem kullanılarak gösterilmiştir. Geliştirilen model ve karmaşıklık indeksleri tasarım sistemlerinin düzenlenmelerinde en az karmaşıklığın sağlanmasına yardımcı olmuştur.

Şahin ve Türkbey [37]'in araştırmalarında, Çok Amaçlı Tesis Yerleşim Probleminin (ÇATYP) çözümü için, tabu listesi ile desteklenmiş, Tavlama Benzetimi'ne (TB) dayalı yeni bir melez sezgisel algoritma önerilmektedir.

Yiğit ve Türkbey [38]'in araştırmalarında, Yöneylem Araştırması Kütüphanesinde bulunan ve karşılaştırma için çok iyi bilinen Sınırsız Kapasiteli Tesis Yerleşim Problemleri (SKTYP) Tepe-Tırmanma ve Tavlama Benzetimi (TB) metotlarıyla incelenmiştir.

Tanrıtanır ve arkadaşları [39]'nın çalışmalarında, bir KOBİ üretim tesisinin düzenini ve departman organizasyonunu aynı anda yeniden tasarlamak için entegre simülasyon tabanlı bir metodoloji geliştirilmiştir. Örnek vaka çalışması olarak bir ahşap sandalye üretim tesisi kullanılmıştır.

Kanduc ve Rodic [40]'in araştırmalarında, bir mobilya fabrikasında üretim sistemlerinin mevcut durumu, üretim süreçlerini yansıtan ayrı bir olay simülasyonu (DES) modeli oluşturularak analiz edilmiştir.

Şahin ve Türkbey [41]'in çalışmalarında tesis düzeni problemi için bir tabu listesi ile takviye edilmiş benzetimli tavlama (SA) yaklaşımına dayanan yeni bir melez sezgisel algoritması (TABUSA) sunmuştur. Bu algoritmanın etkinliği, literatürde bilinen veri kümesindeki problemlerin çözülmesi ile analiz edilmiştir.

3. FABRİKA DÜZENLEME

3.1. Yerleştirme Düzeninin Önemi

Üretim verimliliği; üretim araçlarının, yardımcı tesislerin veya iş istasyonlarının ve taşıma, depolama, kalite kontrolü gibi üretimle ilgili faaliyetlerin fiziksel konumları açısından bir bütün olarak koordinasyonunun ne kadar iyi olduğuna bağlıdır. Sadece düzgün bir şekilde yerleştirilmiş olan fabrika, hammadde aşamasından son ürün aşamasına kadar malzemenin düzgün ve hızlı hareket etmesini sağlayabilir. Fabrika yerleşimi, mevcut düzende iyileştirmenin yanı sıra yeni düzeni de kapsar. İdeal bir fabrika düzeni çıktı ve üretim süreci arasında en iyi ilişkiyi sağlamalıdır. Etkili bir fabrika düzeni, mevcut zemin alanının etkin kullanımı, maliyeti en aza indirme, çalışma esnekliği sağlama, çalışanlara kolaylık sağlama, üretkenliği arttırma gibi çeşitli hedeflere ulaşmayı amaçlar [42, 44].

Fabrika düzeni, makine, teçhizat, mobilya gibi fiziksel tesislerin fabrika binasında en düşük maliyetle en hızlı akışı sağlayacak şekilde düzenlenmesidir. Fabrika yerleşimi, uzun vadeli taahhüdü temsil ettiği için önemli bir karardır. Etkili bir fabrika yerleşimi, aşağıdaki hedeflere ulaşmayı hedefler [43, 44]:

- Mevcut yer alanının doğru ve verimli kullanımı,
- İşin herhangi bir gecikme olmaksızın bir noktadan başka bir noktaya ilerlediğinden emin olmak,
- Yeterli üretim kapasitesini sağlamak,
- Malzeme taşıma maliyetini azaltmak,
- İşgücünü verimli kullanmak,
- Çalışan moralini arttırmak,
- Kazaları azaltmak,
- Hacim ve ürün esnekliği sağlamak,
- Denetim ve kontrol kolaylığı sağlamak,
- Çalışanların emniyet ve sağlığını sağlamak,
- Bakımın kolay olmasına izin vermek,

- Etkin makine veya ekipman kullanımına izin vermek,
- Üretkenliği arttırmak.

3.2. Tesis Düzenleme İhtiyacı

Çoğu durumda tesis düzenleme problemi doğar. Benzer işlemlere sahip iki fabrika aynı düzene sahip olmayabilir. Bu; fabrikanın büyüklüğü, sürecin niteliği ve yönetim şekline bağlı olabilir. Herhangi bir problem ortaya çıktığı zaman fabrika düzenleme gerekliliği hissedilebilir. Tesis düzenlemesini gerektiren nedenler [45]:

- Üründe tasarım değişiklikleri,
- İşletmenin genişlemesi,
- Bölümlerin boyutlarında değişiklikler,
- Mevcut hatta yeni ürün eklenmesi,
- Yeni bir tesis kurulması,
- İş kazalarının artması,
- Kötü çalışma ortamı,
- Pazar yeri ve yoğunluğundaki değişiklik,
- Maliyetleri düşürme çabası.

3.3. Yerleştirme Düzenini Etkileyen Faktörler

Bina ve tesislerin mevcut yerleştirme düzeninin incelenmesinde veya yenisinin tasarımında aşağıdaki faktörler önemli rol oynamaktadır [44]:

Fabrika binası: Binanın yapısı ve büyüklüğü, yerleşim için kullanılabilecek zemin alanını belirler. Özel istekler tasarlanırken bu faktör göz önüne alınmalıdır.

Ürünün yapısı: Ürün düzeni tek biçimli ürünler için uygundur; buna karşın işlem düzeni siparişe dayanan ürünler için daha uygundur.

Üretim süreci: Talebin çok ürün çeşitliliğinin az olduğu endüstrilerde, ürüne göre yerleşim daha iyidir. Öte yandan, talebin az ürün çeşitliliğinin fazla olduğu durumda sürece göre yerleşim arzu edilir.

Makine tipi: Genel amaçlı makineler, genel olarak işlem sırasına göre düzenlenirken, özel amaçlı makineler ürüne göre yerleştirilir.

Tamir ve bakım: Makineler, makinelerin onarımı için gerekli olan insanların ve ekipmanların kolaylıkla taşınması için aralarında yeterli boşluk bulunacak biçimde düzenlenmiş olmalıdır.

Fabrika ortamı: Isı, ışık, gürültü, havalandırma ve diğer gereklilikler göz önünde bulundurulmalıdır. Örneğin; boya atölyeleri ve kaplama bölümü, tehlikeli dumanların havalandırma vasıtasıyla giderilmesi için başka bir salonda bulunmalıdır. Yeterli güvenlik düzenlemesi yapılmalıdır.

Kısaca düzen, işçilerin sağlığı ve güvenliği için elverişli olmalıdır. Çalışanların ve malzemelerin serbestçe ve verimli bir şekilde akmasını sağlamalıdır. Fabrika düzenini planlarken gelecekteki genişleme ve çeşitlendirme de düşünülebilir.

3.4. Fabrika Yerleşim Düzeni Tipleri

Tesis düzeni, daha önce seçilen alanın içindeki tesisin çeşitli olanaklarının (ekipman, malzeme, işgücü vb.) ve hizmetlerin düzenlenmesi anlamına gelir. Fabrika yerleşimi, fabrika binasının tasarımı ile başlar ve bir çalışma masasının konumuna ve hareketine kadar gider. Ekipman, hammadde, makine, aletler, vadeli müşteriler, işçiler gibi tüm imkânlar göz önünde bulundurulmalıdır. Ekipman için yer belirlenirken, bunları işletmek zorunda olan denetçiler ve işçilere danışılmalıdır [46].

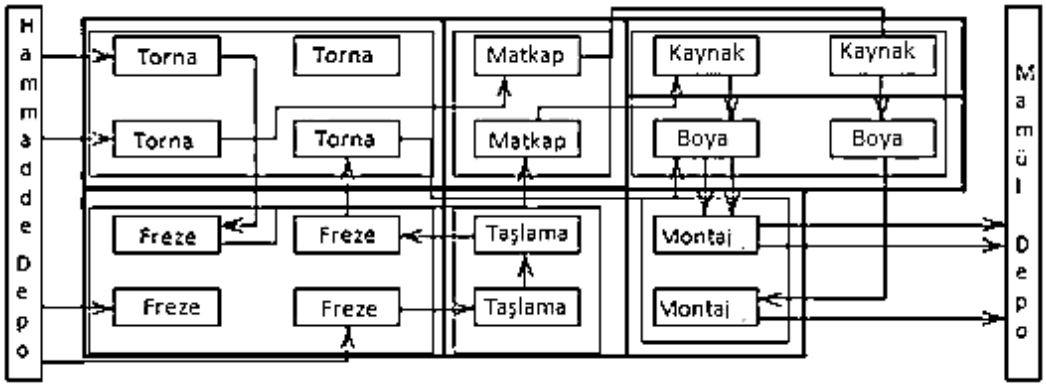
Fabrika düzenlemesi üretim sistemine göre işletmenin mevcut talep, kapasite, iş gücü, makine ve sermaye durumuna bağlı olarak uzun dönemli planlamaya göre yapılmaktadır. Sanayinin türünü ve üretim hacmini göz önünde bulundurarak

seçilecek düzenin şekli belirlenmelidir. Başlıca fabrika yerleşim düzeni tipleri şunlardır [47]:

- Sürece Göre Yerleşim Düzeni,
- Ürüne Göre Yerleşim Düzeni,
- Karma Yerleşim Düzeni,
- Sabit Konumlu Ürüne Göre Yerleşim Düzeni,
- Grup Üretimine Göre Yerleşim Düzeni (Hücresel Yerleşim).

3.4.1. Sürece Göre Yerleşim Düzeni

Aynı zamanda fonksiyonel düzen olarak da bilinir ve benzer makineler veya benzer işlemler bir bölüm altında toplanır. Bir başka deyişle, tüm torna tezgâhları tek bir yerde, tüm freze tezgâhları, diğer tezgâhlar vb. bir bölümde olacak şekilde makineler işlevlerine göre düzenlenmiştir. Çok çeşitli ürünler az miktarlarda üretiliyorsa, ürün standart değilse, siparişe göre üretiliyorsa bu düzenleme uygundur. Esnekliği yükseltir. Ürün farklılaştırma stratejisine uygundur. Bu tür düzen genelde iş emri üretimi ve tekrarlamayan bakım veya imalat faaliyetleri yapan endüstriler için kullanılır [48]. Şekil 3.1'de sürece göre yerleşim düzeni gösterilmektedir.



Şekil 3.1. Sürece göre yerleşim düzeni [49]

Yararları [48]:

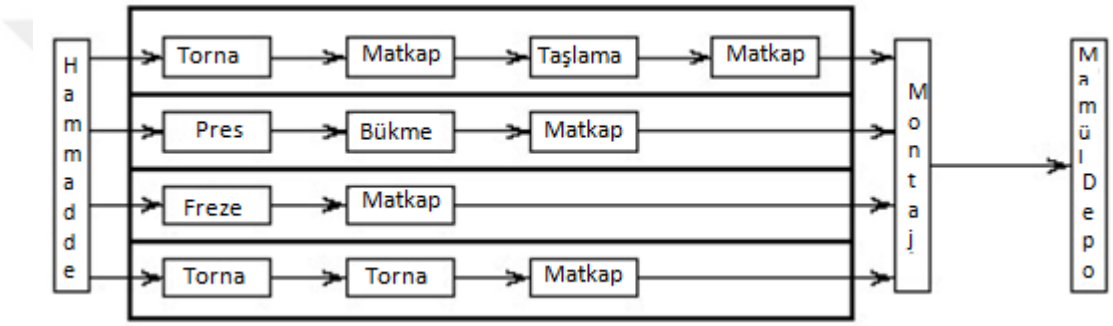
- Ekipmanın ve işçilerin işe tahsis edilmesinde geniş esneklik mevcuttur,
- Mevcut ekipmanın daha verimli bir şekilde kullanılmasını sağlar,
- Genel amaçlı tezgahlar kullanılabilir,
- Tezgâhlardan birinin bozulması halinde, işin başka bir tezgâha aktarılması ile üretimin aksaması önlenebilir. Ayrıca makinelerin tamiri daha kolaydır,
- Nispeten daha az sayıda makineye ihtiyaç duyulmaktadır, dolayısıyla azaltılmış sermaye yatırımları da söz konusudur,
- Daha iyi ürün kalitesi söz konusudur, çünkü denetçiler ve işçiler bir takım makine ve operasyonlarda yer alırlar,
- Farklı iş emirleri olarak gelen iş çeşitleri, işi işçiler için daha ilginç kılmaktadır,
- Bir bölümdeki işçiler, başka bir bölümde yapılan işlemlerin niteliğinden etkilenmez. Örneğin, bir torna tezgâhı işletmesi, iki bölüm tamamen ayrı olduğu için kaynağın ışınlarından etkilenmez.

Sakıncaları [48]:

- Aynı miktarda üretim için, işlem düzeninin daha fazla alana ihtiyacı vardır,
- Otomatik malzeme taşınması son derece zordur,
- Daha ileri operasyonlar için işlem sırasında daha fazla ara ürün kuyrukta kalır,
- Yarı mamul stoğu fazladır,
- Aynı ürünün tamamlanması daha fazla zaman alır,
- Hammadde, işlenmiş mallar için daha büyük mesafelere taşınmalıdır. Bu, malzeme taşıma ve buna bağlı maliyetleri artırır,
- Daha fazla teftişe ve etkin koordinasyona ihtiyaç duyar, üretim kontrolü zordur,
- Makineler farklı işler işleyeceğinden hazırlık zamanları uzundur,
- Uzmanlaşmış bölümlerdeki işlerin çok değişik olmasından dolayı yüksek işçi kalifikasyonuna gerek vardır. Nitelikli eleman kullanımı gereklidir.

3.4.2. Ürüne Göre Yerleşim Düzeni

Hat tipi yerleşim olarak da bilinir. Bu, yarı-mamul üzerindeki çeşitli işlemlerin bir dizi halinde gerçekleştirildiği ve makinelerin ürün akış hattı boyunca yerleştirildiği, yani makinelerin hammaddenin üzerinde çalıştırılacağı sırada düzenlendiği anlamına gelir. Bu tür bir düzen, sürekli üretim için, diğer bir deyişle, bitmiş ürün aşamasına doğru süregelen bir iş akışı içerecek şekilde tercih edilir. Az çeşitte ürünler büyük miktarlarda üretilecekse, ürüne göre düzenleme verimi artırır. Sürekli üretim için uygundur [48]. Şekil 3.2'de ürüne göre yerleşim düzeni gösterilmektedir.



Şekil 3.2. Ürüne göre yerleşim düzeni [49]

Yararları [48]:

- Aynı üretim hacmi için daha az yer gereksinimi,
- Otomatik malzeme taşıma, daha az malzeme taşıma hareketleri, zamanlar ve maliyetler,
- İşlem sırasında daha az stok,
- Ürünü daha kısa sürede tamamlama,
- Daha iyi koordinasyon ve basit üretim planlama ve kontrolü,
- Düzgün ve devamlı iş akışı,
- Daha az vasıflı işçi,
- İşçi ve ekipmanın yüksek kullanım oranı.

Sakıncaları [48]:

- Ürüne göre yerleşim belirlediğinden, üründeki bir değişiklik, düzende büyük değişiklikler gerektirir ve bu nedenle yerleşim esnekliği önemli ölçüde azdır,
- Çalışma hızı, en yavaş makinenin çıktı hızına bağlıdır. Bu, üretim hattı yeterince dengelenmiyorsa, diğer makineler için yüksek boşta kalma süresini doğurur,
- Hat boyunca yerleştirilen makineler, hattaki bir makine başarısız olursa komple üretim hattının durmasına neden olabileceğinden, bekleme durumuna göre birkaç tane tutmak için her türden daha fazla makine satın alınmalıdır. Bu ise daha yüksek sermaye yatırımlarıyla sonuçlanır,
- İşlem düzenine kıyasla daha az denetime ihtiyaç olmasına rağmen, denetleme sırasında birçoğundan (iki adet veya daha fazla üretim hattında) kaynak bakmak zorunda kalması bazen denetimi zorlaştırır,
- Üretim hatlarının kapasitesinin ötesinde üretim artırmak zordur,
- Ürünlere sürekli ve düzgün bir talebin olması gerekir. Talep yokluğu nedeniyle üretimin durması önemli kayıplara neden olur,
- Makine ve teçhizat özel amaçlı olduğundan yatırım maliyetleri ve bakım-onarım giderleri fazladır.
- İşçiler monoton işler yapmak zorundadır.

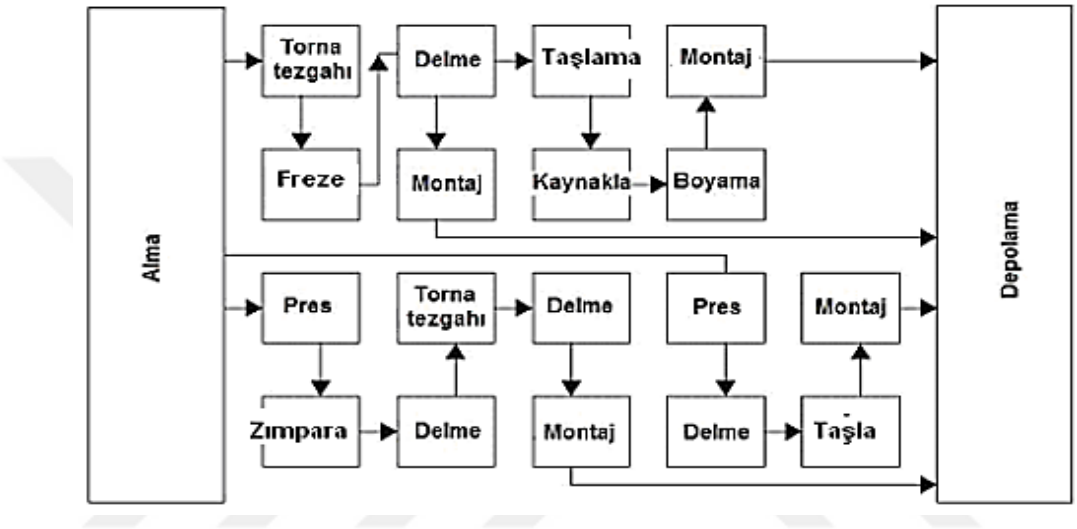
3.4.3. Karma (Hibrit) Yerleşim Düzeni

Ürüne ve sürece göre yerleşimin bir kombinasyonu olup her iki tür düzenin avantajlarını birleştirir. Günümüzde saf ürün veya süreç düzenleri nadirdir. Makineler bir işlem düzeninde düzenlenir, daha sonra çeşitli gruplar ve boyutlardaki ürünler üretmek için proses gruplaması (bir grup benzer makine) sırayla düzenlenir. Dikkat edilmesi gereken nokta, ürünlerin boyut ve türe göre değişmesine bakılmaksızın, işlem dizisi aynı veya benzer kalır [48].

Karma yerleşim düzeninden aynı işlem sırası kapsamında birkaç ürün üretildiğinde de yararlıdır. Ancak ürünlerin hiçbiri toplu olarak üretilemez ve böylelikle hiçbir öğe

bağımsız bir üretim hattı için ayarlanamaz. Örneğin, testereler, dairesel metal testereler, odun testereleri vb. karma bir yerleşim düzeninde üretilebilir.

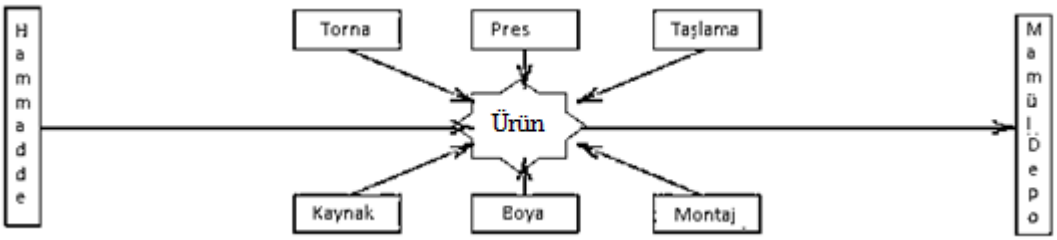
Esneklik çok önemli bir faktördür. Bu yüzden düzen, fazla yatırım yapılmaksızın sanayinin ihtiyaçlarına göre şekillendirilebilecek türde olmalıdır. Her tür düzenin iyi özellikleri birleştirilerek, daha ekonomik ve esnek olacak bir uzlaşmacı çözüm elde edilebilir. Şekil 3.3'de karma yerleşim düzeni gösterilmektedir.



Şekil 3.3. Karma yerleşim düzeni [50]

3.4.4. Sabit Konumlu Ürüne Göre Yerleşim Düzeni

Sabit konumlu ürüne göre düzen, gemi yapımı, hava taşıtı imalatı ve büyük basınçlı kap üretimi gibi genellikle çok büyük boyutlu ürün üretiminde uygundur. Daha önce bahsedilen diğer yerleşim tiplerinde ürün, sabit üretim ekipmanını harekete geçirirken, bu durumda bunun tersi geçerlidir; mamul ağırlık, biçim, şekil vb. özelliklerinden dolayı taşınamadığı için işçiler ve teçhizat malzemeye taşınır ,ürün malzemenin bulunduğu yerde tamamlanır. Ürünün sabit konumuna göre düzen, tek başına veya çok küçük partiler halinde yapılan büyük ürünlerle sınırlıdır [51]. Şekil 3.4'de sabit konumlu ürüne göre yerleşim düzeni gösterilmektedir.



Şekil 3.4. Sabit konumlu ürüne göre yerleşim düzeni [49]

Yararları [51]:

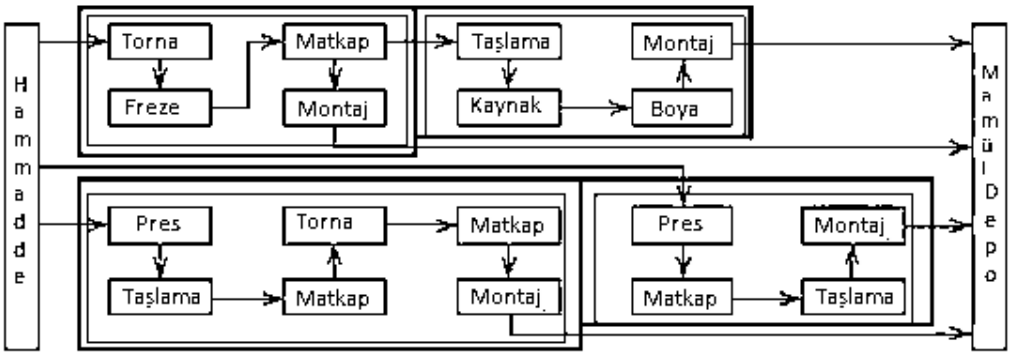
- Çalışmanın sürekliliğini sağlamak için bir projeye baştan sona bir veya daha fazla vasıflı işçi atamak mümkündür,
- Malzemelerin en az hareket etmesini gerektirir,
- Ürün ve sürecin her türlü değişikliği için maksimum esneklik vardır,
- Aynı düzenle oldukça farklı projelerden sonuç alınabilir,
- Sermaye yatırımı düşüktür,
- Üretim merkezleri birbirinden bağımsızdır. Dolayısıyla etkili planlama ve yükleme yapılabilir. Böylece toplam üretim maliyeti azaltılacaktır.

Sakıncaları [51]:

- İşgücü ve teçhizatın kullanımı azdır,
- Yüksek ekipman taşıma maliyetleri içerir,
- Oldukça yetenekli iş gücü gerektirir,
- Makine teçhizatlarının üretim merkezine taşınması zaman alıcı olabilir.

3.4.5. Hücresel Yerleşim Düzeni

Hücresel imalata göre yerleşim şeklinde, işletmenin sahip olduğu parça ailelerine göre her bir ürün bir hücrede üretilecek şekilde tezgâhlar yerleştirilir. Bu yerleşim sayesinde hücre merkezinde yer alan işçiler, birden fazla tezgâhla ilgilenebilmektedir [52]. Şekil 3.5'de hücresel yerleşim düzeni gösterilmektedir.



Şekil 3.5. Hücresel yerleşim düzeni [49]

Yararları [53]:

- Makine hücresi içindeki mesafeler fabrikanın tamamına göre çok kısa olduğundan malzeme taşıma maliyeti azalır,
- Üretim planlama ve kontrolü basitleşir,
- Kurulum ve hazırlık süreleri azalır ve böylece imalat tamamlanma süresi azalır,
- Süreç içi stoklar azalır,
- Fabrika kullanım alanı azalır,
- Daha fazla esneklik vardır,
- İş akışında düzelme ve kalite artışı mümkündür.

Sakıncaları [53]:

- Bazı üretim araçlarından birden fazla sayıda bulundurulması gerekebilir. Bu da daha fazla sabit yatırım gerektirebilir,
- Tezgâh kapasite kullanım oranının düşmesine neden olabilir,
- Gerekli makinelerin yeniden düzenlenmesinde büyük maliyetler ortaya çıkabilir,
- Hücresel yerleşim, insanların çalışma şekillerinin değişmesini gerektirir, bu nedenle çalışanların direnciyle karşılaşılabilir.

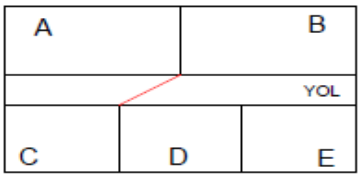
3.5. Makine Yerleşim Planının Oluşturulması

Tesis düzeni tasarım süreci; üretim miktarlarına, ürün ve süreç çözümlemelerine, alan belirlemelerine dayalı olarak sistem yaklaşımıyla işyeri/fabrika bütününden bölüm özeline giden, geniş bir amaçlar yelpazesini gözeten, analitik ve grafiksel yaklaşımları bütünleştiren bir anlayışa sahiptir. Malzeme, insan ve makineler arasındaki dengenin sağlanabilmesi amacıyla yapılan tesis içi yerleşim düzenlemesi, üretim tesisinin üretimi en iyi nasıl gerçekleştireceğini tayin etmektir [54].

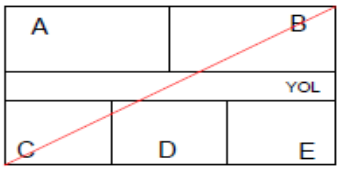
3.5.1. Makineler Arasındaki Uzaklıkların Belirlenmesi

Makineler arası uzaklıkların belirlenmesinde kullanılan yöntemler şunlardır [54]:

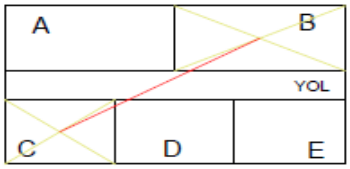
i. Makinelerin birbirine en yakın noktalarına göre (iyimser) uzaklık şekil 3.6’ da gösterilmektedir,
ii. Makinelerin birbirlerine en uzak noktalarına göre (kötümser) uzaklık şekil 3.7’ de gösterilmektedir,
iii. Alan ağırlık merkezlerine göre uzaklık şekil 3.8’ de gösterilmektedir,
iv. Malzeme alma/bırakma (a/b) noktalarına göre uzaklık şekil 3.9’ da gösterilmektedir. Tüm gösterimler B ve C makineleri için yapılmıştır.



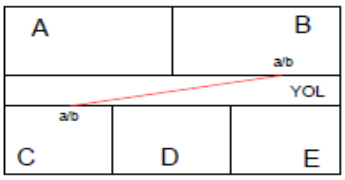
Şekil 3.6. En yakın noktalar arası (iyimser) [54]



Şekil 3.7. En uzak noktalar arası (kötümser) [54]



Şekil 3.8. Alan ağırlık merkezleri arası (ortalama) [54]

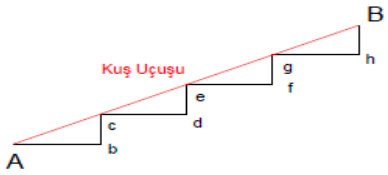


Şekil 3.9. Alma/Bırakma noktaları arası [54]

3.5.2. Makineler Arasındaki Uzaklıkların Ölçüm Şekilleri

i. Kuşuçuşu(KU) / Öklid / Düz (Euclidean)

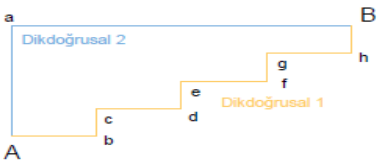
İki noktayı birleştiren en kısa yol, bir doğru parçasıdır. İki nokta arasında engel olmayan durumlar, arazi haritaları üzerindeki yer seçimi problemleri için uygundur [54]. Şekil 3.10' da kuş uçuşu ölçüm gösterilmektedir.



Şekil 3.10. Kuşuçuşu (KU) / Öklid / Düz ölçüm [54]

ii. Dikdoğrusal(DD)/ Zigzaglı/ Manhattan / Şehir içi (Rectilinear)

Şehir içi veya atölye içi yollar gibi birbirini dik olarak kesen yol şebekelerinin kullanılmasını gerektiren durumlarda kullanılır. AaB=AbcdefghB=vb. [54] Şekil 3.11' de dikdoğrusal ölçüm gösterilmektedir.



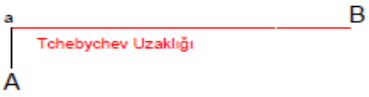
Şekil 3.11. Dikdoğrusal / Zigzaglı/ Manhattan ölçüm [54]

iii. Kuşuçuşunun karesi (KUK) (Squared Euclidean)

Yorulma, güç kaybı gibi, maliyetlerin uzaklığın karesi ile doğru orantılı olarak arttığı varsayılan durumlarda kullanılır. Kuşuçuşu uzaklığın karesi alınır. (Maliyet ∞ uzaklık^2) [54]

iv. Tchebychev Uzaklığı

Bazı durumlarda boyutlardan biri diğerlerinden çok daha önemlidir. Aa<<aB olsa, A ve B arasındaki uzaklığı aB belirler. Örneğin köprülü vinçlerde; köprü, şaryo, kanca hızları farklı ise taşıma süresini, en uzun yol hangi doğrultuda alınıyorsa o belirler. Şekil 3.12' de tchebychev ölçüm gösterilmektedir.



Şekil 3.12. Tchebychev ölçüm [54]

4. ÇALIŞMADA KULLANILAN YÖNTEMLER

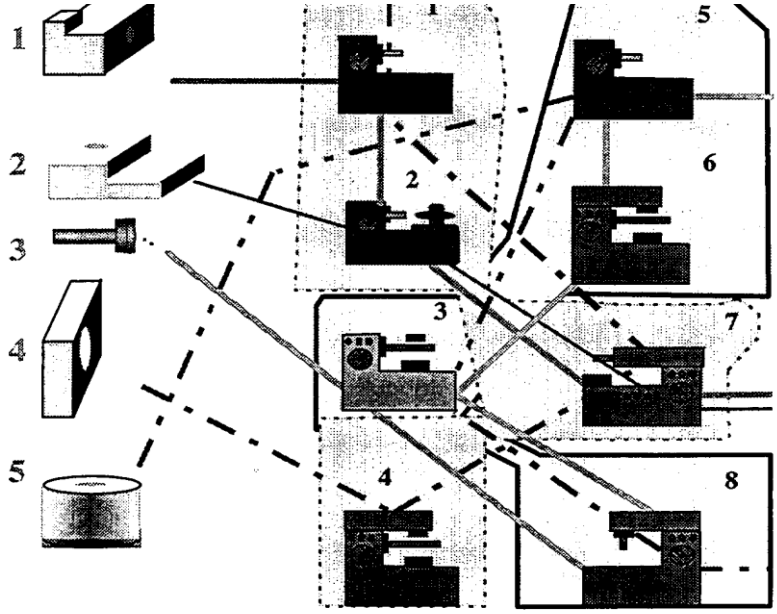
Tesis yerleşimi probleminin çözümü için literatürde çeşitli yöntem ve yaklaşımlar geliştirilmiştir. Türkbey [77] ve Chen [78] çalışmalarında tesis yerleşimi problemi ile ilgili ayrıntılı literatür bilgisi vermektedir. Bu çalışmada ise tesis yerleşimi için kullanılan yöntemler arasında hücresel yerleşim yaklaşımı olan Grup Teknolojisi (GT)'ni temel alan Derece Sırası Kümeleme (DSK), geliştirilen modelin ilk aşamasında kullanılmıştır. Ayrıca Hollier-1 ve Blok Diyagramlama yöntemlerinden yararlanılmıştır. Bu bölümde sırasıyla çalışmada kullanılan yöntemler açıklanmıştır.

GT, işyeri yöntemlerinin esnekliğini koruyarak kitle tipi üretimin, seri imalatın ekonomik avantajlarını kazanmasını sağlayan bir tekniktir [55]. GT, üretim sistemlerindeki iş verimliliğini artırmak ve işyeri üretim esnekliğini korumak için bir üretim felsefesidir. GT temel fikri; parçaları, makineleri ve bilgileri içeren bir imalat sistemini bazı gruplara veya alt sistemlere bölmektir. Grup teknolojisinin imalata girişi, akış süresinin, iş başında çalışma ve hazırlık süresinin azaltılması gibi birçok avantaja sahiptir. Grup teknolojisinin en önemli uygulamalardan biri hücresel imalat sistemleridir. Bir hücresel imalat sistemi, bağımsız bir grup makine hücresi ve parça ailesine bölünmüş bir üretim sistemidir; böylece her bir parça ailesi bir grup makine içinde üretilebilir [56]. Wemmerlov and Hyer [57] bu durumu şöyle açıklamışlardır:

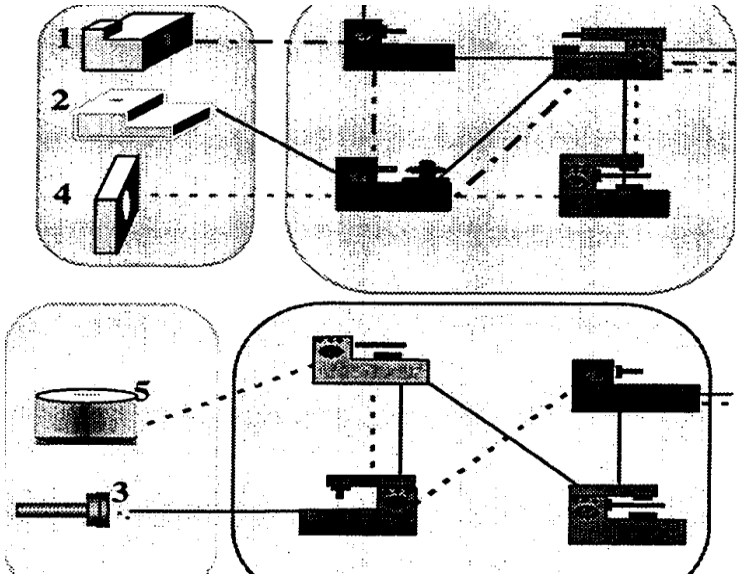
"Bir üretim hücresi, benzer parçalar topluluğuna ayrılmış benzer olmayan makinelerin veya üretim işlemlerinin bir koleksiyonudur. Bir üretim sisteminde bu tür hücrelerden bir veya daha fazla olduğu zaman hücresel imalatın uygun olduğu söylenir."

Şekil 4.1. (a), hücresel bir imalat sistemi olarak yeniden tasarlanabilen fonksiyonel bir işyerinin bir örneğini göstermektedir. Şekil 4.1. (b), gösterilen imalat işlemi için hücresel bir üretim sistemini göstermektedir. Bu şekillerdeki çizgiler, beş ürünün her biri için proses akışlarını ifade etmektedir. Şekil 4.1.(b)'de görüldüğü gibi, makineler

arasında parçaların kat ettiği mesafe önemli ölçüde azaltılmıştır. Bu yeni yerleşim sistemin ne kadar iyi tasarlandığına bağlı olarak birçok avantaj sağlayabilir.



(a)



(b)

Şekil 4.1. (a) İşlevsel bir atölyede imalat sistemi, (b) a'da gösterilen imalat işlemi için hücresel bir üretim sistemi [58]

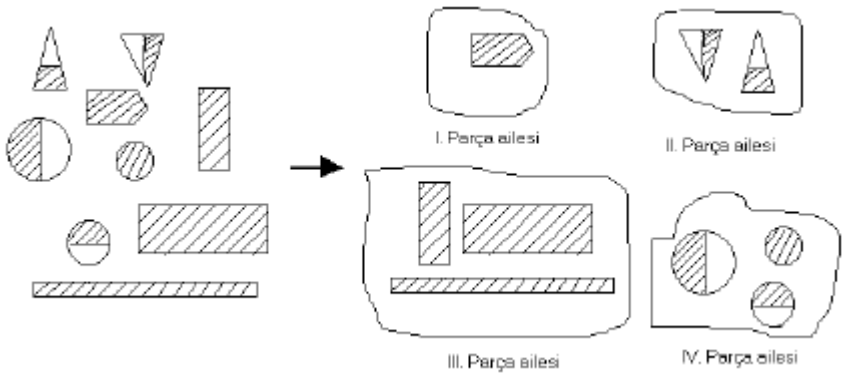
4.1. Hücre Oluşturma Yöntemleri

Literatürde çeşitli hücre oluşturma yöntemlerine rastlanmaktadır. Bu yöntemler:

- Görsel Yöntem,
- Sınıflandırma ve Kodlama,
- Üretim Akış Analizi (PFA).

olmak üzere üç ana grupta toplanabilir [59].

Görsel sınıflandırma yönteminde parçalar, fiziksel karakteristiklerine (geometri, malzeme vb.) görsel olarak bakılarak kabaca parça ailelerine atanırlar. Şekil 4.2' de, 10 parça geometrik şekillerindeki benzerliklerine göre 4 parça ailesinde toplanmıştır. Yöntemin başarısı, gruplamayı yapan kişinin teknik bilgi ve tecrübesine bağlıdır. Söz konusu yöntem hızlı, basit ve ucuz olmasına karşılık, hataya açık özellikle de çok sayıda parçanın söz konusu olduğu durumlarda etkisi azalan bir yöntemdir. Küçük atölye üretimlerinde çeşidi az olan parçalar söz konusu olduğunda kullanılabilir. Büyük ölçekli fabrikalara uygulandığında beklenen faydayı sağlamaz [53].



Şekil 4.2. Parça aileleri [60]

Sınıflandırma ve kodlama yöntemi ise her parçaya, geometrik şekil ve karmaşıklığı, boyutu, malzeme tipi ve hammaddelerin biçimleri gibi özelliklerine göre tasarım kodları, imalat kodları ve bu ikisinin bileşiminden oluşan kodlar verilmektedir. Yönteme göre, kodları birbirine yakın olan parçalar aynı ailede birleştirilir ve bir

veya daha fazla aileyi işleyebilecek makine hücreleri oluşturulur. Brish, Code, Cutplan, Dclass, Multiclass, Opitz kodlama sistemlerinden bazılarıdır [61].

Üretim akış analizi (production flow analysis, (PFA)) ise parçaların hangi makinelerde işlendiği bilgisini kullanır. Makine grupları için parça yönlendirmeleri bilinmelidir. Bölüm, bu yönlendirme bilgisini sağlamak için parça işlemlerini belirli makinelere kümelemek için bir yöntem sunmaktadır [62].

Temel fikir şudur:

- Aynı işlemlerle / aynı ekipmanla yapılmış parçalar tanımlanır.
- Bu parçalar bir parça ailesinin içine dahil edilir.
- Malzeme taşıma gereksinimlerini en aza indirgemek için hücreye gruplanır.

Kümeleme yöntemleri aşağıdakiler olarak sınıflandırılabilir [62]:

- *Parça ailesinin gruplandırılması:* Parça aileleri oluşturmak ve daha sonra makine gruplarını hücrelere yerleştirmek
- *Makine gruplama:* Parçanın yönlendirilmesindeki benzerliklere dayanan makine hücreleri oluşturmak ve daha sonra parçaların hücrelere tahsis edilmesi
- *Makine ve parçaların gruplanması:* Parça aileleri ve makine hücrelerini aynı anda oluşturmaktır.

En tipik yöntem makine ve parçaların gruplanması yöntemidir. Tipik olarak, parçaların hangi makine türünü gerektirdiğini gösteren bir matristen başlar. Amaç, bir çeşit blok diyagonal yapının elde edileceği şekilde parça çeşitlerini ve makineleri sıralamaktır. Ancak soru, bu sıralama nasıl yapılacağıdır. Çeşitli sezgisel ve kesin yöntemler geliştirilmiştir. En basit olan, *derece sırası kümelemesi veya King'in algoritması* olarak da bilinen ikili sıralamadır [62].

i. Derece Sırası Kümeleme-DSK (*Rank Order Clustering-ROC)* Tekniği

Makine hücrelerinin oluşturulmasında kullanılan nicel yaklaşımlardan biri olan Derece Sırası Kümeleme-DSK (*Rank Order Clustering-ROC)* tekniği King [15] tarafından ortaya konmuştur. Üretim akış algoritması olarak bilinen DSK tekniği belirli makinelere parça numaraları yerleştirmek amacıyla hücreler oluşturmak için kullanılır. İmalatta atanmış makineler aracılığıyla belirli bir parça numarası akışı oluşturmak için onları yönlendirmek önemlidir. Bu aynı zamanda üretkenliği artırır ve hattaki çapraz akışı ortadan kaldırır [63].

Makine-parça grup analizi teknikleri olarak da bilinen dizi tabanlı kümelendirme teknikleri, makine ve parça gruplarının eş zamanlı oluşmasını sağlamak üzere geliştirilmiştir [64]. Çalışmada dizi tabanlı kümelendirme teknikleri arasından diğer alternatiflere göre bilgisayar desteği ile uygulandığı takdirde oldukça hızlı, kullanımı kolay ve başarılı bir teknik olan Derece Sırası Kümeleme Tekniği tercih edilmiştir. DSK tekniğinin uygulama adımları aşağıdaki gibidir [65]:

Adım 1: Parça-makine matrisinin her j sütununa ikili ağırlık $BW_j = 2^{m-j}$ atayın. Burada m toplam sütun sayısıdır.

Adım 2: Aşağıdaki formülü kullanarak her i satırın ikili değerinin ondalık eşdeğeri DE_i'yi belirleyin. Burada a_{ij} matris içerisindeki değerleri ifade eder.

$$DE_i = \sum_{j=1}^{m} 2^{m-j} a_{ij} \tag{1}$$

Adım 3: Satırları DE_i değerlerinin azalan sırasına göre sıralayın. Sıraları bu sıralamaya göre yeniden düzenleyin. Herhangi bir yeniden düzenleme gerekmiyorsa, durun; aksi halde 4. adıma gidin.

Adım 4: Matrisin her bir yeniden düzenlenmiş satırı için $BW_i = 2^{n-i}$ ikili ağırlık atayın. Burada n toplam satır sayısıdır.

Adım 5: Formülasyon (2)'yi kullanarak her bir *j* sütunun ikili değerinin ondalık eşdeğerliğini belirleyin.

$$DE_j = \sum_{i=1}^{m} 2^{n-i} a_{ij} \tag{2}$$

Adım 6: Sütunları, DE_j değerlerinin azalan sırasına göre sıralayın**.** Sütunları bu sıralamaya göre yeniden düzenleyin. Herhangi bir yeniden düzenleme gerekmiyorsa, durun; aksi takdirde 1. adıma geçin.

Örnek:

Küçük bir işletmede p1, p2, p3, p4, p5 ve p6 parçaları 7 adet makinede (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7) işlenerek ürün haline getirilmektedir. İşletmede *p1* parçası 1,4 ve 6 numaralı makinelerde; *p2* parçası 2,3 ve 5 numaralı makinelerde; *p3* parçası 4 ve 6 numaralı makinelerde; *p4* parçası 2 ve 3 numaralı makinelerde; *p5* parçası 3 ve 7 numaralı makinelerde; *p6* parçası 2,5 ve 7 numaralı makinelerde işlenmektedir (Şekil 4.3). DSK tekniği kullanılarak makinelerin nasıl gruplanabileceği aşağıda açıklanmaktadır [66].

İkili Değer:		M_1 64	M_2 32	M_3 16	M_4 8	M_5 4	M_6 2	M_7 1	Ondalık Eşdeğeri	Sıralama
	P_1	1			1		1		74	1
	P_2		1	1		1			52	2
$[a_{ij}]$ =	P_3				1		1		10	6
	P_4		1	1					48	3
	P_5			1				1	17	5
	P_6		1			1		1	37	4

Şekil 4.3. Derece Sırası Kümeleme Tekniği uygulamasının birinci ve ikinci adımı

$[a_{ij}] =$

	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6	M_7
P_1	1			1		1	
P_2		1	1		1		
P_4		1	1				
P_6		1			1		1
P_5			1				1
P_3				1		1	

Şekil 4.4. Derece Sırası Kümeleme Tekniği uygulamasının üçüncü adımı

$[a_{ij}] =$

	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6	M_7	
Sıralama:	3	4	5	1	6	2	7	İkili değer
Ondalık eşdeğeri:	32	28	26	33	20	33	6	
P_1	1			1		1		32
P_2		1	1		1			16
P_4		1	1					8
P_6		1			1		1	4
P_5			1				1	2
P_3				1		1		1

Şekil 4.5. Derece Sırası Kümeleme Tekniği uygulamasının dördüncü ve beşinci adımı

$[a_{ij}] =$

	M_4	M_6	M_1	M_2	M_3	M_5	M_7
P_1	1	1	1				
P_2				1	1	1	
P_4				1	1		
P_6				1		1	1
P_5					1		1
P_3	1	1					

Şekil 4.6. Derece Sırası Kümeleme Tekniği uygulamasının altıncı adımı

İkili Değer		M_4 64	M_6 32	M_1 16	M_2 8	M_3 4	M_5 2	M_7 1	Ondalık eşdeğeri	Sıralama
	P_1	1	1	1					112	1
	P_2				1	1	1		14	3
$[a_{ij}] =$	P_4				1	1			12	4
	P_6				1		1	1	11	5
	P_5					1		1	5	6
	P_3	1	1						96	2

Şekil 4.7. Derece Sırası Kümeleme Tekniği uygulamasının devamı

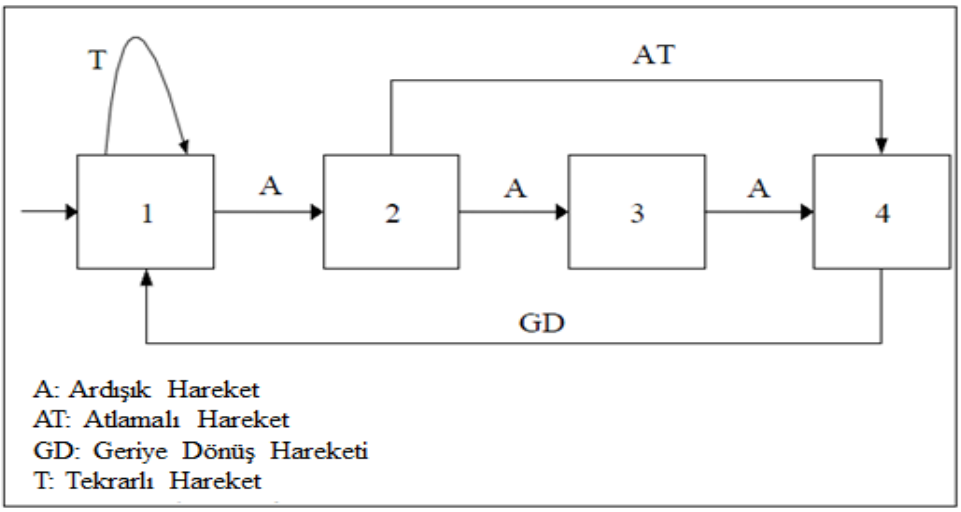
Sıralama:		M_4 1	M_6 2	M_1 3	M_2 4	M_3 5	M_5 6	M_7 7	
Ondalık Eşdeğeri:		48	48	32	14	12	10	3	İkili değer
	P_1	1	1	1					32
	P_3	1	1						16
$[a_{ij}] =$	P_2				1	1	1		8
	P_4				1	1			4
	P_6				1		1	1	2
	P_5							1	1

Şekil 4.8. Derece Sırası Kümeleme Tekniği uygulamasının sonuç matrisi

Bu algoritma, tüm ürünlerin aynı değere sahip olduğu ve tüm makinelerin tam olarak çalıştığı ideal bir üretim ortamında iyi çalışmaktadır. Yalnız gerçek dünyada, tüm ürünün aynı ağırlığa sahip olduğu veya tüm makinelerin aynı şekilde davranması çoğu durumda mümkün değildir. Bu bağlamda, ürünün değeri, ürünün çevrim süresine veya ürünün aylık hacmine karşılık gelir. Aynı şekilde, makinenin değeri, makinenin çalışma süresine, makinenin güvenilirliğine ve makinenin hazırlık süresine karşılık gelmektedir. Hücreleri oluştururken bu değerler önemli bir rol oynamaktadır. Araştırmada, ROC yönteminde, makinelerin gerçek zamanlı verileri ya da çevrim süresi, hacim, hücrelerin oluşturulmasında dikkate alınan hazırlık zamanı gibi sayılar dikkate alınmadığı gözlemlenmiştir [65].

4.2. Hücre İçi Yerleştirme Yöntemleri

Parça-makine gruplamaları, derece sırası kümeleme tekniğiyle tanımlandıktan sonra makinelerin hücre içindeki fiziksel yerleşiminin planlanması gerekir. Etkin bir hücre içi yerleşim planı için, parça akışı mümkün olduğunca parça ailesinin proses akışı yönünde ardışık hareket etmesi ve geriye dönüş hareketinin en aza indirilmesi gerekir [50]. Şekil 4.9' da hücre içi hareket tipleri gösterilmektedir [67].



Şekil 4.9. Hücre içi hareketler [59]

Makineleri en uygun dizilişe göre düzenlemek için Hollier-1 Metodu ve Blok Diyagramlama Sezgisel Yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemlerin tercih edilmesinde etkin hücre içi yerleşim göz önüne alınmıştır. Burada Hollier-1 Metodu'nun Hollier-2 Metoduna göre tercih edilmesinin sebebi makine dizilişinin, hücre içerisindeki makinelerin birbiri arasındaki hareketin oransal olarak maksimizasyonu göre değil sıralamaya göre yapılmasıdır. Çalışmada Hollier-1 Metodu daha iyi sonuç verdiği için bu yöntem tercih edilmiştir. Aynı şekilde Blok diyagramlama Sezgisel yöntemi de diğer sürece göre yerleşim tasarımında kullanılan yöntemler arasından hem komşuluk ilişkisi hem de makineler arasındaki iş akış hacmini kullanması sebebiyle hücre içi yerleştirmede uygulanmıştır.

4.2.1. Hollier-1 Metodu

İşleme merkezleri (departmanlar),hat üzerindeki toplam ileri akışların maksimize edilmesi veya toplam geri akışların minimize edilmesi şeklinde düzenlenir. Hollier, geri izleme akışlarını en aza indirgemek için makinelerin sıralamasını sağlayabilen sezgisel bir algoritma geliştirdi. Algoritmanın adımları aşağıdaki gibidir [68].

Adım 1: Parça rotası verilerinden makineler arası ürün akış sayısı çizelgesi oluşturulur. Çizelgedeki veriler, hücredeki makineler (veya iş istasyonları) arasındaki parça hareket sayısını gösterir.

Adım 2: Her makine için "From" ve "To" toplamları belirlenir. Bu, her makine için "From" akışlarının ve "To" akışlarının hepsini toplamakla gerçekleştirilir.

Adım 3: Minimum "From" veya "To" toplamlarına dayalı hücrelerdeki makineler belirlenir. En küçük toplama sahip olan makine seçilir. Eğer minimum değer "To" toplamı ise o zaman makine sıranın başına yerleştirilir. Eğer minimum değer "From" toplamı ise o zaman makine sıranın sonuna yerleştirilir. *Sınırlayıcı kurallar:*

i. Eğer minimum "To" toplamları veya minimum "From" toplamları arasında bir bağlantı varsa, "From/To" oranı en az olan makine seçilir.

ii. Seçilen bir makine için "To" ve "From" toplamları eşitse, geçilir ve bir sonraki en düşük toplama sahip makine seçilir.

iii. Eğer minimum "To" toplamı minimum "From" toplamına eşitse, o zaman her iki makine de seçilir ve sırasıyla dizinin başına ve sonuna yerleştirilir.

Adım 4: “From-To” çizelgesi yeniden düzenlenir. Her makine seçildikten sonra seçilen makineye karşılık gelen satır ve sütunları ortadan kaldırarak "From" ve "To" toplamları yeniden hesaplanır.

Adım 5: Tüm makineler atanana kadar 3. ve 4. adımlar tekrarlanır.

Örnek:

Dört makinede işlenen 50 parçanın ürün akış sayıları şekil 4.10.'da özetlenmiştir [68].

	To:	*1*	*2*	*3*	*4*
From:	*1*	0	5	0	25
	2	30	0	0	15
	3	10	40	0	0
	4	10	0	0	0

Şekil 4.10. Hollier-1 Metodu örneği from-to çizelgesi

	To	*1*	*2*	*3*	*4*	"From" toplamı
From	*1*	0	5	0	25	30
	2	30	0	0	15	45
	3	10	40	0	0	50
	4	10	0	0	0	10
"To" toplamı		50	45	0*	40	135

Şekil 4.11. Hollier-1 Metodu örneği 1.iterasyonu sonucu

*Minimum toplam değer, makine 3 için "To" toplamıdır.

Makine sırası:

3			

	To	*1*	*2*	*4*	"From" toplamı
From	*1*	0	5	25	30
	2	30	0	15	45
	4	10	0	0	10
"To" toplamı		40	5*	40	85

Şekil 4.12. Hollier-1 Metodu örneği 2.iterasyonu sonucu

*Minimum toplam değer, makine 2 için "To" toplamıdır.

Makine sırası:

3	2		

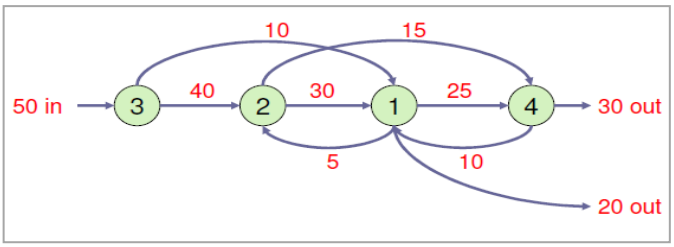
	To	*1*	*4*	"From" toplamı
From	*1*	0	25	25
	4	10	0	10*
"To" toplamı		10*	25	35

Şekil 4.13. Hollier-1 Metodu örneği 3.iterasyonu sonucu

Bu tabloda minimum 2 toplam değeri vardır. Makine 1 için minimum "To" toplamı, makine 4 için minimum "From" toplamına eşittir.

Makine sırası

3	2	1	4

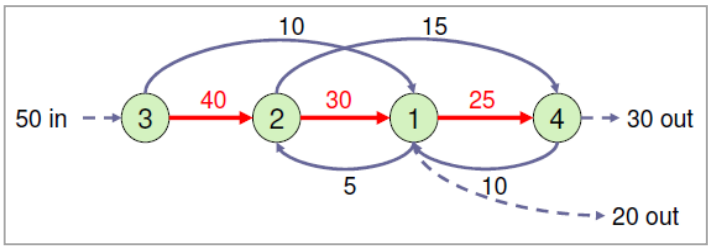


Şekil 4.14. Hollier-1 Metodu örneği akış diyagramı [68]

Makine 3 deki makine gruplamasına giren 50 parçadan, makine 1'de işleme tabi tutulduktan sonra 20 parça ayrılır, makine 4'ten sonra 30 parça ayrılır. Hollier-1 yöntemini kullanarak mantıksal bir makine düzenlemesi belirlenir. Şekil 4.14' de Hollier-1 metodu örneği akış diyagramı gösterilmektedir.

Sıralı hareketlerin yüzdesi:

Yüzde, sıralı hareketleri temsil eden tüm değerleri ekleyerek ve toplam hareket sayısına bölünerek hesaplanır. Şekil 4.15' de sıralı hareketlerin akış şeması gösterilmektedir.



Şekil 4.15. Sıralı hareketlerin akış şeması [68]

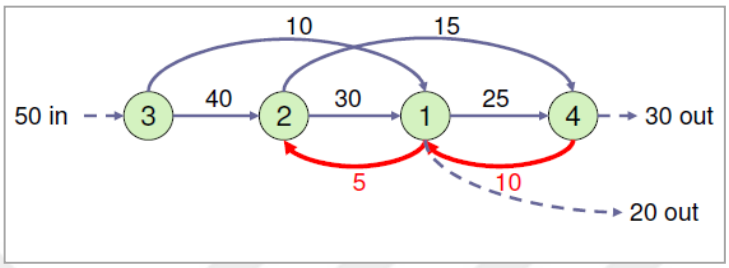
Sıralı hareketlerin sayısı=40+30+25=95

Toplam hareket sayısı=95+15+10+10+5=135

Sıralı hareketlerin yüzdesi=95/135=0.704=70.4%

Geri hareketlerin yüzdesi:

Yüzde, geri hareketleri temsil eden tüm değerleri ekleyerek ve toplam hareket sayısına bölünerek hesaplanır. Şekil 4.16' da geri hareketlerin akış şeması gösterilmektedir.



Şekil 4.16. Geri hareketlerin akış şeması [68]

Geri hareketlerin sayısı=10+5=15
Toplam hareket sayısı=95+15+10+10+5=135
Geri hareketlerin yüzdesi=15/135=0.111=11.1%

4.2.2. Blok Diyagramlama Sezgisel Metodu

Sürece göre yerleşim planlamasının amacı, makine, araç ve gereçleri uygun yerlere koymaktır. Bu düzenlemedeki maliyetler, belli bir zaman aralığı boyunca, iki departman arasında hareket eden insan ya da dokümanların sayısına ve departmanlar arasındaki mesafelere bağlıdır.

Sürece göre yerleşimin tasarlanmasında kullanılan tekniklerden biri olan blok diyagramlamanın amacı, komşu olmayan bölümler arasındaki akışın minimizasyonunu sağlamaktır. Yerleşim planlama da kullanılan sezgisel bir yöntemdir. Blok diyagramlama tekniğinin uygulama adımları aşağıdaki gibidir [69]:

Adım 1: Bölümler arasındaki akış verileri toplanır ve elde edilen akış matrisi (yük özet şeması) girdi olarak kullanılır.

Adım 2: Başlangıç yerleşimine göre komşu olmayan düğümler (bölüm) arasındaki akış hareketleri hesaplanır.

Adım 3: Bu hesaplama sonucunda en çok hareketin olduğu (ya da komşu olmayan toplam akışa en fazla katkısı olan) düğüm çiftleri birbirine yaklaştırılır ve yeni yerleşim elde edilir.
Adım 4: Bu işlemlere, komşu olmayan düğümler arasındaki akış en az olacak şekilde veya bir çift arasındaki akış belli bir değeri aşmayana kadar devam edilir. Bu iki durdurma kriterinden biri tercih edilir.

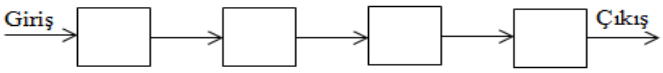
4.3. Hücre İçi Makine Yerleşim Tipleri

Bir fabrika/atölyenin isleyişinde olabilecek en büyük israf ya da zaman kayıplarından biri, çalışan insanların bir yerden bir yere gitme, makinelerin çalışmasını kontrol etme, ya da makine başında, makinenin devrinin bitmesini bekleme gibi ürüne hiçbir değer katmayan pasif eylemlerinin getirdiği zaman kayıplarıdır. Bu kaybı engelleyebilmek için makine yerleşimi uygun şekilde yapılmalıdır. Hücrelerdeki makineleri yerleştirmek için *akış hattı yerleşimi* veya *U tipi yerleşim* biçimleri kullanılır [70].

4.3.1. Akış Hattı Yerleşimi

Akış hattı yerleşimi, yüksek üretim oranları ve düşük maliyetlerle yüksek hacimli ürünler üretmek için kullanılır. Bir ürün/hizmet üretimi için minimum akışı sağlayan ve işlemlerin sırayla yapılması için makine veya çalışanların sıralandığı tesis yerleşimidir. Akış hattı yerleşimi, hammaddelerin bir ucundan beslendiği ve bitmiş ürünlerin diğer ucundan alındığı üretim sistemlerinde kullanılır. Akış hattı yerleşimi ile kısa üretim süresi, azalan malzeme taşıma maliyeti, basitleştirilmiş üretim

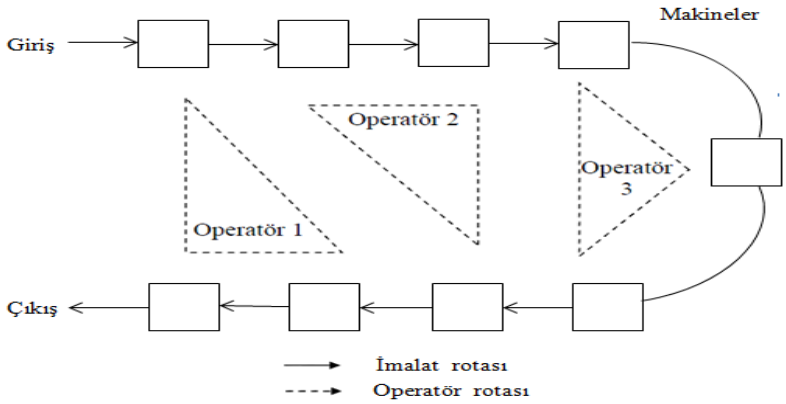
planlaması-kontrolü ve düşük stok düzeyi gibi avantajlar sağlanır [70]. Şekil 4.17' de akış hattı yerleşimi gösterilmektedir.



Şekil 4.17. Akış hattı yerleşim örneği

4.3.2. U Tipi Yerleşim

Aynı hücrede işlem gören bir veya daha fazla parça ailesinin üretim akışları aynı olmadığı zaman U tipi yerleşim biçimi kullanılır. Makinelere parça yüklenmesi ve alınması mümkün olduğunca otomatikleştirilerek, her işçinin birden fazla makineyi çalıştırmasına ve aynı işi çok daha az sayıda işçiyle gerçekleştirmeye olanak sağlayan U tipi yerleşim gereksiz iç gücü hareketlerini elimine eder. Ayrıca talep yükselme/düşme durumlarında sadece işçi sayısı seviyesi değiştirilerek üretim verimini talepteki esnekliğe adapte etme olanağı sağlar. Şekil 4.18' de U tipi yerleşim örneği gösterilmektedir [71].



Şekil 4.18. U tipi yerleşim örneği [71]

4.4. Hücresel Yerleşimin Faydaları

Şekil 4.19, hücresel imalat sistemlerinin geleneksel işlevsel düzene kıyasla potansiyel yararlarını göstermektedir [1, 72-73]. Bu avantajlardan bazıları kısaca şöyledir:

Malzeme taşıma: Sistemi alt sistemlere bölerek, makineler bazı makine hücrelerinde gruplandırılmıştır. Parçalar ise her bir hücrede bulunan işlem sayısına göre onlara atanmıştır. Böylelikle parçaların çoğunluğu, az sayıda makine de dâhil olmak üzere yalnızca bir hücrede bulunması gerekir. Sonuç olarak, parçaların taşıma mesafesi önemli ölçüde azalır ve bu, malzeme taşıma sistemlerinin düşük kullanımı ile sonuçlanır.

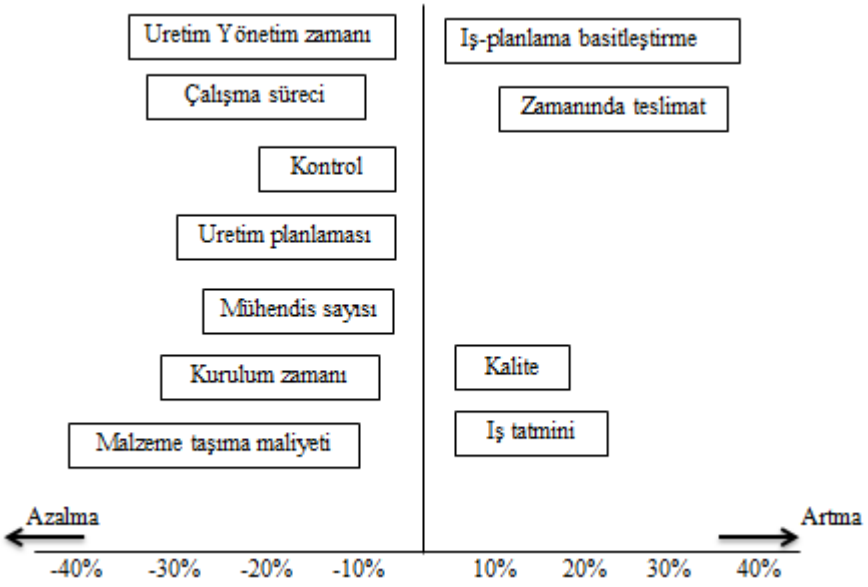
Hazırlık zamanı: Parçalar, üretim özelliklerine göre parça ailelerine gruplandığından, bu parçaların benzer aletleri veya en azından küçük değişikliklerle mevcut makineleri kullanabileceğini söyleyebiliriz. Bu sayede, hazırlık süresi önemli ölçüde azalır.

İş süreci: Hazırlık zamanı ve parçaların taşınmasındaki azalma nedeniyle, hücresel imalat sistemlerindeki iş süreci önemli ölçüde basitleşir.

Kalite ve iş tatmini: İşçiler belirli hücrelerde çalıştığı ve bir veya daha fazla parça ailesi ürettiği için üretime yaptıkları katkıları daha iyi hissedebilirler. Bu daha iyi bir iş doyumu ve insanların yaptıklarından daha sorumlu olmasını sağlar. Ayrıca büyük parçaların nakliyesi tek bir hücre içerisinde yapıldığından, herhangi bir kusur üretimin erken safhalarında fark edilebilir.

Teslim zamanı: Hücresel imalat sistemlerinde insanlar kendi hücrelerinde ürettikleri parçaların tüm sürecini bilir. Bu nedenle teslim süresi ile ilgili kararları daha doğru ve güvenilirdir.

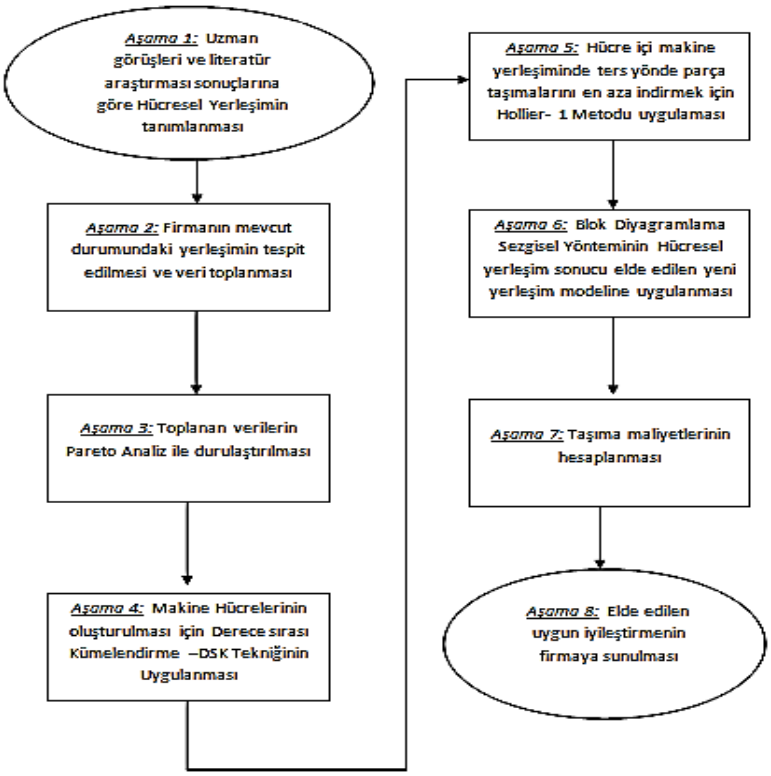
Makine kullanımı: Hazırlık sürelerinin kısaltılması sayesinde, makinenin etkin kapasitesi arttırılır. Yüksek makine kullanımı üretim sistemleri için önemlidir.



Şekil 4.19. Şirket faaliyetlerinde hücresel imalat sisteminin faydaları [60]

5. TESİS YERLEŞİMİ İÇİN TASARLANAN MODEL

Bu tez çalışması kapsamında gerçekleştirilen tesis yerleşimi tasarımı Şekil 5.1' de gösterilen aşamalardan oluşmaktadır. İlk aşamada literatür araştırması ile hücresel yerleşim tanımlaması yapılmıştır. İkinci aşamada firmanın mevcut durumundaki yerleşimin tespit edilmesi ve veri toplama işlemi gerçekleştirilmiştir. Üçüncü aşamada elde edilen veriler klasik ABC yöntemiyle gruplandırılmıştır. Dördüncü aşamada makine hücrelerinin oluşturulması için Derece Sırası Kümelendirme-DSK Tekniği uygulanarak daha iyi bir fabrika yerleşimi için çözüm aranmıştır. Beşinci aşamada hücre içi makine yerleşiminde ters yönde parça taşımalarını en aza indirmek için Hollier-1 Metodu uygulaması yapılmıştır. Altıncı aşamada Blok Diyagramlama Sezgisel Yöntemi hücresel yerleşim sonucu elde edilen yeni yerleşim modeline uygulanmıştır. Yedinci adımda taşıma maliyetlerinin analizi yapılmıştır. Sekizinci ve son aşamada ise elde edilen en uygun iyileştirmenin belirlenmesi ve firmaya sunulması gerçekleştirilmiştir.



Şekil 5.1. Tesis yerleşim tasarım modelinin aşamaları

Tesis Yerleşim Tasarım Modelinin aşamaları şu şekildedir:

Aşama 1: Araştırmada ele alınan konuyla ilgili yapılan çalışma sonuçlarını belirlemek ve araştırma probleminin tanımlanması sürecinde literatür araştırması büyük öneme sahiptir. Bu yüzden hücresel yerleşim modelinde ilk aşama tanımlama ve bilgi edinme süreci olmuştur.

Aşama 2: Mobilya sektöründe siparişe göre üretim yapan bir fabrikada mevcut durumdaki yerleşimin tespit edilmesi, üretilen parçaların proses sıraları, hangi makinelerden geçtiği ve ürünlerden kaç adet sipariş edildiği gibi verilerin toplanması gerçekleştirilmiştir.

Aşama 3: Pareto diyagramı sorunlara neden olan öğelerin önem derecelerine göre sıralanarak alınacak karşı önlemlerin hangi nedenlere yönlendirilmesi gerektiği konusunda yardımcı olan etkili bir araçtır. Pareto diyagramı önemli sorunların önemsizlerden ayrılmasına yarayan bir karar verme aracı olarak da tanımlanır. Pareto analizinde, 80 / 20 olarak bilinen bir kural bulunmaktadır. Buna göre, birçok olayda sonuçların %80'i nedenlerin %20'sinden kaynaklanmaktadır. Ya da kalite iyileştirmesi açısından, sorunların büyük bir çoğunluğu (% 80) birkaç temel neden (% 20) tarafından üretilmektedir [74].

Bir Pareto diyagramı verileri öncelikle en önemli problemlerin düzeltilmesine izin veren hiyerarşik bir sıraya yerleştirir. Pareto analiz tekniği, her türlü veriyi özetleyebilecek kabiliyete sahip olmasına rağmen, öncelikle uygunsuzlukları tanımlamak ve değerlendirmek için kullanılır. Pareto Diyagramı, ekiplerin az sayıdaki gerçekten önemli sorunlar veya sorunların nedenlerine odaklanmasına yardımcı olur. Bu araç, ele alınması gereken en kritik problemlerin hangileri olduğunu belirleyerek problemlerin önceliklendirilmesinde yararlıdır. Belirli bir durumun zaman içindeki Pareto diyagramının karşılaştırılması, uygulanan bir çözümün söz konusu sorunun veya nedeninin frekansını veya maliyetini azaltıp azaltmadığını da belirleyebilir [74].

Pareto Diyagramının en büyük avantajı, böyle bir diyagramda en önemli hataları görmenin daha kolay olmasıdır. Bütün faktörler içinde ilgilenilen

faktörün önem oranı görülebilir. Önemine göre hataların ana nedenlerinin tanımlanmasıyla verimli bir şekilde çözüm sağlanır. Çabaların nerelere odaklanacağını gösterir. Sınırlı kaynakların daha iyi kullanılmasına izin verir. Bu amaçla elde edilen verilerin en önemlilerinin tespiti için gruplandırma işlemi bu aşamada gerçekleştirilmiştir.

Aşama 4: Üretim akış algoritması olarak bilinen DSK tekniği belirli makinelere parça numaraları yerleştirmek amacıyla hücreler oluşturmak için kullanılır. Blok diyagonal yapıya sahip olan matris temelde sadece sıfırlardan ya da birlerden oluşan kutucuklar halinde yeniden düzenlenmeye çalışılmaktadır. İdeal olarak gerçekleştirilmek istenen çok ve aynı zamanda küçük gruplar oluşturmaktır. Böylece sistemi kontrol etmek daha kolaylaşır. Bu amaçla Derece Sırası Kümelendirme-DSK Tekniği uygulanarak daha iyi bir fabrika yerleşimi için çözüm aranmaktadır

Aşama 5: Hollier-1 Metodu hat üzerindeki toplam ileri akışların maksimize edilmesi veya toplam geri akışların minimize edilmesi şeklinde düzenlenir. Hücresel yerleşim sonucu elde edilen hücrelerdeki makine yerleşim sıralarının tespiti bu aşamada yapılmıştır.

Aşama 6: Blok Diyagramlama Sezgisel Yöntemi sürece göre yerleşimin tasarlanmasında kullanılan, komşu olmayan bölümler arasındaki akışın minimizasyonunu, makine, araç ve gereçlerin belli bir sistematik şekilde uygun yerleşimini sağlayan bir yöntemdir. Bu yöntem hücresel yerleşim sonucu elde edilen yeni yerleşim modeline uygulanarak daha iyi bir yerleşim amaçlanmıştır.

Aşama 7: Uygulanan her iki yöntem için taşıma maliyetlerindeki iyileştirmeler hesaplanmıştır.

Aşama 8: İyileştirme verileri karşılaştırılarak elde edilen en uygun iyileştirmenin tespiti gerçekleştirilmiştir.

6. UYGULAMA

Bu bölümde Derece Sırası Kümeleme Tekniği kullanılarak siparişe göre üretim yapan bir mobilya fabrikası için parça-makine hücreleri oluşturulmuş, hücre içi yerleşim düzenlemesi yapılmıştır.

6.1. Firma Tanıtımı

1998 yılında metalden oluşan büro mobilyaları üretimi ile işe başlayan Firma, daha sonra metal mobilyaların yanında ahşap mobilyalarında üretimine geçmiştir. Merkez fabrikası Kayseri Organize Sanayi Bölgesi'nde bulanan fabrikada üretim, dış ticaret, ARGE departmanları dâhil toplam 1100 personel çalışmaktadır. 65 bin metrekare kapalı alanda 8 bin ürün çeşitliliği ile çok geniş bir ürün yelpazesine sahiptir. Metal mobilya sektöründe her geçen yıl kendini geliştirerek büyümeye devam etmektedir. Avrupa pazarı odaklı pazarlama stratejisiyle, dünyanın pek çok yerine ürünlerini ulaştırmaktadır. Avrupa'da çok iyi tanınan ve pazar payının büyük kısmını Avrupa ve Japonya'nın oluşturduğu firma, ürünlerinin tamamını ihraç etmektedir. Rusya'da ikinci fabrikasını açan firmanının, Hollanda'da da satış ofisi yer almaktadır. Her müşterisine özel çözümler üretmenin yanında , yeni tasarım ürünleri konusunda da hizmet vermektedir. ISO 9001 Kalite Belgesi'ne sahip olan firmanın pek çok ürünü ayrıca Alman TÜV/GS Standart Belgesi'ne de sahiptir. Sürdürülebilir memnuniyet ilkesiyle gelişerek ve büyüyerek yolunda emin adımlarla ilerlemektedir.

Fabrikada sadece siparişe üretim yapılmaktadır. Bir yıl içerisindeki üretimin ne olacağı hangi ürünün nereye teslim edileceği planlı ve zamanlı olarak hesaplanmaktadır. Firma bu konuda her zaman sistematik çalışarak müşteri odaklı çalışma politikasıyla her zaman kaliteli, hızlı ve esnek mobilya çözümleri sunmaktadır.

Müşteri memnuniyetini ön planda tutarak, kaliteden ve iş ahlakından asla ödün vermemek, teknolojiyi ve yeni gelişmeleri sürekli takip ederek yenilikçi mobilya çözümleri üretmek, dünyanın kabul ettiği kalite standartlarına uygun şekilde üretim

ve hizmet anlayışını sürdürmek, insana ve çevreye dost mobilya çözümleriyle sürekli gelişerek büyümek, firmanın temel politikalarıdır.

6.2. Problemin Tanımı

Bu çalışma, bir mobilya fabrikasının ahşap bölümü atölyesinde yapılmıştır. Fabrikanın çalışma politikası siparişe göre üretim esasına dayanır. Siparişin verilmesinden müşteriye teslimine kadar geçen süre üretimde müşteri memnuniyeti açısından çok önemlidir. Sistemin etkinliği ve verimliliği ancak iyi bir düzenlemeyle sağlanabilir. Bu çalışmanın amacı üretim periyodunun uzaması, siparişin tesliminde gecikmeler, makine ve parçaların sistematik olmamasından, yani makine yerleşimlerinin düzensiz ve üretilen parçaların işlem sıralarının karmaşık olmasından kaynaklanan esneklik ve verimlilik problemlerinin çözümü için iyileştirmeler yapmaktır. Ayrıca bir üretim tesisinde, taşıma maliyeti çok önemli bir faktördür. Çalışma aynı zamanda hücreler arası malzeme taşıma mesafesi ve maliyetinin minimizasyonunu hedeflemektedir.

6.3. Uygulama İçin Veri Analizi

Veri analizi süreci, bilimsel araştırma sürecinin en önemli basamaklarından biridir. Bu süreçte toplanan veriler amaca uygun istatistiksel teknikler ile işlenir veya analiz edilir. Endüstride araştırma için toplanan verilerin dikkatli ve sistematik bir biçimde analizi ve bulguların yorumlanması şüphesiz büyük yarar sağlamaktadır. Bu tez çalışmasında da veri elde etmek için aşağıdaki adımlar izlenmiştir:

- Ürünlerden kaç adet sipariş edildiği,
- Parçaların hangi işlemlerden geçeceği,
- İşlemlerin hangi makinelerde yapılacağı,
- Mevcut makineler ve sayıları,
- Fabrikada kullanılan tezgâh ve makinelerin ebatları.

bilgileri ele alınmıştır. Daha sonra bu bilgiler düzenli olarak tablolar haline getirilmiştir. Verileri elde etmek için mevcut kaynaklardan (eski kayıtlar, arşivler, raporlar, yıllıklar) yararlanılmış ve fabrika içerisinde gözlem ve ölçümler yapılmıştır.

6.4. Uygulama Aşamaları

Önerilen model gerçek yaşamda karşılaşılabilecek bir hücresel imalat sistem tasarımı problemini, uygulama alanı olarak düşünülen mobilya endüstrisinin gereksinimlerini de karşılayacak şekilde çözmeyi amaçlamaktadır. Bu nedenle fabrikada mevcut makine yerleşim düzeni, hücresel imalatı gerçekleştirebilmek için yeniden düzenlenmiştir. Çalışmada hücresel imalat sistemlerinin tasarımı konusu incelenmiş, hücre oluşturma yöntemleri araştırılmıştır. Hücre oluşturma yöntemi olarak Derece Sırası Kümeleme (DSK) Tekniği seçilmiştir. Önerilen yöntem, üretim işletmesindeki mevcut durum üzerinde uygulanmıştır. Hücre içi makine yerleşiminde ise ters yönde parça taşımalarını en aza indirmek için Hollier-1 yöntemi ve komşu olmayan bölümler arasındaki akışın minimizasyonunu sağlamak için ise sürece göre yerleşimin tasarlanmasında kullanılan bir teknik olan Blok Diyagramlama Tekniği karşılaştırmalı uygulanmıştır. Hücreler arası malzeme taşıma mesafesi ve maliyetleri ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Problemin doğru bir şekilde anlaşılması ve modellenmesi için elde edilen veriler kodlama sistemi yardımıyla sınıflandırılmıştır.

6.4.1. Makinelerın Kodlanması

DSK yöntemini bilgisayar destekli olarak uygulayabilmek için fabrikada yer alan makinelerin ve parçaların kodlanması gerekmektedir. İmalat atölyesi içerisinde 30 adet makine yer almaktadır. Kodlama işlemi harf ve rakamlardan oluşan sembollerle yapılmıştır. El tezgâhları da makine olarak değerlendirilmiştir. Çizelge 6.1'de makinelerin kod numaraları gösterilmektedir.

Çizelge 6.1. Makinelerın kod numaraları

MAKINA KODU	MAKİNANIN ADI	MAKINA SAYISI
M1	SELCO WNT 730 TP-Kesim Makinesi	1
M2	SELCO WNT 600-Kesim Makinesi	1
M3	STREAM B 1- Düz Kenar PVC Yapıştırma	1
M4	İMA NOVİMAT -Düz Kenar PVC Yapıştırma	1
M5	İMA ADVANTAGE -Düz Kenar PVC Yapıştırma	1
M6	ROVER 2,30-CNC Freze Delik	1
M7	ROVER 4,50- CNC Freze Delik	1
M8	BİMA 400 E EĞRİ KENAR FREZE-CNC Freze Delik Eğri Kenar Yapıştırma	1
M9	EĞRİ KENAR BANTLAMA	1
M10	EĞRİ KENAR FREZE	1
M11	TECHNO 7-Çoklu Delik Delme	1
M12	TABLA TEMİZLİK MAKİNESİ	1
M13	FİTİL ÇEKME	1
M14	TABLA TEMİZLİK –Manüel	1
M15	KESON HAZIRLIK	1
M16	DEMONTE PAKETLEME HAZIRLIK	1
M17	MONTAJ VE KESON ÇATIM HATTI	1
M18	METAL AYAK PLASTİK TAKMA	1
M19	PROFİL MASA MONTAJ	1
M20	KARTON ZIMBALAMA	1
M21	ŞERİT MAKİNESİ	1
M22	DÖŞEME BÖLÜMÜ	1
M23	METAL İŞLERİ TEZGÂHI	1
M24	ÇİZİCİLİ YATAR	1
M25	ÇİZİCİLİ YATAR	1
M26	YATAR DAİRE	1
M27	FREZE	1
M28	ŞERİT TESTERE	1
M29	EL YAF KESİM	1
M30	METAL AYAK HAZIRLIK TEZGAHI	1

6.4.2. Parçaların Kodlanması

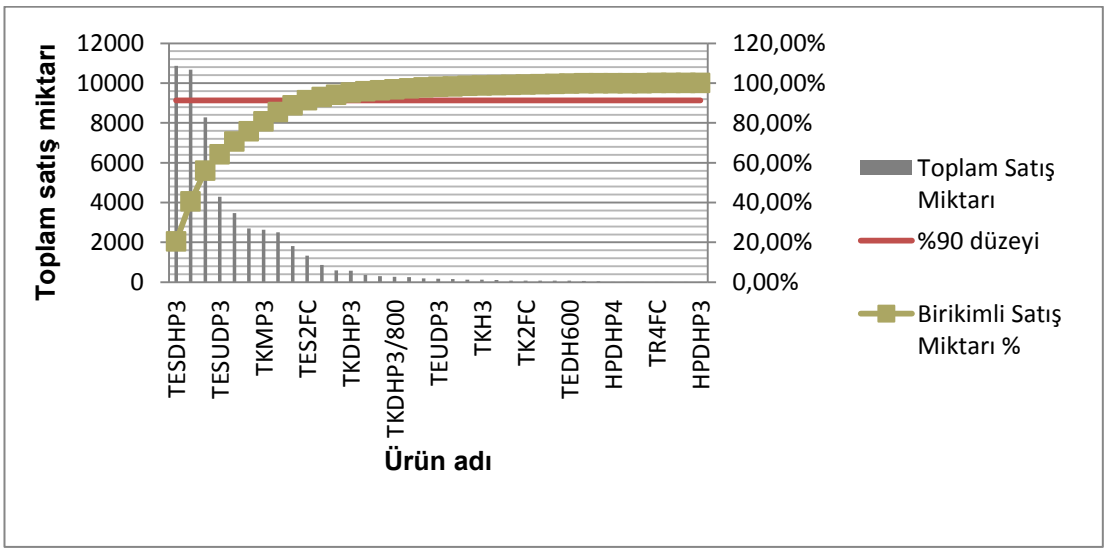
Fabrikada parça çeşitliliği fazla olduğu ürün özellikleri ve miktar bakımından tamamen müşterilerin özel isteklerine göre, çok değişik tipte ürünlerin, sık olmayan aralıklarla ve küçük miktarlarda üretildiği siparişe dayalı üretim yapılmaktadır. Bu nedenle ürün gruplarının oluşturulması aşamasında uygulamadaki mobilya fabrikasında pareto analizinden yararlanılarak sınıflandırma yapılmıştır. Bu teknik karşılaşılan problemin veya konunun en önemli sebepleri üzerinde dikkati yoğunlaştırdığından ve önceliklerin belirlenmesine yardımcı olduğundan ürün sınıflandırmada kullanılan etkin bir araçtır. Elde edilecek ürün gruplarına yapılacak herhangi bir işlem, işletme başarısını daha fazla etkileyecektir.

Mobilya fabrikasında üretilen mobilyalar, 7 adet modülden oluşmaktadır. Bunlar Keson Grubu, Dolap Grubu, Ayak Grubu, Paravan Grubu, Masa Grubu , Ek Ürünler Grubu ve Tabla Grubu'dur. Parçalar kodlanmadan önce her bir ürün grubu için

pareto analizi yapılmıştır. Pareto analizi yapılırken son 3 yıla ait olan satış miktarları kullanılmıştır.

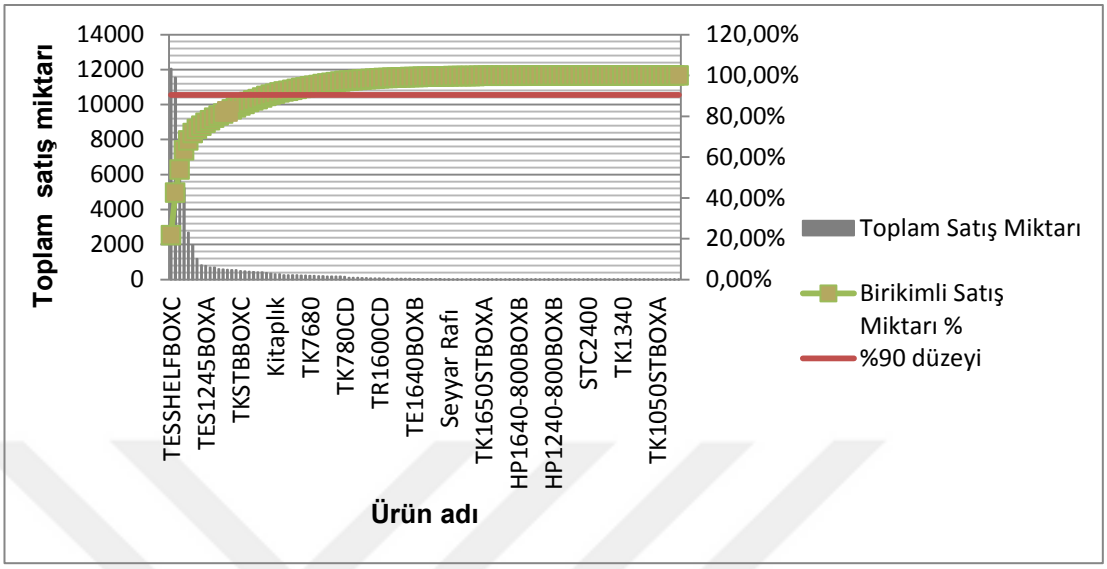
Fabrikada üretilen tüm ürün gruplarında yer alan ürünler için hammadde olarak boyalı sunta ve MDF ürünleri kullanılmakta olup fabrika bünyesinde herhangi bir renklendirme bölümü bulunmamaktadır. Ürünler; buz beyaz, düz akçaağaç, metalik gri, beyaz erik, gri, koyu gri, orma erik, bej, siyah, toledo, wenge, altın kiraz, ell kayın, yeni meşe, anadolu ceviz, afrika ceviz, açık zebrano, marbella kiraz, naturel kayın ve naturel meşe olmak üzere 20 farklı renk seçeneğine sahiptir. Her bir ürün için mevcut olan bütün bu renk seçenekleri ürünün iş akışını etkilememesi sebebiyle göz ardı edilmiştir. Örneğin; keson grubuna dâhil olan TESH3 (3 Çekmeceli Dosya Dolabı / H askılı) ürünü için 20 farklı kod yerine tek bir kodla ürün tanımlaması yapılabilmiştir.

Fabrika bünyesinde ahşap ve metal işleme olmak üzere 2 farklı atölye yer almaktadır. Çalışma ahşap bölümünde gerçekleştirilmiştir. Ahşap bölümünde yer alan 7 modülden Tabla Grubu metal işleme atölyesi için üretilmektedir. Kalan diğer modüller sipariş alındıktan sonra tasarımı yapılıp satılmaktadır. Burada pareto analizi için ürün gruplaması oluşturulurken bu etken göz önüne alınmıştır. Yani Tabla Grubu metal işleme atölyesi için stok görevi gördüğünden tamamı parça grubuna dâhil edilmiştir.



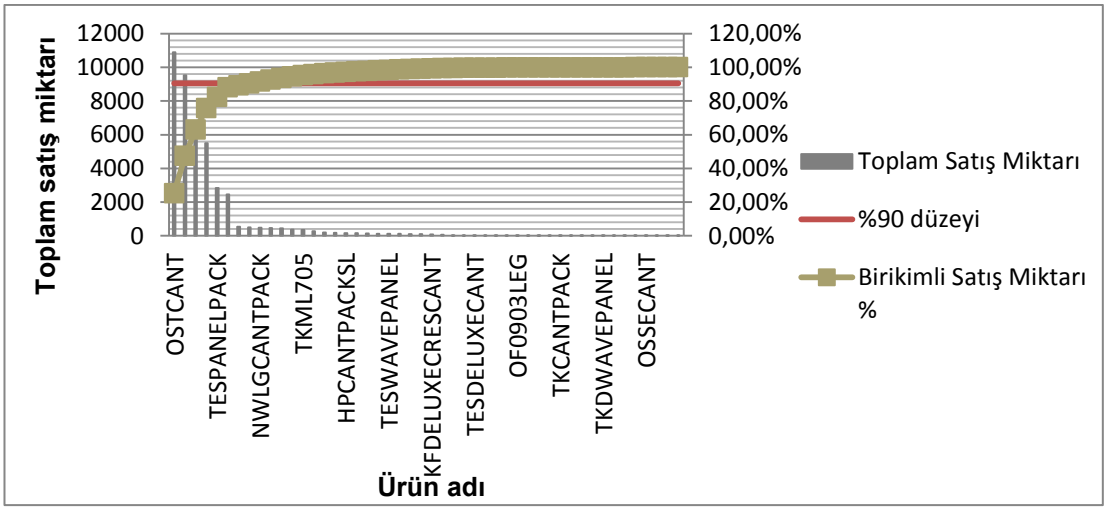
Şekil 6.1. Keson grubu Pareto grafiği

Şekil 6.1'de fabrikada imalatı yapılan 37 adet keson grubu çeşidinden yalnızca ilk 10 tanesi tüm grubun %90' nına denk gelmektedir.



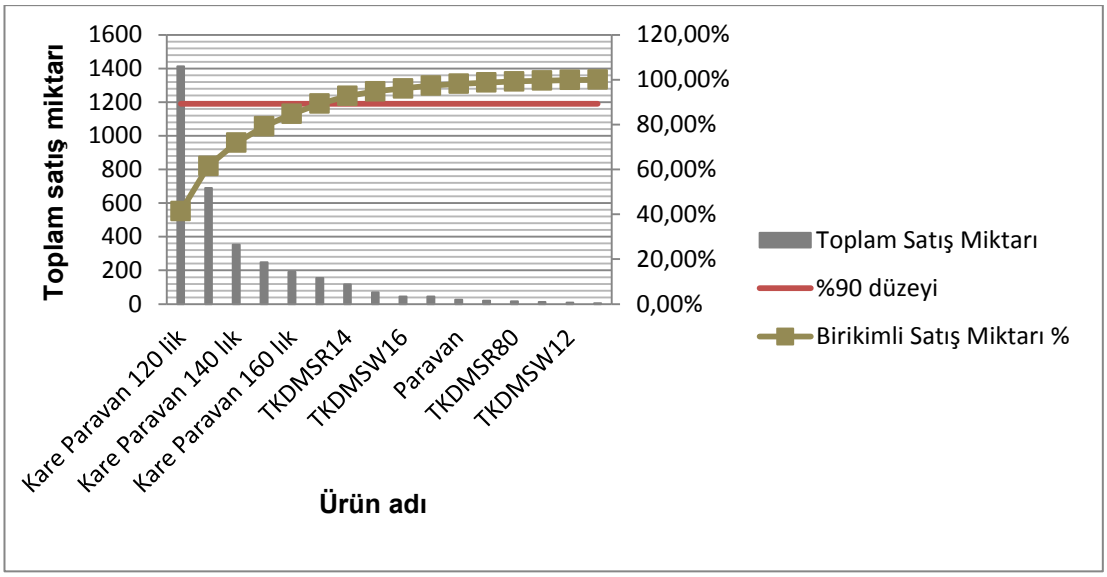
Şekil 6.2. Dolap grubu Pareto grafiği

Şekil 6.2'de fabrikada imalatı yapılan 118 adet dolap grubu çeşidinden yalnızca ilk 24 tanesi tüm grubun %90' nına denk gelmektedir.



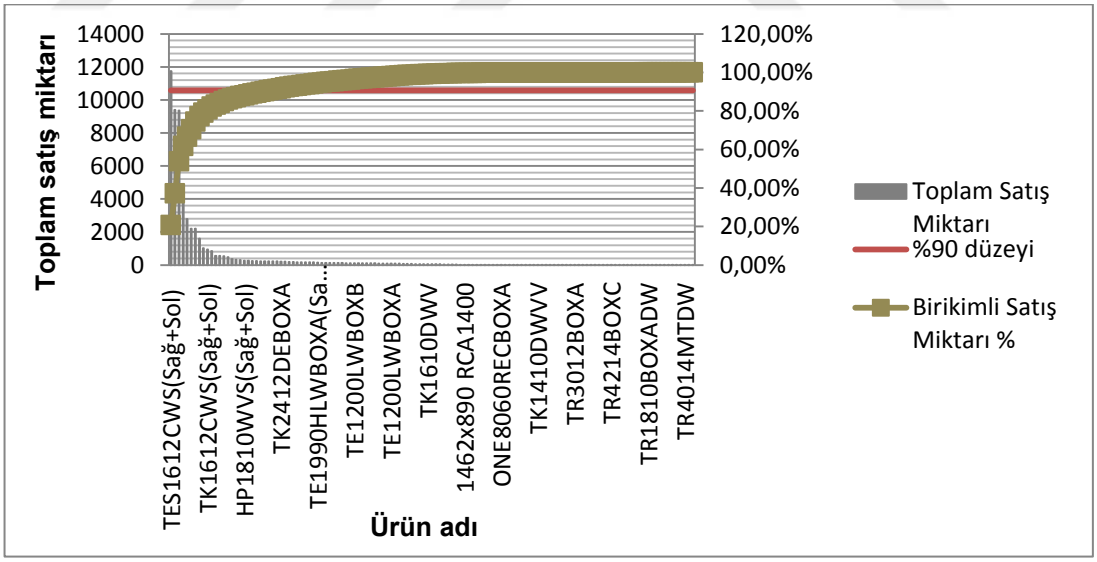
Şekil 6.3. Ayak grubu Pareto grafiği

Şekil 6.3'de fabrikada imalatı yapılan 48 adet ayak grubu çeşidinden yalnızca ilk 8 tanesi tüm grubun %90' nına denk gelmektedir.



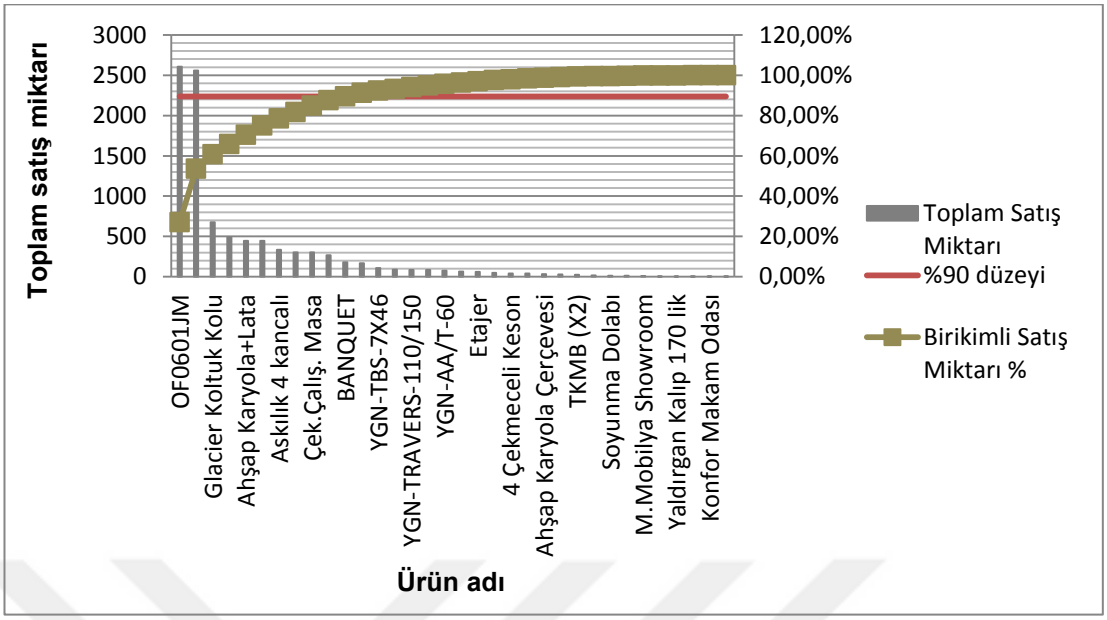
Şekil 6.4. Paravan grubu Pareto grafiği

Şekil 6.4'de fabrikada imalatı yapılan 16 adet paravan grubu çeşidinden yalnızca ilk 6 tanesi tüm grubun %90' nına denk gelmektedir.



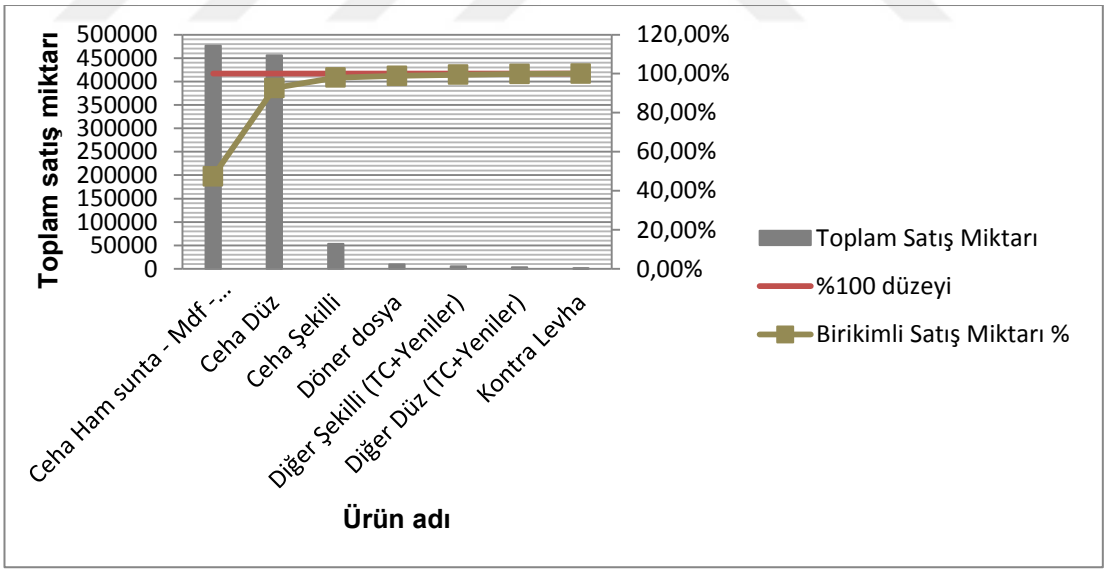
Şekil 6.5. Masa grubu Pareto grafiği

Şekil 6.5'de fabrikada imalatı yapılan 129 adet masa grubu çeşidinden yalnızca ilk 25 tanesi tüm grubun %90' nına denk gelmektedir.



Şekil 6.6. Ek ürünler grubu Pareto grafiği

Şekil 6.6'da fabrikada imalatı yapılan 34 adet ek ürünler grubu çeşidinden yalnızca ilk 11 tanesi tüm grubun %90' nına denk gelmektedir.



Şekil 6.7. Tabla grubu Pareto grafiği

Şekil 6.7'de fabrikada imalatı yapılan 7 adet tabla grubu çeşitlerinin hepsi parça gruplamasına dâhil edilmiştir.

Pareto analizi sonucu elde edilen verilerden yararlanarak 91 adet parça belirlenmiştir. Bu parçalar fabrikada üretilen ürünlerin en önemlilerini oluşturmaktadır. Bu bağlamda belirlenen parçalar üzerinde iyileştirici tedbirlerin alınması gerekmektedir. Parçaların kodlama işlemi Çizelge 6.2' de gösterilmiştir.

Çizelge 6.2. Gerçek parça kodlarının tezde kullanılan karşılıkları

Tezde Kullanılan Parça Kodu	Gerçek Parça Kodu	**Tezde Kullanılan Parça Kodu**	Gerçek Parça Kodu
p1	TESH3	**p47**	TES2045BOXA
p2	TKMP3	**p48**	TES1045BOXA
p3	HPMP3-500	**p49**	TES1245BOXA
p4	TESMP2	**p50**	TKDMSR12
p5	TESMP3	**p51**	TKDMSR16
p6	TESUDP3	**p52**	Kare Paravan 100 lük
p7	TESDHP3	**p53**	Kare Paravan 120 lik
p8	TESDHP3/800	**p54**	Kare Paravan 140 lık
p9	TES2FC	**p55**	Kare Paravan 160 lık
p10	TES4FC	**p56**	TES1612CWS(Sağ+Sol)
p11	TESCRESPANEL	**p57**	TES1812CWS(Sağ+Sol)
p12	TESPANELPACK	**p58**	TES1212CWS(Sağ+Sol)
p13	TESCRESCANT	**p59**	TK1612CWS(Sağ+Sol)
p14	TESCANT	**p60**	TES1680
p15	OSTCRESCANT	**p61**	TES1280
p16	OEVCANT	**p62**	TES1880
p17	NWLGCRESCANT	**p63**	TES1480
p18	OSTCANT	**p64**	HP1680
p19	Düz Tabla	**p65**	TK1680PCL
p20	Şekilli Tabla	**p66**	TK1880PCL
p21	Diğer Düz (Tc+Yeniler)	**p67**	F0160H(1680P)
p22	Diğer Şekilli (Tc+Yeniler)	**p68**	OF0303
p23	Ham Sunta - Mdf -Palet	**p69**	OF0302
p24	Döner Dosya	**p70**	TK1200D
p25	Kontra Levha	**p71**	TK1810DE
p26	HP2040-800	**p72**	TES1100D
p27	HP1240-800	**p73**	TR2090BOXA
p28	HP2240-800	**p74**	TR2090BOXB
p29	HP2FSD	**p75**	TR1890LWBOXA
p30	HP3FSD	**p76**	TR1890LWBOXB
p31	HPSOY1840-800	**p77**	HP1810WVS(Sağ+Sol)
p32	HPSOY1850-900	**p78**	TES1610WV(Sağ+Sol)
p33	TES1845CD	**p79**	Profil Pm-80-80
p34	TES745CD	**p80**	Profil Pm-120-80
p35	TES2045CD	**p81**	Ahşap Karyola+Lata
p36	TES1245CD	**p82**	Askılık 4 kancalı
p37	TES1045CD	**p83**	OEPCABLEPACKBOXCSV
p38	Raf TKWS	**p84**	OF0601JM
p39	TK2040BOXA	**p85**	BANQUET
p40	TK2040BOXB	**p86**	Glacier Koltuk Kolu

Çizelge 6.2. (devam)

Tezde Kullanılan Parça Kodu	Gerçek Parça Kodu	**Tezde Kullanılan Parça Kodu**	Gerçek Parça Kodu
p41	TK2040BOXC	**p87**	Döşemeli Glacier Sehpa
p42	TKSTBBOXC	**p88**	Kablo Kapağı
p43	TES1845BOXA	**p89**	Sehpa
p44	TESSTBOXB	**p90**	Çek.Çalış. Masa
p45	TESSHELFBOXC	**p91**	Modüler Mobilya
p46	TES745BOXA		

6.4.3. Fabrikanın Mevcut Yerleşim Düzeni ve İş Akışı

Makine ve parça kod numaraları oluşturulduktan sonra derece sıralama ile kümelendirme yöntemindeki başlangıç matrisine temel oluşturacak iş akış şemaları hazırlanmıştır. Her bir parça 1 veya daha çok işlem gerektirmektedir. Çizelge 6.3'de parça iş akışı gösterilmektedir.

Çizelge 6.3. Parça iş akışı

Parça Grubu	**Parça No**	**Parça İşlem Sırası**
Keson Grubu	p1	M1→M4→M11→M17/M15→M23→M17 →M21/M20→M17
	p2,p3,p4,p5,p6	M1→M3→M7→M17/M2→M4→M11→ M17/M15→M23→M17→M21/M20→M17
	p7,p8,p9,p10	M1→M3→M7→M17/M2→M5→M11→ M17/M15→M23→M17→M21/M20→M17
Ayak Grubu	p11,p12	M2→M5→M8→M16
	p13,p14,p15,p16,p17,p18	M30→M21/M20→M21
Tabla Grubu	p19	M2→M4→M12
	p20	M2→M6→M9→M10→M5→M14
	p21	M2→M5→M8→M16
	p22	M2→M6→M9→M10→M4→M16
	p23	M1
	p24	M2→M8→M27→M13→M14
	p25	M2→M8→M10→M14→M16
Dolap Grubu	p26,p27,p28	M1→M4→M8→M16/M29→M28→M16
	p29,p30	M1→M4→M6→M17/M28→M17
	p31,p32,p33,p34,p35,p36	M1→M4→M8→M16/M28→M16
	p37,p39,p43,p46,p47,p48, p49	M1→M5→M8→M16/M28→M16
	p38,p40,p41,p42,p44,p45	M2→M4→M6→M16/M28→M16
Paravan Grubu	p50,p51	M2→M8→M22
	p52,p53,p54,p55	M1→M4→M6→M16/M1→M4→M6→M1 →M16/M28→M16

Çizelge 6.3. (devam)

Parça Grubu	Parça No	Parça İşlem Sırası
Masa Grubu	p56,p57,p58,p59	M1→M7→M9→M10→M4→M16/M24→M 26→M16/M2→M5→M6→M16/ M29→M28→M16
	p60,p61,p62,p63,p64	M2→M4→M8→M16/M1→M5→M8→M16/ M24→M26→M16/M29→M28→M16
	p65,p66,p67	M1→M5→M8→M16/M2→M4→M8→M16/ M24→M25→M16/M29→M28→M16
	p68,p69	M2→M4→M16/M30→M16/ M29→M28→M16
	p70,p71	M2→M6→M9→M10→M16/M24→M25→ M16/M29→M28→M16
	p72,p73,p74,p75,p76,p77, p78	M2→M6→M9→M10→M16/M25→M26→ M16/M29→M28→M16
	p79,p80	M2→M4→M12→M19/M18→M19/M24→ M25→M19/M29→M28→M19
Ek Ürünler Grubu	p81	M1→M4→M6→M16 /M2→M5→M17→M21→M16
	p82	M1→M4→M6→M16
	p83	M16
	p84	M2→M25→M28→M22
	p85	M22
	p86	M1→M25→M28→M22
	p87	M1→M22
	p88	M20
	P89	M1→M4→M6→M16/ M1→M4→M6→M1→M16
	p90	M1→M4→M6→M16/M29→M28→M16/ M2→M4→M2→M17
	p91	M1→M5→M8→M16/M28→M16

Fabrikada ahşap bölümü için kullanılan mevcut yerleşim alanı 5126 m^2 dir. Atölyenin eni 22 metre, boyu 233 m'dir. Giriş bölümünde 42 metrelik bir hammadde stok alanı mevcuttur. Fabrikanın mevcut yerleşimini göstermek için Autocad çizim programı kullanılmıştır (Bkz. EK 5). Bu program, teknik çizimler ve her türlü görsel tasarımın (mimari, mühendislik, dekorasyon ve teknik) klasik çizim gereçlerini kullanmadan bilgisayar ortamında çizilmesinde kullanılır. Çeşitli ölçeklerde hızlı çizim imkânı, çizimlerde daha kolay ve hızlı değişiklik, daha kaliteli çizimler, tasarlanan ürünü görsel olarak daha iyi algılama ve geometrik özelliklerin daha kolay hesaplanmasını sağlamaktadır.

6.4.4. Hücrelerin Belirlenmesi

Hazırlanan iş akış şemaları yardımıyla parçalara işlem gördüğü makineler için "1", işlem görmediği makineler için ise "0" değeri verilerek parça-makine matrisi düzenlenmiştir (Çizelge 6.4). Oluşturulan parça-makine matrisinin boyutları 91×30 dur (91 parça, 30 makine). Bu parça-makine matrisine "Derece Sıralamasıyla Kümelendirme Yöntemi" EXCEL programı desteğinde uygulanmıştır.

Çizelge 6.4. Başlangıç parça-makine matrisi

		MAKİNELER																														
		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24	M25	M26	M27	M28	M29	M30
PARÇALAR	p1	1			1							1				1		1			1	1		1							
	p2	1	1	1	1			1				1				1		1			1	1		1							
	p3	1	1	1	1			1				1				1		1			1	1		1							
	p4	1	1	1	1			1				1				1		1			1	1		1							
	p5	1	1	1	1			1				1				1		1			1	1		1							
	p6	1	1	1	1			1				1				1		1			1	1		1							
	p7	1	1	1		1		1				1				1		1			1	1		1							
	p8	1	1	1		1		1				1				1		1			1	1		1							
	p9	1	1	1		1		1				1				1		1			1	1		1							
	p10	1	1	1		1		1				1				1		1			1	1		1							
	p11		1			1			1								1														
	p12		1			1			1								1														
	p13																				1	1									1
	p14																				1	1									1
	p15																				1	1									1
	p16																				1	1									1
	p17																				1	1									1
	p18																				1	1									1
	p19		1		1								1																		
	p20		1			1	1			1	1				1																
	p21		1			1			1								1														
	p22		1		1		1			1	1						1														
	p23	1																													
	p24		1						1					1	1												1				
	p25		1						1		1				1		1														
	p26	1			1				1								1												1	1	
	p27	1			1				1								1												1	1	
	p28	1			1				1								1												1	1	
	p29	1			1		1											1											1		
	p30	1			1		1											1											1		
	p31	1			1				1								1												1		
	p32	1			1				1								1												1		
	p33	1			1				1								1												1		
	p34	1			1				1								1												1		
	p35	1			1				1								1												1		
	p36	1			1				1								1												1		
	p37	1				1			1								1												1		
	p38		1		1		1										1												1		
	p39	1				1			1								1												1		
	p40		1		1		1										1												1		
	p41		1		1		1										1												1		
	p42		1		1		1										1												1		
	p43	1				1			1								1												1		
	p44		1		1		1										1												1		
	p45		1		1		1										1												1		
	p46	1				1			1								1												1		
	p47	1				1			1								1												1		
	p48	1				1			1								1												1		
	p49	1				1			1								1												1		
	p50		1						1														1								
	p51		1						1														1								
	p52	1			1		1										1												1		
	p53	1			1		1										1												1		
	p54	1			1		1										1												1		
	p55	1			1		1										1												1		
	p56	1	1		1	1	1	1		1	1						1								1		1		1	1	
	p57	1	1		1	1	1	1		1	1						1								1		1		1	1	
	p58	1	1		1	1	1	1		1	1						1								1		1		1	1	
	p59	1	1		1	1	1	1		1	1						1								1		1		1	1	
	p60	1	1		1	1			1								1								1		1		1	1	
	p61	1	1		1	1			1								1								1		1		1	1	
	p62	1	1		1	1			1								1								1		1		1	1	
	p63	1	1		1	1			1								1								1		1		1	1	
	p64	1	1		1	1			1								1								1		1		1	1	
	p65	1	1		1	1			1								1								1	1			1	1	
	p66	1	1		1	1			1								1								1	1			1	1	
	p67	1	1		1	1			1								1								1	1			1	1	
	p68		1		1												1												1	1	1
	p69		1		1												1												1	1	1
	p70		1				1			1	1						1								1	1			1	1	
	p71		1				1			1	1						1								1	1			1	1	
	p72		1				1			1	1						1									1	1		1	1	
	p73		1				1			1	1						1									1	1		1	1	
	p74		1				1			1	1						1									1	1		1	1	
	p75		1				1			1	1						1									1	1		1	1	
	p76		1				1			1	1						1									1	1		1	1	
	p77		1				1			1	1						1									1	1		1	1	
	p78		1				1			1	1						1									1	1		1	1	
	p79		1		1								1						1	1					1	1			1	1	
	p80		1		1								1						1	1					1	1			1	1	
	p81	1	1		1	1	1										1	1				1									
	p82	1			1		1										1														
	p83																1														
	p84		1																				1			1			1		
	p85																						1								
	p86	1																					1			1			1		
	p87	1																					1								
	p88																				1										
	p89	1			1		1										1														
	p90	1	1		1		1										1	1											1	1	
	p91	1				1			1								1												1		

Çizelge 6.5. Sonuncu iterasyonda elde edilen parça-makine matrisi

		M1	M2	M7	M17	M21	M11	M15	M20	M23	M3	M4	M5	M16	M6	M28	M29	M24	M26	M9	M10	M8	M25	M22	M30	M12	M18	M19	M14	M13	M27
	p2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																			
	p3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																			
	p4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																			
	p5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																			
	p6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																			
	p7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1																		
	p8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1																		
	p9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1																		
	p10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1																		
	p56	1	1	1								1	1	1	1	1	1	1	1	1	1										
	p57	1	1	1								1	1	1	1	1	1	1	1	1	1										
	p58	1	1	1								1	1	1	1	1	1	1	1	1	1										
	p59	1	1	1								1	1	1	1	1	1	1	1	1	1										
	p81	1	1		1	1						1	1	1	1																
	p90	1	1		1							1		1	1	1	1														
	p60	1	1									1	1	1		1	1	1	1			1									
	p61	1	1									1	1	1		1	1	1	1			1									
	p62	1	1									1	1	1		1	1	1	1			1									
	p63	1	1									1	1	1		1	1	1	1			1									
	p64	1	1									1	1	1		1	1	1	1			1									
	p65	1	1									1	1	1		1	1	1				1	1								
	p66	1	1									1	1	1		1	1	1				1	1								
	p67	1	1									1	1	1		1	1	1				1	1								
	p1	1			1	1	1	1	1	1		1																			
	p29	1			1							1			1	1															
	p30	1			1							1			1	1															
	p52	1										1		1	1	1															
	p53	1										1		1	1	1															
	p54	1										1		1	1	1															
	p55	1										1		1	1	1															
	p82	1										1		1	1																
	p89	1										1		1	1																
	p26	1										1		1		1	1					1									
	p27	1										1		1		1	1					1									
	p28	1										1		1		1	1					1									
	p31	1										1		1		1						1									
	p32	1										1		1		1						1									
	p33	1										1		1		1						1									
	p34	1										1		1		1						1									
	p35	1										1		1		1						1									
	p36	1										1		1		1						1									
P	p37	1											1	1		1						1									
A	p39	1											1	1		1						1									
R	p43	1											1	1		1						1									
Ç	p46	1											1	1		1						1									
A	p47	1											1	1		1						1									
L	p48	1											1	1		1						1									
A	p49	1											1	1		1						1									
R	p91	1											1	1		1						1									
	p86	1														1							1	1							
	p87	1																						1							
	p23	1																													
	p38		1									1		1	1	1															
	p40		1									1		1	1	1															
	p41		1									1		1	1	1															
	p42		1									1		1	1	1															
	p44		1									1		1	1	1															
	p45		1									1		1	1	1															
	p22		1									1		1	1					1	1										
	p68		1									1		1		1	1								1						
	p69		1									1		1		1	1								1						
	p79		1									1				1	1	1					1			1	1	1			
	p80		1									1				1	1	1					1			1	1	1			
	p19		1									1														1					
	p11		1										1	1								1									
	p12		1										1	1								1									
	p21		1										1	1								1									
	p20		1										1		1					1	1								1		
	p70		1											1	1	1	1	1		1	1		1								
	p71		1											1	1	1	1	1		1	1		1								
	p72		1											1	1	1	1		1	1	1		1								
	p73		1											1	1	1	1		1	1	1		1								
	p74		1											1	1	1	1		1	1	1		1								
	p75		1											1	1	1	1		1	1	1		1								
	p76		1											1	1	1	1		1	1	1		1								
	p77		1											1	1	1	1		1	1	1		1								
	p78		1											1	1	1	1		1	1	1		1								
	p25		1											1							1	1							1		
	p84		1													1							1	1							
	p50		1																			1		1							
	p51		1																			1		1							
	p24		1																			1							1	1	1
	p13					1			1																1						
	p14					1			1																1						
	p15					1			1																1						
	p16					1			1																1						
	p17					1			1																1						
	p18					1			1																1						
	p88								1																						
	p83													1																	
	p85																							1							

Çizelge 6.5'de görüldüğü üzere, atölyedeki makinelerden ve parçalardan iki ayrı grup (imalat hücresi) meydana gelmektedir Sonuç matrisi dikkatli incelendiğinde, oluşturulan hücrelerin birbirlerinden tamamen ayrılabilir nitelikte olmadığı ve bunun nedeni olarak da birtakım istisnai parçaların ve darboğaz makinelerin ortaya çıktığı gözlemlenmektedir. Bahsi geçen istisnai parçalar ve bu parçaların işlem gördüğü darboğaz makineler işlem ağırlıklarına göre en uygun hücreye dâhil edilmiştir. King Algoritması'na göre oluşturulan parça ailelerini ve makine gruplarını şu şekilde sıralayabiliriz (Çizelge 6.6).

Çizelge 6.6. Parça ve makine grupları

Parça Grup No	Parçalar				Makine Grubu
1	P1	P6	P23	P17	M1 M2 M3 M7 M11 M15 M17 M20 M21 M23
	P2	P7	P13	P18	
	P3	P8	P14	P88	
	P4	P9	P15		
	P5	P10	P16		
2	P11	P37	P56	P75	M4 M5 M6 M8 M9 M10 M12 M13 M14 M16 M18 M19 M22 M24 M25 M26 M27 M28 M29 M30
	P12	P38	P57	P76	
	P19	P39	P58	P77	
	P20	P40	P59	P78	
	P21	P41	P60	P79	
	P22	P42	P61	P80	
	P24	P43	P62	P81	
	P25	P44	P63	P82	
	P26	P45	P64	P83	
	P27	P46	P65	P84	
	P28	P47	P66	P85	
	P29	P48	P67	P86	
	P30	P49	P68	P87	
	P31	P50	P69	P89	
	P32	P51	P70	P90	
	P33	P52	P71	P91	
	P34	P53	P72		
	P35	P54	P73		
	P36	P55	P74		

6.4.5. Hücre İçi Yerleşimin Planlanması

DSK yöntemi ile hangi makinelerin bir araya getirileceği ve hücrelerde hangi parçaların işlem göreceği belirlendikten sonra makinelerin hücre içindeki fiziksel yerleşiminin planlanması gerekir. Etkin bir hücre içi yerleşim planı için [71]:

- Parça akışı mümkün oldukça parça ailesinin proses akışı yönünde ardışık hareket etmeli,
- Geriye dönüş hareketi en aza indirilmelidir.

6.4.5.1. Hollier-1 Metodu Uygulaması

Çalışmada ilk olarak hücreler içinde düzgün bir parça akışı sağlayabilmek ve geri izleme akışlarını en aza indirgemek için hücre içi yerleştirme yöntemlerinden biri olan Hollier-1 Metodu kullanılmıştır. Hollier-1 metodunda makineler arasındaki parça transferlerinin "From-To" tabloları ile düzenlenmesi gerekmektedir (Bkz. EK 6).

Çizelge 6.7. Hollier- 1 Metodu sonucu elde edilen makine dizilişi

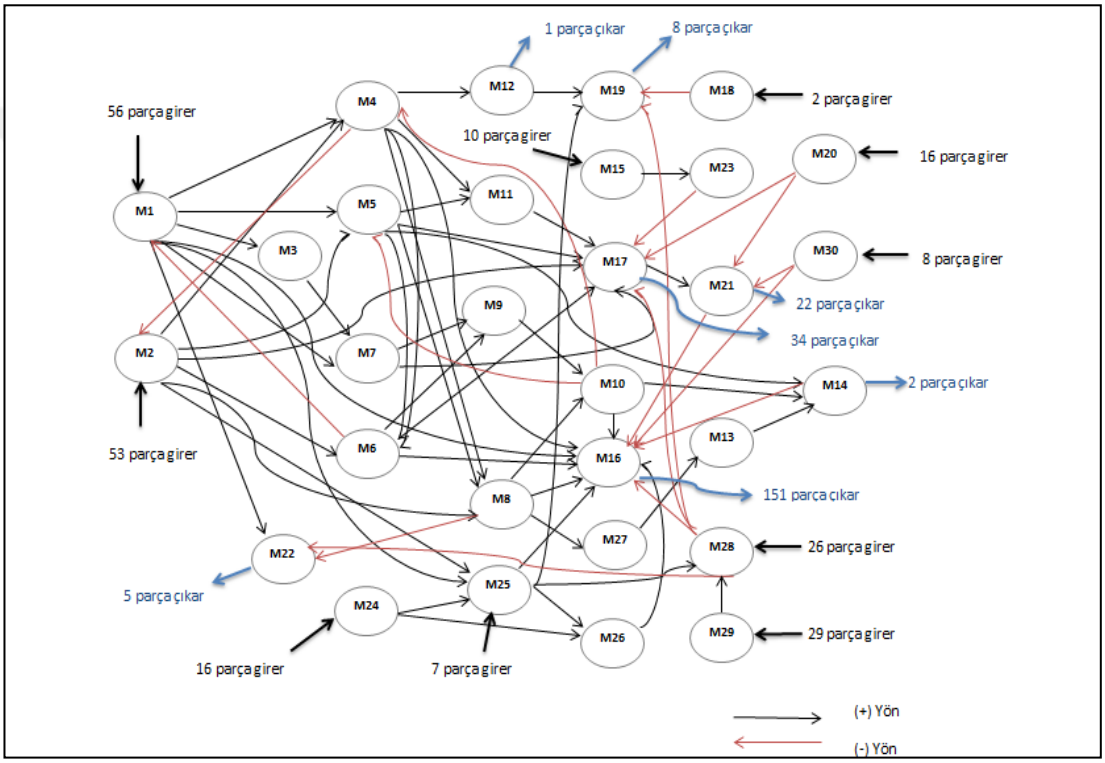
Makine Dizilişi
M15 M18 M20 M24 M29 M30 → M23 → M2 → M1 → M4 → M6 → M9 → M10 → M3 → M5 M7 → M8 → M25 → M11 M27 M28 → M13 M17 → M12 M14 M21 M26 → M16 M19 M22

Hücre 1	M2 → M1 → M3 → M7 → M11 → M15 → M23 → M20 → M17 → M21
Hücre 2	M4 → M6 → M9 → M10 → M5 → M8 → M24 → M25 → M29 → M28 → M27 → M13 → M26 → M12 M14 → M18 → M19 → M30 → M16 → M22

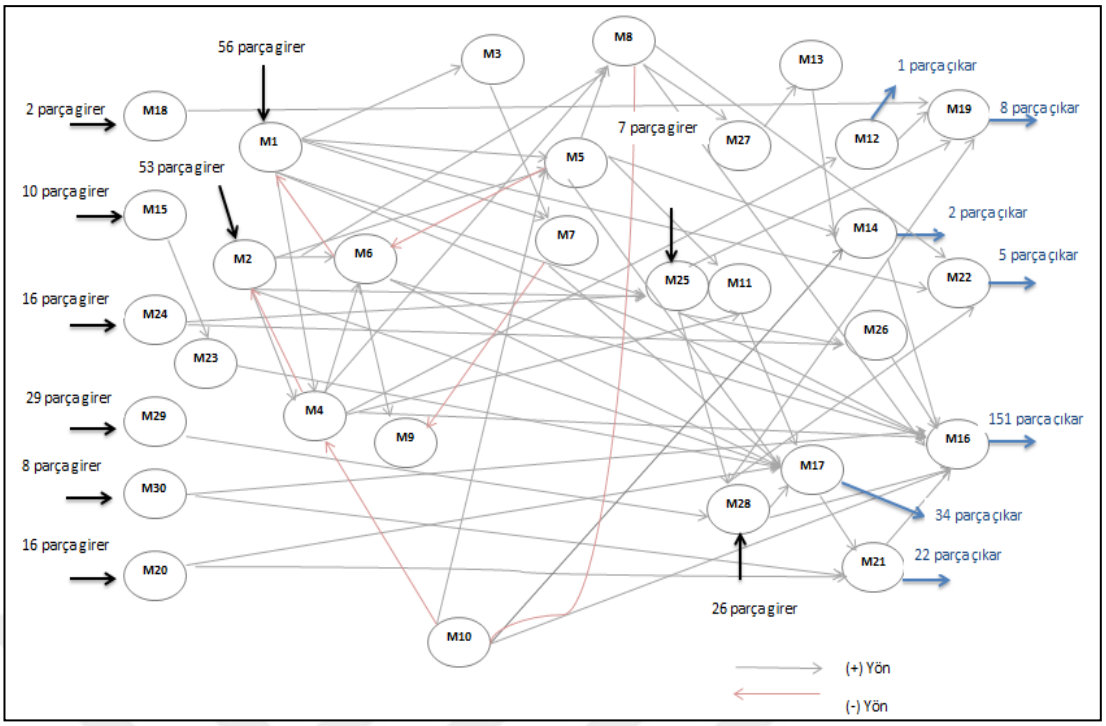
Hollier- 1 Metodu sonucu oluşturulan makine sıralaması hücrelere göre yeniden düzenlenmiştir (Çizelge 6.7). Elde edilen bu diziliş en uygun makine dizilişidir.

Ayrıca Hollier-1 Metodu sonucu elde edilen iyileşmeyi göstermek için makineler arası ürün akış şeması kullanılmıştır. Makineler arası ürün akış şemasıyla hammadde

girişinden başlayarak son ürün çıkışına kadar geçen süreç içerisinde hammaddenin hangi makinelerden geçtiği gösterilmiştir. Mevcut makineler arası ürün akışının geriye dönüşlerinin fazla olduğu ve üretim hızında aksamalara sebep olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 6.8). Hollier-1 Metodu sonrası elde edilen yerleşimde ise geri izleme akışları en aza indirilmiş ve malzeme akışı düzenli hale getirilmiştir (Şekil 6.9). Malzemenin bir işlem aşamasından diğerine akışı son derece hızlı dolayısıyla iş hızı yüksektir. Yöntem, üretimi en kısa mesafe içinde en az geri dönüşlerle bir hat boyunca gerçekleştirmeyi sağlamıştır.



Şekil 6.8. Makineler arası ürün akış şeması



Şekil 6.9. Hollier 1 Metodu sonrası makineler arası akış şeması

Hücre içi makine yerleşiminde akış hattı yerleşim modeli esas alınmıştır. Bu modelin seçilmesinde, her bir hücrenin üretim hattı şeklinde yerleştirilmesinde, bu yerleşim düzeninin sahip olduğu; düz, basit, mantıksal ve direk akış şeklinde makinelerin düzenlenebilmesine imkân vermesi, ara stokların mümkün mertebe düşük seviyelerde tutulabilmesi, birim başına toplam üretim süresinin kısa olması, malzeme taşıma gereksinimlerinin azaltılabilmesi, sistemin kontrol edilebilmesinde kalifiye eleman ihtiyacının daha az olması, üretim kontrolünün daha kolay yapılabilmesi gibi avantajlar göz önünde bulundurulmuştur [75]. Ayrıca en ekonomik iş akış modeli düz hat modelidir [76].

Yeni yerleşim öncesi göz önünde bulundurulan hususlar:

- Komşu iki makine arası uzaklık işçinin rahat çalışabileceği şekilde hesaplanmıştır,
- Tesisler arası uzaklıkların belirlenmesinde malzeme alma-bırakma noktaları dikkate alınmıştır,
- 1 ve 2 numaralı kesim makinelerinin yerleri sabit tutulmuştur. Yalnız kendi aralarında yer değiştirmelerine izin verilmiştir,
- Tesisler arası uzaklıkların belirlenmesinde, tezgâhların yükleme kapısına olan mesafeleri de dikkate alınmış yalnız girişten olan uzaklıklar, başlangıç tezgâhlarının hammaddeleri tezgâhların hemen yanında stoklandığı için hesaplanmamıştır,
- Tesisler arası uzaklıkların belirlenmesinde, alma-bırakma noktaları göz önüne alınarak geriye akışlara dikkat edilmiştir.

DSK yöntemi yardımı ile mobilya imalatı yapan bir fabrika örneğinde yapılan kümelendirme çalışmaları neticesinde oluşturulan imalat hücrelerinin yer aldığı, söz konusu fabrikaya ait yeni yerleşim düzeni EK 7' de gösterilmektedir.

6.4.5.2. Blok Diyagramlama Tekniği Uygulaması

Makineler arası ürün akış matrisi kullanılarak komşu olmayan bölümler arasındaki akış hareketleri hesaplanır (Bkz. EK 8). Mevcut yerleşimin yeniden düzenlenmesi için bazı fiziksel sınırlamalar konulmuştur. Blok diyagramında komşuluk ilişkisinde; bitişik departmanlara 20 metrelik bir mesafede yürünerek gidilebileceği düşünülmüştür. Blok diyagramlama çözümünde fabrikada görev yapan uzmanların görüşlerine göre bir duruş kriteri belirlenmiştir. Sıralamada en fazla katkıyı yapan departman çiftleri 1.000 değerinin üzerinde olduğu sürece iterasyonlar devam ettirilmektedir. Tüm komşu olmayan düğüm çiftleri arasındaki mesafe 1.000 değerinin altında olduğu zaman algoritma durdurulur. Çizelge 6.8'de blok

diyagramlama başlangıç yerleşimi olarak hücresel imalata geçişte elde edilen yeni yerleşim düzeni kullanılmıştır.

Çizelge 6.8. Blok Diyagramlama Tekniği başlangıç yerleşimi

Komşu olmayan düğüm çiftleri	**Departmanlar arası mesafe (m)**	**Akış miktarı**	**Akış mesafeleri (Mesafe*Akış miktarı)**
1--5	20	16	320
1--6	20	5	100
1--7	20	4	80
1--16	70	5	350
1--22	80	1	80
1--25	40	1	40
2--4	20	26	520
2--5	30	12	360
2--6	20	11	220
2--8	40	4	160
2--17	50	1	50
2--25	50	1	50
4--8	30	17	510
4--10	20	5	100
4--11	20	6	120
4--12	40	3	120
4--16	60	7	420
5--6	20	4	80
5--14	30	1	30
5--17	20	1	20
6--16	50	18	900
6--17	30	2	60
7--17	30	9	270
8--10	20	1	20
8--16	**40**	**36**	**1440**
8--22	50	2	100
8--27	20	1	20
10--14	40	1	40
10--16	50	9	450
11--17	20	10	200
14--16	20	1	20
16--21	20	1	20
16--25	30	5	150
16--26	20	16	320
16--28	**30**	**51**	**1530**
19--25	20	2	40
19--28	20	2	40
20--21	30	6	180
21--30	20	6	120
22--28	40	2	80
12—Y.K.	40	1	40
19-- Y.K.	30	8	240
14-- Y.K.	40	2	80
16-- Y.K.	**20**	**151**	**3020**
17-- Y.K.	20	34	680
21-- Y.K.	20	22	440

Akış mesafesi 1.000 değerini aşan çiftler 8-16, 16-28 ve 16-Y.K.'dır. Dolayısıyla bu düğümlerin yan yana olacak şekilde yeniden düzenlemesi yapılmalıdır. Blok diyagramlama tekniği 1.iterasyon sonundaki yeni yerleşim planı EK 9' da gösterilmiştir.

Çizelge 6.9. Blok Diyagramlama Tekniği 1. iterasyon sonucu

Komşu olmayan düğüm çiftleri	**Departmanlar arası mesafe (m)**	**Akış miktarı**	**Akış mesafeleri (Mesafe*Akış miktarı)**
1—5	20	16	320
1—6	20	5	100
1--7	20	4	80
1--16	80	5	400
1--22	80	1	80
1--25	40	1	40
2--4	20	26	520
2--5	30	12	360
2--6	20	11	220
2--8	80	4	320
2--17	50	1	50
2--25	50	1	50
4--8	**60**	**17**	**1020**
4--10	20	5	100
4--11	20	6	120
4--12	40	3	120
4--16	70	7	490
5--6	20	4	80
5--8	50	19	950
5--14	30	1	30
5--17	20	1	20
6--16	**70**	**18**	**1260**
6--17	30	2	60
7--17	30	9	270
8--10	50	1	50
8--27	30	1	30
10--14	40	1	40
10--16	60	9	540
11--17	20	10	200
14--16	30	1	30
16--25	40	5	200
16--26	30	16	480
16--30	20	2	40
17--28	40	2	80
19--25	20	2	40
19--28	30	2	60
20--21	30	6	180
21--30	20	6	120
25--28	40	2	80
28--29	**40**	**29**	**1160**

Çizelge 6.9. (devam)

Komşu olmayan düğüm çiftleri	Departmanlar arası mesafe (m)	Akış miktarı	Akış mesafeleri (Mesafe*Akış miktarı)
12-- Y.K.	40	1	40
19-- Y.K.	30	8	240
14-- Y.K.	40	2	80
17-- Y.K.	20	34	680
21-- Y.K.	20	22	440

Toplam komşu olmayan akış mesafesine en fazla katkıyı yapan çiftler 4-8, 6-16 ve 28-29'dur. Dolayısıyla bu düğümlerin yan yana olacak şekilde yeniden düzenlemesi yapılmalıdır. Blok diyagramlama tekniği 2.iterasyon sonundaki yeni yerleşim planı EK 10' da gösterilmiştir.

Çizelge 6.10. Blok Diyagramlama Tekniği 2. İterasyon sonucu

Komşu olmayan düğüm çiftleri	Departmanlar arası mesafe (m)	Akış miktarı	Akış mesafeleri (Mesafe*Akış miktarı)
1--4	20	25	500
1--5	30	16	480
1--6	30	5	150
1--7	20	4	80
1--16	80	5	400
1--22	80	1	80
1--25	40	1	40
2--4	20	26	520
2--5	30	12	360
2--6	40	11	440
2--8	80	4	320
2--17	50	1	50
2--25	50	1	50
4--6	20	21	420
4--8	50	17	850
4--10	20	5	100
4--11	20	6	120
4--12	30	3	90
4--16	60	7	420
5--8	50	19	950
5--14	30	1	30
5--17	20	1	20
6--16	50	18	900
6--17	20	2	40
7--17	30	9	270
8--10	50	1	50
8--16	20	36	720
8--27	30	1	30
10--14	30	1	30
10--16	60	9	540
11--17	20	10	200

Çizelge 6.10. (devam)

Komşu olmayan düğüm çiftleri	Departmanlar arası mesafe (m)	Akış miktarı	Akış mesafeleri (Mesafe*Akış miktarı)
14--16	30	1	30
16--25	40	5	200
16--26	40	16	640
17--28	40	2	80
19--25	20	2	40
19--28	30	2	60
20--21	30	6	180
25--28	40	2	80
12-- Y.K.	40	1	40
19-- Y.K.	30	8	240
14-- Y.K.	40	2	80
17-- Y.K.	20	34	680

Çizelge 6.10'da departman çiftleri arası akış mesafelerinden hiçbirinin 1.000 değerini aşmadığı gözlenmiştir. Bu noktada duruş kriteri sağlanmıştır. Blok diyagramlama yöntemi sezgisel bir yöntem olup daha iyi bir çözüm mümkün olabilir.

6.4.6. Maliyet Analizi

Önerilen yöntemler için gerekli çalışmalar yapıldıktan sonra bu sisteme geçişin fabrikaya getireceği taşıma maliyetleri hesaplanmıştır. Malzeme taşıma maliyeti; tesisler arası mesafe, malzeme akış miktarı ve birim malzeme akış maliyetinin çarpımıyla ifade edilmektedir. Burada birim malzeme akış maliyeti 1 olarak alınmıştır. Çizelge 6.11'de fabrikanın şu an ki mevcut yerleşiminin toplam taşıma mesafesi gösterilmiştir.

Çizelge 6.11. Fabrikanın şu an ki mevcut yerleşiminin toplam taşıma mesafesi

Akış olan departman çiftleri	Departmanlar arası birim taşıma mesafesi (mm)	Akış miktarı	Toplam taşıma mesafesi
1--3	20.789,239	9	187.103,151
1--4	36.336,875	25	908.421,865
1--5	52.158,839	16	834.541,419
1--6	70.632,993	5	353.164,967
1--7	78.877,294	4	315.509,176
1--16	97.936,352	5	489.681,760
1--22	115.588,770	1	115.588,770
1--25	58.446,407	1	58.446,407
2--4	23.543,123	26	612.121,193
2--5	39.010,443	12	468.125,311
2--6	57.201,135	11	629.212,480
2--8	14.256,563	4	57.026,250
2--17	86.243,217	1	86.243,217
2--25	44.888,708	1	44.888,708
3--7	50.209,514	9	451.885,629
4--6	26.086,727	21	547.821,269
4--8	18.993,175	17	322.883,968
4--10	21.475,428	5	107.377,140
4--11	17.278,238	6	103.669,427
4--12	41.585,025	3	124.755,076
4--16	54.913,182	7	384.392,277
5--6	10.496,729	4	41.986,918
5--8	34.068,705	19	647.305,401
5--10	16.885,793	1	16.885,793
5--11	28.887,255	4	115.549,020
5--14	29.072,233	1	29.072,233
5--17	38.479,298	1	38.479,298
6--9	29.535,799	11	324.893,792
6--16	29.280,896	18	527.056,119
6--17	29.239,881	2	58.479,761
7--9	37.121,725	4	148.486,899
7--17	21.249,603	9	191.246,426
8--10	21.164,052	1	21.164,052
8--16	70.111,905	36	2.524.028,584
8--22	87.760,151	2	175.520,302
8--27	39.817,291	1	39.817,291
9--10	1.200,000	15	18.000,000
10--14	42.923,092	1	42.923,092
10--16	48.327,160	9	434.944,441
11--17	62.228,165	10	622.281,650
12--19	43.211,682	2	86.423,364
13--14	41.499,764	1	41.499,764
13--27	17.913,682	1	17.913,682
14--16	13.304,708	1	13.304,708
15--23	5.581,254	10	55.812,543
16--21	57.161,491	1	57.161,491
16--25	35.801,521	5	179.007,605
16--26	32.313,100	16	517.009,592
16--28	18.223,238	51	929.385,133
16--30	4.121,896	2	8.243,792
17--20	54.547,656	10	545.476,557
17--21	5.797,413	11	63.771,545

Çizelge 6.11. (devam)

Akış olan departman çiftleri	Departmanlar arası birim taşıma mesafesi (mm)	Akış miktarı	Toplam taşıma mesafesi
17--23	18.692,127	10	186.921,271
17--28	27.094,863	2	54.189,727
18--19	6.802,207	2	13.604,415
19--25	79.061,760	2	158.123,520
19--28	61.959,370	2	123.918,739
20--21	5.323,826	6	31.942,957
21--30	60.304,380	6	361.826,282
22--28	36.041,534	2	72.083,069
24--25	1.500,000	7	10.500,000
24--26	7.012,311	9	63.110,795
25--26	1.952,562	7	13.667,937
25--28	15.650,000	2	31.300,000
28--29	12.605,881	29	365.570,537
12--Y.K.	88.190,600	1	88.190,600
19-- Y.K.	34.035,403	8	272.283,225
14-- Y.K.	91.342,901	2	182.685,802
22-- Y.K.	45.454,238	5	227.271,190
16-- Y.K.	74.636,651	151	11.270.134,226
17-- Y.K.	35.115,462	34	1.193.925,691
21-- Y.K.	31.547,989	22	694.055,767
		Toplam	**31.151.296,050**

Toplam malzeme taşıma maliyetleri aşağıdaki formülasyon kullanılarak tespit edilmiştir.

$$F = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^{n} f_{ij} * u_{ij} * d_{ij} \quad (1)$$

Burada

f_{ij}= i makinesinden j makinesine malzeme akış miktarı

u_{ij}= i ve j makineleri arasındaki birim malzeme akış maliyeti

d_{ij}= i ve j makineleri arasındaki uzaklık

ij= departmanlar, makineler

Toplam malzeme taşıma maliyeti= (9*1*20.789,239)+(25*1*36.336,874)+(16*1*52.158,838)+…… +(22*1*31.547,989)= **31.151.296,050 pb**

Toplam maliyet para birimi (pb) cinsinden ifade edilmiştir.

Çizelge 6.12. Hücresel imalata geçiş durumunda yeni yerleşimin toplam taşıma mesafesi

Akış olan departman çiftleri	Departmanlar arası birim taşıma mesafesi (mm)	Akış miktarı	Toplam taşıma mesafesi
1--3	13.118,116	9	118.063,040
1--4	8.902,297	25	222.557,418
1--5	38.432,698	16	614.923,162
1--6	25.087,337	5	125.436,687
1--7	35.121,517	4	140.486,067
1--16	123.814,153	5	619.070,763
1--22	140.732,488	1	140.732,488
1--25	70.156,418	1	70.156,418
2--4	21.100,182	26	548.604,742
2--5	51.982,507	12	623.790,078
2--6	38.664,829	11	425.313,123
2--8	69.688,583	4	278.754,332
2--17	94.912,896	1	94.912,896
2--25	83.734,714	1	83.734,714
3--7	15.612,758	9	140.514,826
4--6	10.496,729	21	220.431,317
4--8	41.393,517	17	703.689,781
4--10	28.899,404	5	144.497,018
4--11	31.103,203	6	186.619,215
4--12	76.279,555	3	228.838,665
4--16	108.478,376	7	759.348,634
5--6	22.259,661	4	89.038,643
5--8	10.774,933	19	204.723,721
5--10	4.036,087	1	4.036,087
5--11	15.556,344	4	62.225,376
5--14	47.960,088	1	47.960,088
5--17	37.885,787	1	37.885,787
6--9	7.970,100	11	87.671,104
6--16	98.765,738	18	1.777.783,275
6--17	57.496,877	2	114.993,755
7--9	14.012,225	4	56.048,899
7--17	46.490,275	9	418.412,471
8--10	24.662,311	1	24.662,311
8--16	67.772,721	36	2.439.817,963
8--22	84.630,604	2	169.261,209
8--27	26.399,606	1	26.399,606
9--10	1.200,000	15	18.000,000
10--14	60.116,720	1	60.116,720
10--16	88.714,793	9	798.433,133
11--17	35.211,371	10	352.113,707
12--19	3.000,504	2	6.001,008
13--14	11.374,093	1	11.374,093
13--27	1.655,295	1	1.655,295
14--16	25.541,491	1	25.541,491
15--23	2.898,344	10	28.983,444
16--21	20.088,776	1	20.088,776
16--25	49.901,091	5	249.505,456
16--26	35.212,021	16	563.392,331
16--28	43.809,661	51	2.234.292,711
16--30	4.121,896	2	8.243,792
17--20	2.265,226	10	22.652,263

Çizelge 6.12. (devam)

Akış olan departman çiftleri	Departmanlar arası birim taşıma mesafesi (mm)	Akış miktarı	Toplam taşıma mesafesi
17--21	1.952,562	11	21.478,186
17--23	6.708,251	10	67.082,505
17--28	18.539,137	2	37.078,275
18--19	6.802,207	2	13.604,415
19--25	31.300,607	2	62.601,215
19--28	25.222,074	2	50.444,148
20--21	55.527,129	6	333.162,775
21--30	22.721,039	6	136.326,236
22--28	60.832,886	2	121.665,772
24--25	1.500,000	7	10.500,000
24--26	18.143,112	9	163.288,004
25--26	12.761,368	7	89.329,573
25--28	4.286,315	2	8.572,631
28--29	1.548,620	29	44.909,992
12--Y.K.	69.588,376	1	69.588,376
19-- Y.K.	55.696,581	8	445.572,650
14-- Y.K.	72.672,730	2	145.345,461
22-- Y.K.	9.237,139	5	46.185,693
16-- Y.K.	35.459,838	151	5.354.435,583
17-- Y.K.	39.486,820	34	1.342.551,870
21-- Y.K.	36.764,608	22	808.821,385
		Toplam	**25.824.334,640**
		%İyileşme	**%17,100**

Toplam malzeme taşıma maliyeti= (9*1*13.118,115)+(25*1*8.902,296)+

(16*1*38.432,697)+……+(22*1*36.764,608)= **25.824.334,640 pb**

Çizelge 6.12'de hücresel imalata geçişle beraber toplam taşıma maliyetinde **%17,1** lik bir iyileşme gözlemlenmiştir.

Çizelge 6.13. Blok Diyagramlama Tekniği 1. iterasyon sonundaki yeni yerleşimin toplam taşıma mesafesi

Akış olan departman çiftleri	Departmanlar arası birim taşıma mesafesi (mm)	Akış miktarı	Toplam taşıma mesafesi
1--3	13.118,116	9	118.063,040
1--4	8.902,297	25	222.557,418
1--5	38.432,698	16	614.923,162
1--6	25.087,337	5	125.436,687
1--7	35.121,517	4	140.486,067
1--16	145.538,169	5	727.690,845
1--22	140.732,488	1	140.732,488
1--25	70.156,418	1	70.156,418
2--4	21.100,182	26	548.604,742
2--5	51.982,507	12	623.790,078
2--6	38.664,829	11	425.313,123
2--8	143.370,550	4	573.482,198
2--17	94.912,896	1	94.912,896
2--25	83.734,714	1	83.734,714
3--7	15.612,758	9	140.514,826
4--6	10.496,729	21	220.431,317
4--8	114.856,012	17	1.952.552,197
4--10	28.899,404	5	144.497,018
4--11	31.103,203	6	186.619,215
4--12	76.279,555	3	228.838,665
4--16	131.043,567	7	917.304,966
5--6	22.259,661	4	89.038,643
5--8	83.133,863	19	1.579.543,397
5--10	4.036,087	1	4.036,087
5--11	15.556,344	4	62.225,376
5--14	47.960,088	1	47.960,088
5--17	37.885,787	1	37.885,787
6--9	7.970,100	11	87.671,104
6--16	120.886,835	18	2.175.963,032
6--17	57.496,877	2	114.993,755
7--9	14.012,225	4	56.048,899
7--17	46.490,275	9	418.412,471
8--10	97.298,353	1	97.298,353
8--16	18.165,391	36	653.954,062
8--22	12.087,149	2	24.174,298
8--27	49.208,934	1	49.208,934
9--10	1.200,000	15	18.000,000
10--14	60.116,720	1	60.116,720
10--16	111.822,576	9	1.006.403,180
11--17	35.211,371	10	352.113,707
12--19	3.000,504	2	6.001,008
13--14	11.374,093	1	11.374,093
13--27	1.655,295	1	1.655,295
14--16	48.390,830	1	48.390,830
15--23	2.898,344	10	28.983,444
16--21	10.001,445	1	10.001,445
16--25	73.329,045	5	366.645,227
16--26	59.408,218	16	950.531,493
16--28	4.104,437	51	209.326,267
16--30	30.899,580	2	61.799,159
17--20	2.265,226	10	22.652,263

Çizelge 6.13. (devam)

Akış olan departman çiftleri	Departmanlar arası birim taşıma mesafesi (mm)	Akış miktarı	Toplam taşıma mesafesi
17--21	1.952,562	11	21.478,186
17--23	6.708,251	10	67.082,505
17--28	60.298,073	2	120.596,146
18--19	6.802,207	2	13.604,415
19--25	31.300,607	2	62.601,215
19--28	40.060,242	2	80.120,485
20--21	55.527,129	6	333.162,775
21--30	22.721,039	6	136.326,236
22--28	16.015,305	2	32.030,610
24--25	1.500,000	7	10.500,000
24--26	18.143,112	9	163.288,004
25--26	12.761,368	7	89.329,573
25--28	67.704,671	2	135.409,342
28--29	65.416,269	29	1.897.071,795
12--Y.K.	69.588,376	1	69.588,376
19-- Y.K.	55.696,581	8	445.572,650
14-- Y.K.	72.672,730	2	145.345,461
22-- Y.K.	9.237,139	5	46.185,693
16-- Y.K.	15.159,760	151	2.289.123,790
17-- Y.K.	39.486,820	34	1.342.551,870
21-- Y.K.	36.764,608	22	808.821,385
		Toplam	**25.262.841,010**
		%İyileşme	**%18,902**

Toplam malzeme taşıma maliyeti= (9*1*13.118,115)+(25*1*8.902,296)+ (16*1*38.432,697)+…… +(22*1*36.764,608)= **25.262.841,010 pb**

Çizelge 6.13'de blok diyagramlama tekniği 1. iterasyon sonunda toplam taşıma maliyetinde **%18,9** luk bir iyileşme gözlemlenmiştir.

Çizelge 6.14. Blok Diyagramlama Tekniği 2. iterasyon sonundaki yeni yerleşimin toplam taşıma mesafesi

Akış olan departman çiftleri	Departmanlar arası birim taşıma mesafesi (mm)	Akış miktarı	Toplam taşıma mesafesi
1--3	13.118,116	9	118.063,040
1--4	24.745,388	25	618.634,710
1--5	40.405,523	16	646.488,360
1--6	56.202,001	5	281.010,004
1--7	35.121,517	4	140.486,067
1--16	149.731,026	5	748.655,128
1--22	140.732,488	1	140.732,488
1--25	70.156,418	1	70.156,418
2--4	38.195,327	26	993.078,494
2--5	53.961,051	12	647.532,607
2--6	69.770,391	11	767.474,299
2--8	143.370,550	4	573.482,198
2--17	94.912,896	1	94.912,896
2--25	83.734,714	1	83.734,714
3--7	15.612,758	9	140.514,826
4--6	23.542,568	21	494.393,924
4--8	97.107,359	17	1.650.825,103
4--10	30.255,453	5	151.277,266
4--11	26.182,205	6	157.093,228
4--12	58.508,546	3	175.525,639
4--16	117.571,112	7	822.997,785
5--6	8.139,564	4	32.558,256
5--8	81.138,395	19	1.541.629,509
5--10	19.080,473	1	19.080,473
5--11	15.892,761	4	63.571,042
5--14	45.962,702	1	45.962,702
5--17	36.095,939	1	36.095,939
6--9	17.842,445	11	196.266,894
6--16	94.041,092	18	1.692.739,649
6--17	27.956,418	2	55.912,836
7--9	11.043,550	4	44.174,201
7--17	46.490,275	9	418.412,471
8--10	83.472,284	1	83.472,284
8--16	21.849,518	36	786.582,630
8--22	12.087,149	2	24.174,298
8--27	49.208,934	1	49.208,934
9--10	1.200,000	15	18.000,000
10--14	47.857,395	1	47.857,395
10--16	100.384,073	9	903.456,653
11--17	23.230,166	10	232.301,663
12--19	7.000,216	2	14.000,432
13--14	11.374,093	1	11.374,093
13--27	1.655,295	1	1.655,295
14--16	52.455,623	1	52.455,623
15--23	2.898,344	10	28.983,444
16--21	14.201,018	1	14.201,018
16--25	77.435,321	5	387.176,604
16--26	63.442,387	16	1.015.078,184
16--28	4.104,437	51	209.326,267
16--30	10.148,893	2	20.297,786
17--20	2.265,226	10	22.652,263

Çizelge 6.14. (devam)

Akış olan departman çiftleri	Departmanlar arası birim taşıma mesafesi (mm)	Akış miktarı	Toplam taşıma mesafesi
17--21	1.952,562	11	21.478,186
17--23	6.708,251	10	67.082,505
17--28	64.497,938	2	128.995,876
18--19	2.831,965	2	5.663,930
19--25	35.300,539	2	70.601,077
19--28	40.241,558	2	80.483,117
20--21	55.527,129	6	333.162,775
21--30	5.166,297	6	30.997,782
22--28	16.733,499	2	33.466,999
24--25	1.500,000	7	10.500,000
24--26	18.143,112	9	163.288,004
25--26	12.761,368	7	89.329,573
25--28	71.781,631	2	143.563,261
28--29	1.548,620	29	44.909,992
12--Y.K.	69.588,376	1	69.588,376
19-- Y.K.	51.740,634	8	413.925,068
14-- Y.K.	72.672,730	2	145.345,461
22-- Y.K.	9.237,139	5	46.185,693
16-- Y.K.	11.819,963	151	1.784.814,443
17-- Y.K.	39.486,820	34	1.342.551,870
21-- Y.K.	36.764,608	22	808.821,385
		Toplam	**23.420.483,400**
		%İyileşme	**%24,816**

Toplam malzeme taşıma maliyeti= (9*1*13.118,115)+(25*1*24.745,388)+

(16*1*40.405,522)+….. +(22*1*36.764,608)= **23.420.483,400 pb**

Çizelge 6.14'de blok diyagramlama tekniği 2. iterasyon sonunda toplam taşıma maliyetinde %24,8 lik bir iyileşme gözlemlenmiştir. Son olarak Çizelge 6.15'de görüldüğü gibi bir maliyet analiz tablosu oluşmaktadır.

Çizelge 6.15. Maliyet analiz tablosu

	Toplam taşıma maliyeti	**%İyileşme**
Mevcut Yerleşim	31.151.296,050 pb	-
Hücresel İmalat (A)	25.824.334,640 pb	%17,100
Blok Diyagramlama (B)	23.420.483,400 pb	%24,816

Çalışmada, grup teknolojisi yöntemlerinden birisi olan Derece Sırası Kümeleme Tekniği ve Hollier-1 Metodu ile elde edilen yerleşim sonucu A, ilk çözümdür. Ek olarak, bu çözüm hücresel yerleşim değiştirilmek suretiyle Blok Diyagramlama Sezgisel Yöntemi ile geliştirilerek yeni bir B çözümü bulunmuştur.

7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Fabrika yerleşim düzenlerinden biri olan GT yerleşim düzeni ve onun üretime uygulanmış hali olan hücresel imalat endüstride geniş bir uygulama alanına sahiptir. Her biri bir parçanın, ürün ailesinin veya sınırlı aile grubunun imalatına ayrılmış farklı makineler veya süreçlerin hücrelerde birleştirildiği hücresel imalatta benzer parçalar bir araya getirilir. Bu şekilde üretim hücreleri oluşturulur. Küçük partiler halinde üretim sistemlerinde yığın üretime uygun yerleşim düzeninin avantajını sağlamak üzere tasarlanır. Taşımalar genelde bir hücrenin içinde gerçekleştirildiği için taşıma maliyetleri önemli ölçüde düşer. Bu açıdan hücresel imalatın taşıma maliyetleri üzerinde azaltıcı etkisi vardır.

Çalışmada fabrikadaki mevcut sistem, üretim hattı başlangıçtan bitmiş ürünün sistemden çıktığı ana kadar gözlemlenmiş, hatalar saptanmaya çalışılmıştır. Parçalar proses gereklerine göre karmaşık bir rota izlemektedir ve malzeme taşımada sorunlar yaşanmaktadır. Bu durum sipariş edilen ürünlerin gecikmesine ve malzeme taşıma maliyetlerinin artışına sebep olmaktadır. Bu nedenle esnek ve yüksek verimliliğe sahip bir üretim sistemi oluşturmak, etkin planlama ve kontrol sistemleri kurmak amacıyla hücresel imalat sisteminden yararlanılmıştır. Bu sistemden maksimum faydayı sağlamak için hücrelerin en uygun şekilde oluşturulmaları gerekmektedir. Gerek hücrelerin hangi parçaları üreteceklerinin, gerekse hücre içerisinde bu parçaları hangi makinelerin işleyeceğinin tespit edilmesi hücrelerin oluşturulması aşamasında karşılaşılan en önemli ilk problemdir. Çalışmada, grup teknolojisi yöntemlerinden birisi olan Derece Sırası Kümeleme Tekniği uygulanarak parça ve makine grupları oluşturulmuştur. Fabrikada üretimi gerçekleştirilen parçalardan 91 adet parçaya ait bilgiler ışığında hazırlanan 30 adet makine ve 91 adet parçadan oluşan makine – parça matrisine DSK yöntemi uygulanmadan önce matris görsel olarak incelenmiş ve 2 farklı gruptan meydana gelen imalat hücreleri oluşturulmuştur. Hücrelerin birbirlerinden tamamen ayrılabilir nitelikte olmadığı ve bunun nedeninin ise birtakım istisnai parçalar olduğu anlaşılmıştır.

Birden fazla hücrede imal edilebilen parçaların olması da çözülmesi gereken ikinci önemli problemdir. Bu parçalar iş akışını daha karmaşık hale getirirler. İstisnai

parçalar hücreler arası hareketi ve maliyeti artırır. Bu nedenle bunlar elimine edilmelidir. Bunun için istisnai parçalar; bu işlemleri taşeronlarda yaptırmak; parçanın hücreler arasında dolaşmasına neden olan makine hücreler arasında ortak kullanarak; ek makine yatırımına gidip, gerekli makineyi diğer hücre için de temin ederek veya alternatif süreç (işlem) planlarının geliştirilmesiyle imal edilebilir.

Hücre içi makine yerleşiminde ise ters yönde parça taşımalarını en aza indirmek için Hollier-1 yöntemi ve komşu olmayan bölümler arasındaki akışın minimizasyonunu sağlamak için ise sürece göre yerleşimin tasarlanmasında kullanılan bir teknik olan Blok Diyagramlama Sezgisel Yöntemi karşılaştırmalı uygulanmıştır. Hücreler arası malzeme taşıma mesafesi ve maliyetleri ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Çalışmanın bulgularına göre, hücresel imalat uygulamasıyla toplam malzeme taşıma maliyetinde %17,1 lik bir kazanç elde edilmiştir. Toplam taşıma maliyetinin en iyi sonuç değerinin ise Blok Diyagramlama Yöntemi sonucu % 24,8 lik bir iyileşmeyle elde edildiği gözlemlenmiştir. Hücresel imalat sistemi fabrika içindeki malzeme akışını basitleştirmiştir. Makine önünde parça yığılmalarını önleme, hazırlık sürelerini azaltarak toplam üretim zamanını kısaltma, üretim içi stok miktarlarını azaltma gibi yararlar sağlamıştır. Ayrıca üretim planlama ve kontrol faaliyetlerini basitleştirerek yüksek kalitede bir üretim elde edilmesini sağlamıştır.

Literatürde özellikle, hücresel imalat sistemlerinde yalnızca parça ailelerinin oluşturulmasına odaklanmış çalışmalara rastlamak mümkündür. Oysa hücresel imalat yaklaşımı sadece parça ve makinelerin imalat hücreleri şeklinde gruplandırılmasından ibaret değildir. Oluşturulan hücrelerin etkinliği de önemlidir. Bunun için ilerde yapılacak olan çalışmalarda, hücre içi yerleşim tekniklerinin sonuç üzerindeki performanslarını hesaplama kolaylığı sağlaması, değiştirilebilen ve yeniden düzenlenebilen basit bileşenlere dönüştürülmesi için bilgisayar teknolojisindeki ilerlemeler ışığında bir yazılım geliştirilmesi planlanmaktadır. Doğru ve hızlı bir şekilde uygulandığında gelişmiş bir üretim akışı ve çıktı sayısı elde etmekle birlikte, aynı zamanda üretim tesislerini daha modüler hale getireceği ve gelecekteki genişlemeye açık olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR LİSTESİ

[1] Hyer, N. L. & Wemmerlov, U., 'Group technology and productivity', Harward Business Review, 62(4): 140-149, 1984.

[2] Wemmerlov, U., Hyer, N.L., Cellular manufacturing in the U.S. industry: a survey of users, International Journal of Production Research, 27(9): 1511-1530, 1989.

[3] Anbumalar, V., Mayandy, R., Prasath, K. A., Chandra Sekar, M. R., Implementation of Cellular Manufacturing in Process Industry- A Case Study, International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology. 3(3), p.1144-1149, 2014.

[4] Kyle, R.G. ve Ludka, C.R., Simulating the furniture industry, Proceeding of the 2000 Winter Simulation Conference, 1347-1350 ,2000.

[5] Flanders, R. E., Design Manufacture and Production Control of a Standard Machine, Transactions of the American Society of Mechanical Engineers, 46, 691-738, 1925.

[6] Kerr, J.C., Planning in a General Engineering Shop, Journal of the Inst. of Production Engineers, 18(1):15-30, 1939.

[7] Karling, A., Group Production and its Influences on Productivity, 2nd International Congress of Engineering Manufacture, Paris, 1949.

[8] Mitrofanov, S. P., The Scientific Principles of Group Technology, Leningrad, 1959.

[9] Mitrofanov, S.P., Scientific Principles of Group Technology, National Lending Library for Science and Technology, 1966.

[10] Burbidge, J. L, Change to Group Technology: process organization is obsolete. International Journal of Production Research, 30,1209 1219, 1992.

[11] Buffa, E. S., Sarin, R. K., Modern Production operations and management (8), India: Gopsons Paper Ltd., 484, 672-674, 2002.

[12] Nicoletti, S., Nicosia, G. Ant Pacifici, A., Group Technology with flow shop cells, Italy: University of Roma, 1998.

[13] Askin, R.G., Standridge, C.R.: Modeling & Analysis Of Manufacturing Systems, John Wiley & Sons, 1993.

[14] Ham, I., Group Technology Applications to Production Management, Boston, 1985.

[15] King, J. R., Machine-component grouping in production flow analysis: An approach using a rank order clustering algorithm, International Journal of Production Research, 18(2): 213-232,1980.

[16] Irani, S. A., Handbook of Cellular Manufacturing Systems , New York, 1999.

[17] Singh, N., Design of cellular manufacturing systems, European Journal of Operational Research 69(3): 284-291, 1993.

[18] Mahesh, O., Srinivasan, G., Increment cell formation considering alternative machines, International Journal of Production Research, 40(14): 3291-3310, 2002.

[19] Y. Güven, Fabrika Düzenlemesi ve Hücresel İmalat Sistemi İle Grup Teknolojisinin Tarım Alet ve Makineleri Üreten Bir Fabrika Bilgisayar Destekli Uygulaması. Yüksek Lisans Tezi. Trakya Üniversitesi, Edirne, 1998.

[20] E. Eroğlu, Hücresel İmalat Sistemlerinde Bilgisayar Destekli Tesis Düzenleme Tasarımı. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi, Ankara, 2001.

[21] P. Minsin, Hücresel İmalatın GERT Tekniği İle Planlaması Ve Bir Uygulama Denemesi. Yüksek Lisans Tezi. Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir, 2004.

[22] K. G. Güçlü, Türk Traktör Fabrikasında Makine Yerleşiminde Hücresel İmalat Uygulaması. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi, Ankara, 2006.

[23] E. Çoruh, Hazır Giyim İşletmelerinde Hücresel İmalat Sistem Yaklaşımı Ve Bir Model Önerisi. Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi, Ankara, 2006.

[24] E. Babalı, Grup Teknolojisinde Parça Ailesi Ve İmalat Hücresi Oluşturma: Bir Örnek İnceleme. Yüksek Lisans Tezi. Sakarya Üniversitesi, Sakarya, 2007.

[25] H. Ciritcioğlu, Hücresel İmalat Sistemine Göre Mobilya Endüstrisinde Ergonomik Hücre Tasarımı Ve Modellenmesi. Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi, Ankara, 2009.

[26] N. Erboy, Siparişe Dayalı Üretim Hücrelerinin Modellenmesi Ve Metal Sektöründe Bir Uygulama. Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, 2010.

[27] B. Turanoğlu, Fabrika İçi Yerleşim Düzeni Ve Bir İşletmede Uygulaması. Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Üniversitesi, Erzurum, 2012.

[28] B. V. Ağca, Üretim Akış Analizi Ve Hücresel İmalat Uygulaması. Yüksek Lisans Tezi. Başkent Üniversitesi, Ankara, 2014.

[29] Lanarolle, G., Ratnayake, V., Cellular Manufacturing and Teamwork Concepts in Garment Manufacturing, IOSR Journal of Business and Management (IOSR-JBM. 16(6): 81-93, 2014.

[30] Liu, C., Wang, J., Joseph, Y., Leung, T., Li, K., Solving Cell Formation and Task Scheduling in Cellular Manufacturing System by Discrete Bacteria Foraging Algorithm, International Journal of Production Research. 54(3):923-944, 2016.

[31] Kitazawa, M., Takahashi, T.B., Takahashi, S., Yoshikawa, A., Terano, T., Improving a Cellular Manufacturing System through Real Time-Simulation and -Measurement, IEEE 40th Annual Computer Software and Applications Conference, D.10, 117-122, 2016.

[32] Pachayappan, M., Panneerselvam, R., Development of Similarity Coefficient for Machine-Component Cell Formation of Cellular Manufacturing System and its Comparison, Asian Journal of Empirical Research, 7(6): 134-146,2017.

[33] Ziai, M.R., Sule, D.R., Computerized Facility Layout Design, Computers ant Industrial Engineering, 21(4): 385-389, 1991.

[34] Drira, A., Gaboy, S.H., Facility Layout Problems: A Survey, Annual Review in Control. 31(2): 255-267,2007.

[35] Jiang, S., Nee, A.Y.C., A Novel Facility Layout Planning ant Optimization Methodology, CIRP Annals-Manufacturing Technology, 62(1): 483-486, 2013.

[36] ElMaraghy, H., Espinoza, V., A Model for Assessing The Layout Structural Complexity of Manufacturing Systems, Journal of Manufacturing Systems,33(1): 51-64, 2014.

[37] Şahin, R., Türkbey, O., Çok Amaçlı Tesis Yerleşim Problemi İçin Yeni Bir Melez Sezgisel Algoritma, Journal of The Faculty of Engineering ant Architecture of Gazi University, 25(1):119-130, 2010.

[38] Yiğit, V., Türkbey, O., Tesis Yerleşim Problemlerine Sezgisel Metotlarla Yaklaşım, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der., 18(4): 45-56, 2003.

[39] Sütçü, A., Tanrıtanır, E., Durmuşoğlu, B., Koruca, H.I., An Integrated Methodology for Layout Design ant Work Organisation in A Furniture Manufacturing Plant, South African Journal of Industrial Engineering. 22(1):183-197, 2011.

[40] Kanduc, T., Rodic B., Optimization of A Furniture Factory Layout, Croation Operational Research Review, 6(1):121-130, 2015.

[41] Şahin, R., Türkbey, O., A new hybrid tabu-simulated annealing heuristic for the dynamic facility layout problem. International Journal of Production Research, 47(24): 6855-6873, 2009.

[42] Cerit, A.M., Üretim ve Tasarım, Makine Mühendisliği El Kitabı. TMMOB Makine Mühendisleri Odası. No.169. 1994.

[43] Su, B.A., Aslan, D., Tesis Planlama, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları. No: 201. 1997.

[44] Demirkol, Ş., Factory Layout, http://kisi.deu.edu.tr/sebnem.demirkol/ CourseNote/ FactLay.doc (Erişim tarihi: 02.07.2017).

[45] Chand, S., Industrial Plant Layout: Meaning, Definition, Need and Importance, http://www.yourarticlelibrary.com/industries/plant-layout/İndust rial-plant-layout-meaning-definition-need-and-importance (Erişim tarihi: 01.07.2017).

[46] Onay, E., Şaman, G., Bir işletmede Süreç İyileştirme ve Tesis Yerleşim Planlaması, Dokuz Eylül Üniversitesi. Müh. Fak. Endüstri Müh. Böl., İzmir, 2010.

[47] Ercan, S., Özden, K., İşyeri Fabrika Tasarımı ve Yerleşim Düzeni. Papatya Yayıncılık, İstanbul, 2009.

[48] Sindhuja, S., 5 Main Types of Plant Layout Industries, http://www.businessmanagementideas.com/industries/plant-layout/5-main-types-of-plant-layout-industries (Erişim tarihi: 03.07.2017).

[49] Aras, N., Tesis Yerleşim Planlaması , Anadolu Üniversitesi, Müh. Fak. Endüstri Müh. Böl., Eskişehir, 2016.

[50] Eryiğit, M., Fabrika ve İşyeri Düzenlemesi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bolu, 2000.

[51] Chand, S., Four Main Types of Plant Layout, http://www.yourarticlelibrary.com /industries/plant-layout/four-main-types-of-plant-layout (Erişim tarihi: 04.07.2017).

[52] İşlier, A. A. Tesis planlaması , Eskişehir Osmangazi Üniversitesi. Müh. Mim. Fak. Endüstri Müh. Böl., Eskişehir, 1997.

[53] Tanyaş, M., Baskak, M., Üretim Planlama ve Kontrol. İrfan Yayınevi, İstanbul, 2012.

[54] Aras, N., Tesis Planlamasına Giriş, Anadolu Üniversitesi, Müh. Fak. Endüstri Müh. Böl., Eskişehir, 2015.

[55] Rajamani, D., Singh, N. & Aneja, Design of cellular manufacturing systems, International Journal of Production Research, 34(7): 1917-1928, 1996.

[56] Anonim, What Is Cellular Manufacturing?, http://www.shmula.com/what-is-cellular_manufacturing (Erişim tarihi: 05.07.2017).

[57] Wemmerlov, U. & Hyer, N. L., Procedures for the part family/machine group identification problem in cellular manufacturing, Journal of operations Management, 6(2): 125-147,1986.

[58] M. Kazerooni, An Integrated Methodology for Cellular Manufacturing System Design. Doctorate thesis. University Of South Australia, South Australia,1997.

[59] Goover, Mikell P., Automation Production Systems and Computer İntegrated Manufacturing, Prentice-Hall İnternational İnc., 420-453, 2001.

[60] Üçüncü, K., Makine Düzenleme Sistem ve Teknikleri ders notları , Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, 2017.

[61] Ş. Sezgin, Hücresel İmalat ve Bir Uygulama. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi, İstanbul, 2001.

[62] Anonim, Group Technology / Cellular Manufacturing, https://tr.scribd.com /document/72830924/Skript-insel (Erişim tarihi: 06.07.2017).

[63] Singh, System Approach to Computer - Integrated Design ant Manufacturing, John Wiley & Sons Inc. , The USA, 1996.

[64] Gonçalves, Jose Fernando ve Mauricia G. C. Resende, An Evolutionary Algorithm for Manufacturing Cell Formation, http://www.research.att.com/~ mgcr/doc/gagt/pdf. 2004.

[65] Amruthnath, N., Gupta , T., Modified Rank Order Clustering Algorithm Approach by Including Manufacturing Data, Preprints of the 4th IFAC International Conference on Intelligent Control and Automation Sciences, 138-142, Reims France, 2016.

[66] Maukar, A. L., Group Technology and Facility Layout, http://slideplayer.com/slide/3869286/ (Erişim tarihi: 07.07.2017).

[67] Baran, J. J., Tips on Tackling GT Based Cells , Manufacturing Engineering, 46-49, 1991.

[68] Anonim, IE551-Chapter 5 Plant Layout, https://tr.scribd.com/document/334660874/IE551-chp5-2008-2009-1-pdf (Erişim tarihi: 08.07.2017).

[69] Haksever, C., Render, B., Rusell, R. S., Murdick, R. G., Hall, P., Service Management and Operations, 1999.

[70] Anonim, Group Technology and FMS, http://www.revotechnologies.net/notes-for-students.html (Erişim tarihi: 09.07.2017).

[71] Monden, Y., What Makes Toyota Production System Really Tick ?, Industrial Engineering, 28-34, 1981.

[72] Burbidge, J. L., Group technology in the engineering industry, Mechanical Engineering Publications Ltd, 1979.

[73] Waghodekar, P. H. & Sahu, S., Group technology: a research bibliography, OPSEARCH, 20(4): 225-249, 1983.

[74] Anonim, Pareto Analysis, http://www.improhealth.org/fileadmin/Documents/Improvement_Tools/Pareto_Analysis.pdf (Erişim tarihi: 10.07.2017)

[75] Tompkins, J.A., White, J.A., Bozer, Y.A., Tanchoco, J.M.A., Facilities Planning, John Wiley & Sons, Third Ed., 2003.

[76] Anonim, Fabrika ve Proses Tasarımı, http://gida.gumushane.edu.tr/user_files/files/5_HAFTA%20FABR%C4%B0KA%20VE%20PROSES%20TASARIMI%202_B%C3%B6l%C3%BCm.pptx (Erişim tarihi: 01.05.2017).

[77] Türkbey, O., "Facilities Layout: The Review Of Literature, Models And Their Techniques", J. Of Planning, State Planning Organization Of Prime Ministry Of Rep. Of Türkiye, Dpt. 2014, 10(18): 29-41, Ankara.1985.

[78] Chen, C.W., Sha, D.Y., A Literature Review And Analysis To The Facility Layout Problem, Journal of the Chinese Institute of Industrial Engineers, 18(1): 55-73,2001.

EKLER LİSTESİ

EK 1. Fabrikada Üretilen Parça Grupları ve Satış Miktarları

KESON GRUBU					
Ürün Adı	**2016 Satış miktarı**	**2015 Satış miktarı**	**2014 Satış Miktarı**	**Toplam Satış Miktarı**	**Açıklama**
TESH2	286	339	238	863	2 Çekmeceli Dosya Dolabı / H askılı
TESH3	575	584	660	1819	3 Çekmeceli Dosya Dolabı / H askılı
TKMP2	76	220	298	594	2 Çekmeceli Dosya Dolabı / MP Tekerli Keson
TKMP3	1011	1059	564	2634	3 Çekmeceli Dosya Dolabı / MP Tekerli Keson
HPMP3-500	1415	892	1170	3477	3 Çekmeceli Masa Kabini / MP Tekerli Keson
TEUDP3	50	67	50	167	3 Çekmeceli Mobil Keson / MP Tekerli Keson
TESMP2	4270	2050	1955	8275	2 Çekmeceli Mobil Keson / MP Tekerli Keson
TESMP3	5082	2928	2661	10671	3 Çekmeceli Mobil Keson / MP Tekerli Keson
TESUDP3	1456	1303	1539	4298	3 Çekmeceli Keson / MP Tekerli Keson
TKDHP3	177	182	217	576	3 Çekmeceli Dosya Dolabı / DH Masa Yüksekliğinde
TKDHP3/800	96	100	70	266	3 Çekmeceli Dosya Dolabı / DH Masa Yüksekliğinde
TRUDP3	133	131	104	368	3 Çekmeceli Keson / DH Masa Yüksekliğinde
TESDHP3	5791	3012	2069	10872	3 Çekmeceli Dosya Dolabı / DH Masa Yüksekliğinde
TESDHP3/800	918	803	974	2695	3 Çekmeceli Dosya Dolabı / DH Masa Yüksekliğinde
TKDH800SF	130	94	74	298	2 Çekmeceli Dosya Dolabı / Karteks
TE4FC	50	57	44	151	4 Çekmeceli Dosya Dolabı / Karteks
TES2FC	453	385	501	1339	2 Çekmeceli Dosya Dolabı / Karteks
TES4FC	1179	608	710	2497	4 Çekmeceli Dosya Dolabı / Karteks
TKH3	10	45	65	120	3 Çekmeceli Dosya Dolabı / H askılı
DH1C1	12	106	66	184	1 Çek.1 Kapaklı Masa Gövdesi / H askılı
H3	1	-	-	1	3 Çekmeceli Dosya Dolabı / H askılı
H2	1	-	-	1	2 Çekmeceli Dosya Dolabı / H askılı
HPMP2-500	19	35	27	81	2 Cekmeceli Masa Kabini / MP Tekerli Keson
TEUDP2	30	44	30	104	2 Çekmeceli Mobil Keson / MP Tekerli Keson
HPDHP4	12	-	1	13	4 Cekmeceli Masa Kabini / DH Masa Yüksekliğinde
HPDHP4-800	37	15	80	132	4 Cekmeceli Masa Kabini / DH Masa Yüksekliğinde
TEDH600	20	39	13	72	3 Çekmeceli Dosya Dolabı / DH Masa Yüksekliğinde
TEDH800	15	27	32	74	3 Çekmeceli Dosya Dolabı / DH Masa Yüksekliğinde
TK4FC	35	99	118	252	4 Çekmeceli Dosya Dolabı / Karteks
TK2FC	5	32	38	75	2 Çekmeceli Dosya Dolabı / Karteks
TEDH800SF	20	11	7	38	2 Çekmeceli Dosya Dolabı / Karteks
TE2FC	25	39	11	75	2 Çekmeceli Dosya Dolabı / Karteks
TKH2	-	52	14	66	2 Çekmeceli Dosya Dolabı / H askılı
HPDHP3-800	-	6	7	13	3 Çekmeceli Masa Kabini / DH Masa Yüksekliğinde
HPDHP3	-	-	1	1	3 Cekmeceli Masa Kabini / DH Masa Yüksekliğinde
TES3FC	-	-	6	6	3 Çekmeceli Dosya Dolabı / Karteks
TR4FC	-	1	3	4	4 Çekmeceli Dosya Dolabı / Karteks

Sıra	Ürün Adı	Toplam Satış Miktarı	Toplam Satış Miktarı %	Birikimli Toplam Satış Miktarı %
1	TESDHP3	10.872	20,44685%	20,44685%
2	TESMP3	10.671	20,06883%	40,51568%
3	TESMP2	8.275	15,5627%	56,07839%
4	TESUDP3	4.298	8,083202%	64,16159%
5	HPMP3-500	3.477	6,539156%	70,70074%
6	TESDHP3/800	2.695	5,068457%	75,7692%
7	TKMP3	2.634	4,953735%	80,72294%
8	TES4FC	2.497	4,696081%	85,41902%
9	TESH3	1.819	3,420973%	88,83999%
10	TES2FC	1.339	2,518243%	91,35823%
11	TESH2	863	1,623035%	92,98127%
12	TKMP2	594	1,117129%	94,0984%
13	TKDHP3	576	1,083277%	95,18167%
14	TRUDP3	368	0,692094%	95,87377%
15	TKDH800SF	298	0,560445%	96,43421%
16	TKDHP3/800	266	0,500263%	96,93448%
17	TK4FC	252	0,473934%	97,40841%
18	DH1C1	184	0,346047%	97,75446%
19	TEUDP3	167	0,314075%	98,06853%
20	TE4FC	151	0,283984%	98,35252%
21	HPDHP4-800	132	0,248251%	98,60077%
22	TKH3	120	0,225683%	98,82645%
23	TEUDP2	104	0,195592%	99,02204%
24	HPMP2-500	81	0,152336%	99,17438%
25	TK2FC	75	0,141052%	99,31543%
26	TE2FC	75	0,141052%	99,45648%
27	TEDH800	74	0,139171%	99,59565%
28	TEDH600	72	0,13541%	99,73106%
29	TKH2	66	0,124125%	99,85519%
30	TEDH800SF	38	0,071466%	99,92665%
31	HPDHP4	13	0,024449%	99,9511%
32	HPDHP3-800	13	0,024449%	99,97555%
33	TES3FC	6	0,011284%	99,98684%
34	TR4FC	4	0,007523%	99,99436%
35	H3	1	0,001881%	99,99624%
36	H2	1	0,001881%	99,99812%
37	HPDHP3	1	0,001881%	100%
	Toplam	**53172**		

Fabrikada imalatı yapılan tüm ürün gruplarının %90'nına denk gelen kısımları gri renkte gösterilmiştir.

DOLAP GRUBU					
Ürün Adı	**2016 Satış miktarı**	**2015 Satış miktarı**	**2014 Satış Miktarı**	**Toplam Satış Miktarı**	**Açıklama**
TK7680	76	64	76	216	Dosya Dolabı / Kapısız
HP2040-800	141	211	253	605	Dosya Dolabı / Kapısız
HP1240-800	104	85	158	347	Dosya Dolabı /Kapısız
HP1640-800	81	97	33	211	Dosya Dolabı /Kapısız
HP2240-800	197	119	265	581	Dosya Dolabı /Kapısız
TR8040LW	84	98	71	253	Dosya Dolabı /Kapısız
Kitaplık	304	-	-	304	Kitaplık 180x100x25 cm
HP2FSD	103	167	152	422	Sürgülü Dosya Dolabı /Tam Kapılı
HP3FSD	94	265	103	462	Sürgülü Dosya Dolabı /Tam Kapılı
HPSOY1840-800	267	29	91	387	Dosya Dolabı /Tam Kapılı
HPSOY1850-900	407	10	1	418	Dosya Dolabı /Tam Kapılı
TK2000CD	88	101	63	252	Dosya Dolabı Kapağı / Kapaklar
TK780CD	76	30	52	158	Dosya Dolabı Kapağı / Kapaklar
HP1200CD-800	86	32	81	199	Dosya Dolabı Kapağı / Kapaklar
HP2240CD-800	93	50	101	244	Dosya Dolabı Kapağı / Kapaklar
TR800CD	120	114	65	299	Dosya Dolabı Kapağı / Kapaklar
TES1845CD	1151	481	334	1966	Dosya Dolabı Kapağı / Kapaklar
TES745CD	3391	1101	738	5230	Dosya Dolabı Kapağı / Kapaklar
TES2045CD	145	142	141	428	Dosya Dolabı Kapağı / Kapaklar
TES1245CD	195	103	160	458	Dosya Dolabı Kapağı / Kapaklar
TES1045CD	175	320	328	823	Dosya Dolabı Kapağı / Kapaklar
Raf TKWS	179	247	271	697	Raf TKWS
TK2040BOXA	255	188	125	568	Dosya Dolabı A Kutusu /Dolap Yardımcı Malzeme
TK2040BOXB	242	177	125	544	Dosya Dolap B Kutusu /Dolap Yardımcı Malzeme
TK2040BOXC	240	181	121	542	Dosya Dolap C Kutusu /Dolap Yardımcı Malzeme
TR1640BEBOXA	66	71	48	185	Dosya Dolap A Kutusu /Dolap Yardımcı Malzeme
TR1640BEBOXB	66	70	50	186	Dosya Dolap B Kutusu /Dolap Yardımcı Malzeme
TKSTBBOXC	123	130	240	493	Sürgülü Dolap C Kutusu /Dolap Yardımcı Malzeme
TK2050STBOXA	68	41	92	201	Sürg.Dolap A Kutusu /Dolap Yardımcı Malzeme
TK2050STBOXB	58	27	86	171	Sürg.Dolap B Kutusu /Dolap Yardımcı Malzeme
TKDHSTBOXA	55	83	104	242	Sürg.Dolap A Kutusu /Dolap Yardımcı Malzeme
TKDHSTBOXB	65	57	109	231	Sürg.Dolap B Kutusu /Dolap Yardımcı Malzeme
TES1845BOXA	1381	709	592	2682	Dosya Dolap A Kutusu /Dolap Yardımcı Malzeme
TESSTBOXB	5999	2805	2731	11535	Dosya Dolap B Kutusu /Dolap Yardımcı Malzeme
TESSHELFBOXC	5338	3391	3318	12047	Dosya Dolap C Kutusu /Dolap Yardımcı Malzeme
TES745BOXA	3944	1338	1017	6299	Dosya Dolap A Kutusu /Dolap Yardımcı Malzeme
TES2045BOXA	212	223	263	698	Dosya Dolap A Kutusu /Dolap Yardımcı Malzeme
TES1045BOXA	288	409	488	1185	Dosya Dolap A Kutusu /Dolap Yardımcı Malzeme
TES1245BOXA	306	203	278	787	Dosya Dolap A Kutusu /Dolap Yardımcı Malzeme
HP740-800	26	45	41	112	Dosya Dolabı /Kapısız
TE8040	35	35	10	80	Dosya Dolabı /Kapısız
TR1640WH	10	2	-	12	Dosya Dolabı /Kapısız
TK2040	2	-	-	2	Dosya Dolabı /Kapısız
HPSOY1850-600	29	125	21	175	Dosya Dolabı / Tam Kapılı
HP2000CD-800	46	85	94	225	Dosya Dolabı Kapağı / Kapaklar

HP700CD-800	32	20	21	73	Dosya Dolabı Kapağı / Kapaklar
HP1600CD-800	33	2	13	48	Dosya Dolabı Kapağı / Kapaklar
TR800GCD	36	20	16	72	Dosya Dolabı Kapağı / Kapaklar
TR1600CD	35	18	17	70	Dosya Dolabı Kapağı / Kapaklar
TE800CD	35	39	14	88	Dosya Dolabı Kapağı / Kapaklar
TE1600CD	10	5	3	18	Dosya Dolabı Kapağı / Kapaklar
TE1800C	10	21	18	49	Dosya Dolabı Kapağı / Kapaklar
TR1200CD	1	-	-	1	Dosya Dolabı Kapağı / Kapaklar
HP2240-800BOXA	6	1	-	7	Dosya Dolap A Kutusu /Dolap Yardımcı Malzeme
HP2240-800BOXB	4	-	3	7	Dosya Dolap B Kutusu /Dolap Yardımcı Malzeme
HP2240-800BOXC	4	-	1	5	Dosya Dolap C Kutusu /Dolap Yardımcı Malzeme
TE1840BOXA	35	28	36	99	Dosya Dolap A Kutusu /Dolap Yardımcı Malzeme
TE1840BOXB	35	36	35	106	Dosya Dolap B Kutusu /Dolap Yardımcı Malzeme
TE1640BOXA	15	15	11	41	Dosya Dolap A Kutusu /Dolap Yardımcı Malzeme
TE1640BOXB	15	10	11	36	Dosya Dolap B Kutusu /Dolap Yardımcı Malzeme
Seyyar Rafı	20	-	-	20	Dosya Dolap Seyyar Rafı (25x764x355)
HP1640-800BOXA	9	-	-	9	Dosya Dolap A Kutusu /Dolap Yardımcı Malzeme
HP1640-800BOXB	7	-	-	7	Dosya Dolap B Kutusu /Dolap Yardımcı Malzeme
HP2040-800BOXA	4	-	-	4	Dosya Dolap A Kutusu /Dolap Yardımcı Malzeme
HP2040-800BOXC	7	-	-	7	Dosya Dolap C Kutusu /Dolap Yardımcı Malzeme
HP1240-800BOXB	1	-	4	5	Dosya Dolap B Kutusu /Dolap Yardımcı Malzeme
TR1240BOXA	1	-	-	1	Dosya Dolap A Kutusu /Dolap Yardımcı Malzeme
TR1240BOXB	1	-	-	1	Dosya Dolap B Kutusu /Dolap Yardımcı Malzeme
HP2FSD	1	1	-	2	Sürgülü Dolap Kapısı/ Numune dolap
TK2040	-	-	44	44	Dosya Dolabı /Kapısız
TE1640	-	-	1	1	Dosya Dolabı /Kapısız
TES760	-	10	20	30	Dosya Dolabı /Kapısız
TK2060-800	-	-	1	1	Dosya Dolabı / Kapısız
TK2060-800FSD	-	-	6	6	Dosya Dolabı 2 Çek. / Kapısız
TK2040/800	-	-	1	1	Dosya Dolabı / Kapısız
TK1240	-	-	1	1	Dosya Dolabı 120x40x80 / Kapısız
TK1340	-	-	1	1	Dosya Dolabı 130x40x100 / Kapısız
TK704080	-	-	2	2	Dosya Dolabı 80x40x73 / Kapısız
STC2400	-	1	1	2	Dos.Dol.100x40x240 / Kapısız
ASD1860	-	-	1	1	Soyunma Dolabı /Tam Kapılı
TK1660	-	1	7	8	Sürmeli Dosya Dolabı /Tam Kapılı
Akv Dolabı	-	-	1	1	Akv Dolabı G:530-D:318-Y:700 mm /Tam Kapılı
TK1200CD	-	5	1	6	Dosya Dolabı Kapağı / Kapaklar
TK700CD	-	-	8	8	Dosya Dolabı Kapağı / Kapaklar
TK2000CD	-	19	44	63	Dosya Dolabı Kapağı / Kapaklar
TES760CD	-	10	20	30	Dosya Dolabı Kapağı / Kapaklar
TES1645CD	-	3	8	11	Dosya Dolabı Kapağı / Kapaklar
TK1200-800CD	-	-	7	7	Dosya Dolabı Kapağı / Kapaklar
TK6060	-	-	1	1	Dosya Dolabı Kapağı / Kapaklar
TK2060BOXA	-	3	24	27	Dosya Dolap A Kutusu /Dolap Yardımcı Malzeme
TK2060BOXB	-	-	25	25	Dosya Dolap B Kutusu /Dolap Yardımcı Malzeme
TK2060BOXC	-	-	15	15	Dosya Dolap C Kutusu /Dolap Yardımcı Malzeme
TK1240BOXA	-	-	22	22	Dosya Dolap A Kutusu /Dolap Yardımcı Malzeme

TK1240BOXB	-	-	10	10	Dosya Dolap B Kutusu /Dolap Yardımcı Malzeme
TK1640BOXA	-	-	14	14	Dosya Dolap A Kutusu /Dolap Yardımcı Malzeme
TK1640BOXB	-	-	9	9	Dosya Dolap B Kutusu /Dolap Yardımcı Malzeme
TK1650STBOXA	-	-	11	11	Sürg.Dolap A Kutusu /Dolap Yardımcı Malzeme
TK1650STBOXB	-	5	7	12	Sürg.Dolap B Kutusu /Dolap Yardımcı Malzeme
TK1250STBOXA	-	-	29	29	Sürg.Dolap A Kutusu /Dolap Yardımcı Malzeme
TK1250STBOXB	-	-	21	21	Sürg.Dolap B Kutusu /Dolap Yardımcı Malzeme
TES1645BOXA	-	2	10	12	Dosya Dolap A Kutusu /Dolap Yardımcı Malzeme
HP1240-800BOXA	-	-	6	6	Dosya Dolap A Kutusu /Dolap Yardımcı Malzeme
Seyyar Raf	-	-	4	4	Seyyar Raf 25X764X355 mm /Numune Dolap
HP3FSD	-	-	1	1	Sürgülü Dolap Sağ Kapısı /Numune Dolap
TK760	-	1	-	1	Dosya Dolabı / Kapısız
TK740	-	5	-	5	Dosya Dolabı / Kapısız
TK7480	-	6	-	6	Dosya Dolabı / Kapısız
TR2040	-	1	-	1	Dosya Dolabı / Kapısız
TK1600CD	-	3	-	3	Dosya Dolabı Kapağı /Kapaklar
TR2000CD	-	1	-	1	Dosya Dolabı Kapağı /Kapaklar
TK1050STBOXA	-	1	-	1	Sürg.Dolap A Kutusu /Dolap Yardımcı Malzeme
TK1050STBOXB	-	1	-	1	Sürg.Dolap B Kutusu /Dolap Yardımcı Malzeme
TKWS800	-	1	-	1	Dosya Dolap Rafı /Dolap Yardımcı Malzeme
TK1450STBOXA	-	45	-	45	Sürg.Dolap A Kutusu /Dolap Yardımcı Malzeme
TK1450STBOXB	-	45	-	45	Sürg.Dolap B Kutusu /Dolap Yardımcı Malzeme
TKDHST800BOXA	-	1	-	1	Sürg.Dolap A Kutusu /Dolap Yardımcı Malzeme
TKDHST800BOXB	-	1	-	1	Sürg.Dolap B Kutusu /Dolap Yardımcı Malzeme
TKDHST800BOXC	-	1	-	1	Sürg.Dolap C Kutusu /Dolap Yardımcı Malzeme

Sıra	Ürün Adı	Toplam Satış Miktarı	Toplam Satış Miktarı%	Birikimli Toplam Satış Miktarı %
1	TESSHELFBOXC	12047	21,70865%	21,70865%
2	TESSTBOXB	11535	20,78603%	42,49468%
3	TES745BOXA	6299	11,35078%	53,84546%
4	TES745CD	5230	9,424442%	63,2699%
5	TES1845BOXA	2682	4,832955%	68,10286%
6	TES1845CD	1966	3,542725%	71,64558%
7	TES1045BOXA	1185	2,135366%	73,78095%
8	TES1045CD	823	1,483043%	75,26399%
9	TES1245BOXA	787	1,418171%	76,68216%
10	TES2045BOXA	698	1,257794%	77,93996%
11	Raf TKWS	697	1,255992%	79,19595%
12	HP2040-800	605	1,090208%	80,28616%
13	HP2240-800	581	1,04696%	81,33312%
14	TK2040BOXA	568	1,023534%	82,35665%
15	TK2040BOXB	544	0,980286%	83,33694%
16	TK2040BOXC	542	0,976682%	84,31362%
17	TKSTBBOXC	493	0,888384%	85,202%
18	HP3FSD	462	0,832522%	86,03453%
19	TES1245CD	458	0,825314%	86,85984%
20	TES2045CD	428	0,771255%	87,6311%
21	HP2FSD	422	0,760443%	88,39154%
22	HPSOY1850-900	418	0,753235%	89,14477%
23	HPSOY1840-800	387	0,697373%	89,84215%
24	HP1240-800	347	0,625293%	90,46744%
25	Kitaplık	304	0,547807%	91,01524%
26	TR800CD	299	0,538797%	91,55404%
27	TR8040LW	253	0,455905%	92,00995%
28	TK2000CD	252	0,454103%	92,46405%
29	HP2240CD-800	244	0,439687%	92,90374%
30	TKDHSTBOXA	242	0,436083%	93,33982%
31	TKDHSTBOXB	231	0,416261%	93,75608%
32	HP2000CD-800	225	0,405449%	94,16153%
33	TK7680	216	0,389231%	94,55076%
34	HP1640-800	211	0,380221%	94,93098%
35	TK2050STBOXA	201	0,362201%	95,29318%
36	HP1200CD-800	199	0,358597%	95,65178%
37	TR1640BEBOXB	186	0,335171%	95,98695%
38	TR1640BEBOXA	185	0,333369%	96,32032%
39	HPSOY1850-600	175	0,315349%	96,63567%
40	TK2050STBOXB	171	0,308141%	96,94381%
41	TK780CD	158	0,284715%	97,22853%
42	HP740-800	112	0,201824%	97,43035%
43	TE1840BOXB	106	0,191012%	97,62136%
44	TE1840BOXA	99	0,178398%	97,79976%
45	TE800CD	88	0,158576%	97,95834%
46	TE8040	80	0,14416%	98,1025%
47	HP700CD-800	73	0,131546%	98,23404%
48	TR800GCD	72	0,129744%	98,36379%
49	TR1600CD	70	0,12614%	98,48993%
50	TK2000CD	63	0,113526%	98,60345%
51	TE1800C	49	0,088298%	98,69175%
52	HP1600CD-800	48	0,086496%	98,77825%
53	TK1450STBOXA	45	0,08109%	98,85934%
54	TK1450STBOXB	45	0,08109%	98,94043%
55	TK2040	44	0,079288%	99,01971%
56	TE1640BOXA	41	0,073882%	99,0936%
57	TE1640BOXB	36	0,064872%	99,15847%
58	TES760	30	0,05406%	99,21253%
59	TES760CD	30	0,05406%	99,26659%
60	TK1250STBOXA	29	0,052258%	99,31885%
61	TK2060BOXA	27	0,048654%	99,3675%
62	TK2060BOXB	25	0,04505%	99,41255%
63	TK1240BOXA	22	0,039644%	99,45219%
64	TK1250STBOXB	21	0,037842%	99,49003%

65	Seyyar Rafı	20	0,03604%	99,52607%
66	TE1600CD	18	0,032436%	99,55851%
67	TK2060BOXC	15	0,02703%	99,58554%
68	TK1640BOXA	14	0,025228%	99,61077%
69	TR1640WH	12	0,021624%	99,63239%
70	TK1650STBOXB	12	0,021624%	99,65402%
71	TES1645BOXA	12	0,021624%	99,67564%
72	TES1645CD	11	0,019822%	99,69546%
73	TK1650STBOXA	11	0,019822%	99,71528%
74	TK1240BOXB	10	0,01802%	99,7333%
75	HP1640-800BOXA	9	0,016218%	99,74952%
76	TK1640BOXB	9	0,016218%	99,76574%
77	TK1660	8	0,014416%	99,78016%
78	TK700CD	8	0,014416%	99,79457%
79	HP2240-800BOXA	7	0,012614%	99,80719%
80	HP2240-800BOXB	7	0,012614%	99,8198%
81	HP1640-800BOXB	7	0,012614%	99,83241%
82	HP2040-800BOXC	7	0,012614%	99,84503%
83	TK1200-800CD	7	0,012614%	99,85764%
84	TK2060-800FSD	6	0,010812%	99,86845%
85	TK1200CD	6	0,010812%	99,87927%
86	HP1240-800BOXA	6	0,010812%	99,89008%
87	TK7480	6	0,010812%	99,90089%
88	HP2240-800BOXC	5	0,00901%	99,9099%
89	HP1240-800BOXB	5	0,00901%	99,91891%
90	TK740	5	0,00901%	99,92792%
91	HP2040-800BOXA	4	0,007208%	99,93513%
92	Seyyar Raf	4	0,007208%	99,94234%
93	TK1600CD	3	0,005406%	99,94774%
94	TK2040	2	0,003604%	99,95135%
95	HP2FSD	2	0,003604%	99,95495%
96	TK704080	2	0,003604%	99,95855%
97	STC2400	2	0,003604%	99,96216%
98	TR1200CD	1	0,001802%	99,96396%
99	TR1240BOXA	1	0,001802%	99,96576%
100	TR1240BOXB	1	0,001802%	99,96756%
101	TE1640	1	0,001802%	99,96937%
102	TK2060-800	1	0,001802%	99,97117%
103	TK2040/800	1	0,001802%	99,97297%
104	TK1240	1	0,001802%	99,97477%
105	TK1340	1	0,001802%	99,97657%
106	ASD1860	1	0,001802%	99,97838%
107	Akv Dolabı	1	0,001802%	99,98018%
108	TK6060	1	0,001802%	99,98198%
109	HP3FSD	1	0,001802%	99,98378%
110	TK760	1	0,001802%	99,98558%
111	TR2040	1	0,001802%	99,98739%
112	TR2000CD	1	0,001802%	99,98919%
113	TK1050STBOXA	1	0,001802%	99,99099%
114	TK1050STBOXB	1	0,001802%	99,99279%
115	TKWS800	1	0,001802%	99,99459%
116	TKDHST800BOXA	1	0,001802%	99,9964%
117	TKDHST800BOXB	1	0,001802%	99,9982%
118	TKDHST800BOXC	1	0,001802%	100%
	Toplam	**55494**		

AYAK GRUBU					
Ürün Adı	**2016 Satış miktarı**	**2015 Satış Miktarı**	**2014 Satış Miktarı**	**Toplam Satış Miktarı**	**Açıklama**
TESCRESPANEL (Sağ+Sol)	736	836	882	2454	Çalışma Masası Ayağı/ Ahşap Ayak
TESPANELPACK	958	829	1047	2834	Ç. Masası Ayağı / Ahşap Ayak
TESCRESCANT	1805	2216	2710	6731	Masa Metal Ayağı /Metal Ayak
TESCANT	2731	2993	3807	9531	Masa Metal Ayağı /Metal Ayak
OSTCRESCANT	4641	850	-	5491	Masa Metal Ayağı /Metal Ayak
OSTWAVECANT	121	35	-	156	Masa Metal Ayağı /Metal Ayak
OEVCWSCANT	170	101	-	271	Masa Metal Ayağı /Metal Ayak
OEVCANT	390	150	-	540	Masa Metal Ayağı /Metal Ayak
HPCANTPACK	138	185	146	469	Çalışma Masası Metal Ayak/Metal Ayak
NWLGCANTPACK	250	237	2	489	Masa Metal Ayağı /Metal Ayak
NWLGCRESCANT	190	311	2	503	Metal Masa Ayağı /Metal Ayak
OSTCANT	9283	1615	-	10898	Masa Metal Ayağı /Metal Ayak
HPCRESCANT	81	63	46	190	L Masa Metal Ayak /Metal Ayak
TKML705	166	157	34	357	Metal Ayak
TESWAVEPANEL (Sağ+Sol)	16	95	3	114	Çalışma Masası Ayağı / Ahşap Ayak
Yan Perde	1	-	-	1	Çalışma Masası Yan P. 18 mm / Ahşap A.
OEVWAVECANT	40	53	-	93	Masa Metal Ayağı /Metal Ayak
OF0903LEG	6	6	-	12	Metal Ayak
TESWAVECANT	35	205	128	368	Masa Metal Ayağı /Metal Ayak
NWLGWAVECANT	30	82	2	114	Metal Masa Ayağı /Metal Ayak
OSEWAVECANT	45	75	-	120	Masa Metal Ayağı /Metal Ayak
TKML720	32	-	-	32	Metal Ayak
TKML725	1	-	5	6	Metal Ayak
TKWAVECANT	2	1	1	4	Çalışma Masası Metal Ayağı /Metal Ayak
KFDELUXECANT	2	-	171	173	Masa Metal Ayağı /Metal Ayak
OSECANT	2	435	-	437	Masa Metal Ayağı /Metal Ayak
OSSECANT	1	-	-	1	Masa Metal Ayağı /Metal Ayak
TKPANELPACK	-	2	-	2	Ç. Masası Ayağı / Ahşap Ayak
TKDWAVEPANEL	-	1	2	3	Ahşap Ayak
OPRCWSPANEL	-	65	-	65	Ç. Masası Ayağı / Ahşap Ayak
OPRPANELPACK	-	20	-	20	Ç. Masası Ayağı / Ahşap Ayak
OPRWAVEPANEL	-	15	-	15	Ç. Masası Ayağı / Ahşap Ayak
OPR161280P	-	1	-	1	Ç. Masası Ayağı / Ahşap Ayak
TKCANTPACK	-	3	3	6	Çalışma Masası Metal Ayak /Metal Ayak
HPCANTPACKSL	-	110	48	158	Çalışma Masası Metal Ayak /Metal Ayak
TKDWVCANT	-	3	-	3	Çalışma Masası Metal Ayak /Metal Ayak
TKDELUXECANT	-	5	-	5	Ç.Mas. Metal Ayak /Metal Ayak
OSECWSCANT	-	30	-	30	Masa Metal Ayağı /Metal Ayak
TKCRESCANT	-	3	2	5	Metal Masa Ayağı /Metal Ayak
TKDELUXECRESCANT	-	10	-	10	Metal Masa Ayağı /Metal Ayak
TESDELUXECRESCANT	-	-	1	1	Masa Metal Ayağı /Metal Ayak
TESDELUXEWAVECANT	-	-	1	1	Masa Metal Ayağı /Metal Ayak
TESDELUXECANT	-	-	23	23	Masa Metal Ayağı /Metal Ayak
LGDELUXEWAVECANT (Sağ+Sol)	-	-	11	11	Masa Met.Ayak /Metal Ayak
LOGOSCANTPACK	-	-	111	111	Masa Metal Ayağı /Metal Ayak
LOGOSWAVECANTPACK	-	-	21	21	Metal Masa Ayağı /Metal Ayak
KFDELUXECRESCANT (Sağ+Sol)	-	-	82	82	Masa Metal Ayak /Metal Ayak
LGCRESCANTPACK	-	-	137	137	Metal Masa Ayağı /Metal Ayak

Sıra	Ürün Adı	Toplam Satış Miktarı	Toplam Satış Miktarı%	Birikimli Toplam Satış Miktarı %
1	OSTCANT	10898	25,28597%	25,28597%
2	TESCANT	9531	22,1142%	47,40017%
3	TESCRESCANT	6731	15,61753%	63,0177%
4	OSTCRESCANT	5491	12,74043%	75,75814%
5	TESPANELPACK	2834	6,575559%	82,3337%
6	TESCRESPANEL	2454	5,693868%	88,02756%
7	OEVCANT	540	1,252929%	89,28049%
8	NWLGCRESCANT	503	1,16708%	90,44757%
9	NWLGCANTPACK	489	1,134597%	91,58217%
10	HPCANTPACK	469	1,088192%	92,67036%
11	OSECANT	437	1,013945%	93,68431%
12	TESWAVECANT	368	0,853848%	94,53816%
13	TKML705	357	0,828325%	95,36648%
14	OEVCWSCANT	271	0,628785%	95,99527%
15	HPCRESCANT	190	0,440845%	96,43611%
16	KFDELUXECANT	173	0,401401%	96,83751%
17	HPCANTPACKSL	158	0,366598%	97,20411%
18	OSTWAVECANT	156	0,361957%	97,56607%
19	LGCRESCANTPACK	137	0,317873%	97,88394%
20	OSEWAVECANT	120	0,278429%	98,16237%
21	TESWAVEPANEL	114	0,264507%	98,42688%
22	NWLGWAVECANT	114	0,264507%	98,69138%
23	LOGOSCANTPACK	111	0,257547%	98,94893%
24	OEVWAVECANT	93	0,215782%	99,16471%
25	KFDELUXECRESCANT	82	0,19026%	99,35497%
26	OPRCWSPANEL	65	0,150816%	99,50579%
27	TKML720	32	0,074248%	99,58004%
28	OSECWSCANT	30	0,069607%	99,64964%
29	TESDELUXECANT	23	0,053366%	99,70301%
30	LOGOSWAVECANTPACK	21	0,048725%	99,75173%
31	OPRPANELPACK	20	0,046405%	99,79814%
32	OPRWAVEPANEL	15	0,034804%	99,83294%
33	OF0903LEG	12	0,027843%	99,86079%
34	LGDELUXEWAVECANT	11	0,025523%	99,88631%
35	TKDELUXECRESCANT	10	0,023202%	99,90951%
36	TKML725	6	0,013921%	99,92343%
37	TKCANTPACK	6	0,013921%	99,93735%
38	TKDELUXECANT	5	0,011601%	99,94895%
39	TKCRESCANT	5	0,011601%	99,96056%
40	TKWAVECANT	4	0,009281%	99,96984%
41	TKDWAVEPANEL	3	0,006961%	99,9768%
42	TKDWVCANT	3	0,006961%	99,98376%
43	TKPANELPACK	2	0,00464%	99,9884%
44	Yan Perde	1	0,00232%	99,99072%
45	OSSECANT	1	0,00232%	99,99304%
46	OPR161280P	1	0,00232%	99,99536%
47	TESDELUXECRESCANT	1	0,00232%	99,99768%
48	TESDELUXEWAVECANT	1	0,00232%	100%
	Toplam	**43099**		

PARAVAN GRUBU					
Ürün Adı	**2016 Satış miktarı**	**2015 Satış miktarı**	**2014 Satış Miktarı**	**Toplam Satış Miktarı**	**Açıklama**
TKDMSR12	85	48	22	155	A.Mamul Paravan
TKDMSR16	120	107	22	249	A.Mamul Paravan
TKDMSR14	70	37	10	117	A.Mamul Paravan
Kare Paravan 100 lük	110	320	260	690	A.Mamul Kare Paravan 100 lük 100x21x17
Kare Paravan 120 lik	560	312	540	1412	A.Mamul Kare Paravan 120 lik 120x21x17
Kare Paravan 140 lık	122	111	120	353	A.Mamul Kare Paravan 140 lık 140x21x17
Kare Paravan 160 lık	90	101	-	191	A.Mamul Kare Paravan 160 lık 160x21x17
TKDMSW18	70	-	-	70	A.Mamul Paravan
TKDMSR18	25	7	12	44	A.Mamul Paravan
Paravan	24	2	-	26	A.Mamul Paravan 1400x320x18 mm
TKDMSW16	25	20	-	45	A.Mamul Paravan
TKDMSW14	20	-	-	20	A.Mamul Paravan
TKDMSR10	3	10	-	13	A.Mamul Döşemeli Paravan
TKDMSR20	5	-	-	5	A.Mamul Döşemeli Paravan
TKDMSW12	-	5	4	9	A.Mamul Paravan
TKDMSR80	-	17	-	17	A.Mamul Paravan

Sıra	**Ürün Adı**	**Toplam Satış Miktarı**	**Toplam Satış Miktarı%**	**Birikimli Toplam Satış Miktarı %**
1	Kare Paravan 120 lik	1412	41,33489%	41,33489%
2	Kare Paravan 100 lük	690	20,19906%	61,53396%
3	Kare Paravan 140 lık	353	10,33372%	71,86768%
4	TKDMSR16	249	7,289227%	79,15691%
5	Kare Paravan 160 lık	191	5,591335%	84,74824%
6	TKDMSR12	155	4,537471%	89,28571%
7	TKDMSR14	117	3,425059%	92,71077%
8	TKDMSW18	70	2,04918%	94,75995%
9	TKDMSW16	45	1,31733%	96,07728%
10	TKDMSR18	44	1,288056%	97,36534%
11	Paravan	26	0,761124%	98,12646%
12	TKDMSW14	20	0,58548%	98,71194%
13	TKDMSR80	17	0,497658%	99,2096%
14	TKDMSR10	13	0,380562%	99,59016%
15	TKDMSW12	9	0,263466%	99,85363%
16	TKDMSR20	5	0,14637%	100%
	Toplam	**3416**		

MASA GRUBU					
Ürün Adı	**2016 Satış miktar**	**2015 Satış miktarı**	**2014 Satış Miktar**	**Toplam Satış Miktarı**	**Açıklama**
TES1612CWS(Sağ+Sol)	5994	3246	2492	11732	Çalışma Masası / L Masa
TES1812CWS(Sağ+Sol)	885	1170	724	2779	Çalışma Masası / L Masa
TES1212CWS(Sağ+Sol)	345	387	284	1016	Çalışma Masası / L Masa
HP1812CWS(Sağ+Sol)	79	78	42	199	Çalışma Masa Tablası / L Masa
TK1612CWS(Sağ+Sol)	221	329	384	934	Panel Ay.Çalış.Ma. / L Masa
TES1680	4497	2845	2019	9361	Ç. Masası / Dikdörtgen Masa
TES1280	5209	2321	1863	9393	Ç. Masası / Dikdörtgen Masa
TES1880	712	479	418	1609	Ç. Masası / Dikdörtgen Masa
TES1080	52	20	10	82	Ç. Masası / Dikdörtgen Masa
TES1480	2407	1115	946	4468	Ç. Masası / Dikdörtgen Masa
HP1680	60	125	109	294	Çalışma Masası Tablası / Dikdörtgen Masa
TR1060	51	55	52	158	Ç. Masası / Dikdörtgen Masa
TK1680PCL	50	172	331	553	Ç, Masası / Dikdörtgen Masa
TK1880PCL	70	25	137	232	Ç. Masası / Dikdörtgen Masa
SIRIUS RECEPTION TABLE	75	22	63	160	SIRIUS RECEPTION TABLE /Dikdörtgen Masa
F0160H(1680P)	105	90	120	315	Çalışma Mas. Panel Ayaklı / Dikdörtgen Masa
OF0303	60	137	166	363	Boru Ayaklı Sehpa 60X60 / Dikdörtgen Masa
OF0302	55	69	136	260	Boru Ayaklı Sehpa 100X60/ Dikdörtgen Masa
TK1200D	86	117	267	470	Toplantı Masası
TK1810DE	153	197	203	553	Toplantı Masası
TES1000D	60	81	51	192	Toplantı Masası
TES1100D	294	122	126	542	Toplantı Masası
TK2412DEBOXA	78	57	80	215	Top. Mas.A Kutusu
TK2412DEBOXB	77	55	84	216	Top.Mas.B Kutusu
TR2090BOXA	72	89	61	222	Çalışma Masa A Kutusu
TR2090BOXB	67	86	67	220	Çalışma Masa B Kutusu
TE1810LWBOXA	50	40	40	130	Top.Mas.A Kutusu
TR1890LWBOXA	85	79	83	247	Çal.Masa A Kutusu
TR1890LWBOXB	86	76	82	244	Çal.Masa B Kutusu
TE1990RHLWBOXB	50	53	58	161	Çal.Masa B Kutusu
TE1810LWBOXB	50	41	44	135	Top.Mas.B Kutusu
HP1810WVS(Sağ+Sol)	72	116	79	267	Çalisma Masası Tablasi/ Dalgalı Masa
TES1610WV(Sağ+Sol)	146	539	163	848	Çalışma Masası / Dalgalı Masa
Profil Pm-80-80	2200	-	-	2200	Profil Pm-80-80 Kaynaklı Masa 25 mm
Profil Pm-120-80	2200	-	-	2200	Profil Pm-120-80 Kaynaklı Masa 25 mm
ONE1412CWSRBOXA	2	-	-	2	Çalışma Masası / L Masa
TKE1612CLRBOXA	1	14	53	68	Çalışma Masası / L Masa
TES8080BOXA	44	10	21	75	Ç. Masası / Dikdörtgen Masa
ONE8060RECBOXA	4	-	-	4	Ç. Masası / Dikdörtgen Masa
TKR1060	30	24	109	163	Ç. Masası / Dikdörtgen Masa
HP8080	25	10	6	41	Ç.Masası Tablası / Dikdörtgen Masa
TE1060	10	17	10	37	Ç. Masası / Dikdörtgen Masa
TK8080PCL	18	2	35	55	Ç. Masası / Dikdörtgen Masa
TKCT1060	12	15	19	46	Sehpa / Dikdörtgen Masa
HP1280	20	85	6	111	Çalışma Masası Tablası / Dikdörtgen Masa
TKR1260	1	24	33	58	Ç. Masası / Dikdörtgen Masa
Profil Ayaklı Masa 120 lik	1	-	-	1	Profil Ayaklı Masa 18 mm 120x80x73 cm
Profil Ayaklı Masa 140 lık	1	-	-	1	Profil Ayaklı Masa 18 mm 140x80x73 cm
Profil Ayaklı Masa 160 lık	1	-	-	1	Profil Ayaklı Masa 18 mm 160x80x73 cm
TKCT6060	1	13	23	37	Sehpa / Dikdörtgen Masa
TR3212DW	1	-	-	1	Toplantı Masası

TE2410BTLWBOXA	40	32	48	120	Top.Masası A Kutusu
TE2410BTLWBOXB	40	27	44	111	Top.Masası B Kutusu
TR2410BTLWBOXA	33	35	37	105	Top.Mas.A Kutusu
TR2410BTLWBOXB	28	35	35	98	Top.Mas.B Kutusu
TE1200LWBOXA	40	32	26	98	Top.Masası A Kutusu
TE1200LWBOXB	40	31	41	112	Top.Masası B Kutusu
TR1200BOXA	36	47	35	118	Top. Masası A Kutusu
TR1200BOXB	36	48	31	115	Top.Masası B Kutusu
TE2090LWBOXA	25	43	33	101	Çal.Masası A Kutusu
TE2090LWBOXB	25	42	32	99	Çal.Masası B Kutusu
TR1810LWBOXA	38	64	29	131	Çal.Masası A Kutusu
TR1810LWBOXB	33	63	33	129	Çal.Masası B Kutusu
TE1890LWBOXA	35	38	26	99	Çal.Masası A Kutusu
TE1890LWBOXB	35	37	29	101	Çal.Masası B Kutusu
TE1990HLWBOXA(Sağ+Sol)	45	60	48	153	Çal.Masası A Kutusu
1462x890 RCA1400	16	-	-	16	Bankolu Masa A Kut.
1462x890 WD2514	16	-	-	16	Bankolu Masa B Kutu
1662x890 RCA1600	16	-	-	16	Bankolu Masa A Kut.
1662x890 RCA1600	17	-	-	17	Bankolu Masa B Kut.
TR3010BTDWBOXA	1	-	-	1	Top.Mas.A Kutusu
TR3010BTDWBOXB	1	-	-	1	Top.Mas.B Kutusu
TR3012BOXA	1	-	-	1	Toplantı Masası A Kutu
TR3012BOXB	1	-	-	1	Toplantı Masası B Kutu
TR3012BOXC	1	-	-	1	Toplantı Masası C Kutu
TR3012BOXD	1	-	-	1	Toplantı Masası D Kutu
TR3214BOXA	1	-	-	1	Toplantı Masası A Kutu
TR3214BOXB	1	-	-	1	Toplantı Masası B Kutu
TR3214BOXC	1	-	-	1	Toplantı Masası C Kutu
TR4214BOXA	1	-	-	1	Toplantı Masası A Kutu
TR4214BOXB	1	-	-	1	Toplantı Masası B Kutu
TR4214BOXC	1	-	-	1	Toplantı Masası C Kutu
TR4214BOXD	1	-	-	1	Toplantı Masası D Kutu
WDAD160-80BOXAWH	1	-	-	1	Bank.Masa A Kutusu
WDAD160-80BOXBWH	1	-	-	1	Bank.Masa B Kutusu
TK1410WVBOXA(Sağ+Sol)	21	6	6	33	Çalışma Masası / Dalgalı Masa
TES1210WVBOXAOK (Sağ+Sol)	2	-	-	2	Çalışma Masası / Dalgalı Masa
TK1280	4	61	151	216	Metal Ayaklı Çalışma Mas./ Dikdörtgen Masa
F0080H(8080P)	30	30	20	80	Çalışma Mas. Panel Ayaklı / Dikdörtgen Masa
F0115H(1260P)	18	15	26	59	Çalışma Mas. Panel Ayaklı / Dikdörtgen Masa
TKE1612CLLBOXA	4	-	40	44	Çalışma Masası/ L Masa
1812CWSL	1	-	186	187	Çalışma Masası Metal Ay. / L Masa
Q120	3	-	-	3	Boru Ayaklı Toplantı Masası
Bankolu Masa C Kutusu	12	-	-	12	Bankolu Masa C Kutusu Aydınlatma Sistemi
TK1080BOXA	-	2	35	37	Çalışma Masası / Dikdörtgen Masa
TK1480BOXA	-	5	160	165	Çalışma Masası / Dikdörtgen Masa
TKE1812CLBOXA(Sağ+Sol)	-	8	111	119	Çalışma Masası /L Masa
TK1610WVBOXA	-	5	68	73	Çalışma Masası /L Masa
TK1610DWV	-	-	50	50	Çalışma Masası /Dalgalı Masa
TK1210WVBOXA(Sağ+Sol)	-	-	12	12	Çalışma Masası /Dalgalı Masa
TKCLTAB1680	-	-	10	10	Çalışma Masası /Dikdörtgen Masa
TKCLTAB1880	-	-	2	2	Çalışma Masası /Dikdörtgen Masa
(100GX500DX730Y)	-	-	1	1	Bilgisayar Masası /Dikdörtgen Masa
110x60x73	-	-	1	1	2 Çekmeceli Çalışma Mas. /Dikdörtgen Masa
TK1460RETSHELF	-	-	2	2	Çalış.Mas.Raflı /Dikdörtgen Masa
TK1460RETDW	-	-	1	1	Çalışma Masası /Dikdörtgen Masa
TK1410DWVV	-	1	1	2	Çalışma Masası/Dalgalı Masa
TES1410WVRBOXA	-	2	1	3	Çalışma Masası /Dalgalı Masa
TR1810DW	-	-	2	2	Toplantı Masası
TK2012DE	-	-	1	1	Toplantı Masası
TC4012BTLW	-	-	1	1	Toplantı Masası
TR1810BOXADW	-	-	1	1	Çal.Masa A Kutu Kab.K

TK3012DEBOXA	-	-	1	1	Top.Mas.A Kutusu
TK3012DEBOXB	-	-	1	1	Top.Mas.B Kutusu
TR1890DW	-	1	-	1	Ç. Masası /Dikdörtgen Masa
TK1010BOXAOK	-	3	-	3	Ç. Masası /Dikdörtgen Masa
AB168030	-	4	-	4	Çalışma Masası A Kutusu /Dikdörtgen Masa
TK1812CWSRBOXA	-	1	-	1	Çalışma Masası /L Masa
TK14117CWLBOXA	-	1	-	1	Çalışma Masası /L Masa
TES1818CWSBOXA(Sağ+Sol)	-	8	-	8	Çalışma Masası /L Masa
OPR161280PBOXAWH	-	1	-	1	Çalışma Masası /L Masa
2000x1800(Sağ+Sol)	-	6	-	6	Çalış.Mas.Panel Ayak /L Masa
TES120036DHGWH	-	2	-	2	Toplantı Masası
TES160036DHGWH	-	1	-	1	Toplantı Masası
OST1000DWHSP	-	5	-	5	Toplantı Masası
TP1480MSDW	-	1	-	1	Çalışma Masası
TR4014MTDW	-	1	-	1	Toplantı Masası
120 Derece Ahşap A.Masa	-	1	-	1	120 Derece Ahşap Ayaklı Masa
TES160036DHGWH	-	1	-	1	Top.Masası A Kutusu

Sıra	Ürün Adı	Toplam Satış Miktarı	Toplam Satış Miktarı%	Birikimli Toplam Satış Miktarı %
1	TES1612CWS(Sağ+Sol)	11732	20,72828%	20,72828%
2	TES1280	9393	16,5957%	37,32398%
3	TES1680	9361	16,53916%	53,86314%
4	TES1480	4468	7,894132%	61,75727%
5	TES1812CWS(Sağ+Sol)	2779	4,909981%	66,66726%
6	Profil Pm-80-80	2200	3,886994%	70,55425%
7	Profil Pm-120-80	2200	3,886994%	74,44124%
8	TES1880	1609	2,842806%	77,28405%
9	TES1212CWS(Sağ+Sol)	1016	1,795085%	79,07914%
10	TK1612CWS(Sağ+Sol)	934	1,650206%	80,72934%
11	TES1610WV(Sağ+Sol)	848	1,49826%	82,2276%
12	TK1680PCL	553	0,977049%	83,20465%
13	TK1810DE	553	0,977049%	84,1817%
14	TES1100D	542	0,957614%	85,13931%
15	TK1200D	470	0,830403%	85,96972%
16	OF0303	363	0,641354%	86,61107%
17	F0160H(1680P)	315	0,556547%	87,16762%
18	HP1680	294	0,519444%	87,68706%
19	HP1810WVS(Sağ+Sol)	267	0,47174%	88,1588%
20	OF0302	260	0,459372%	88,61817%
21	TR1890LWBOXA	247	0,436403%	89,05458%
22	TR1890LWBOXB	244	0,431103%	89,48568%
23	TK1880PCL	232	0,409901%	89,89558%
24	TR2090BOXA	222	0,392233%	90,28781%
25	TR2090BOXB	220	0,388699%	90,67651%
26	TK2412DEBOXB	216	0,381632%	91,05815%
27	TK1280	216	0,381632%	91,43978%
28	TK2412DEBOXA	215	0,379865%	91,81964%
29	HP1812CWS(Sağ+Sol)	199	0,351596%	92,17124%
30	TES1000D	192	0,339229%	92,51047%
31	1812CWSL	187	0,330395%	92,84086%
32	TK1480BOXA	165	0,291525%	93,13239%
33	TKR1060	163	0,287991%	93,42038%
34	TE1990RHLWBOXB	161	0,284457%	93,70484%
35	SIRIUS RECEPTION TABLE	160	0,282691%	93,98753%
36	TR1060	158	0,279157%	94,26668%
37	TE1990HLWBOXA(Sağ+Sol)	153	0,270323%	94,53701%
38	TE1810LWBOXB	135	0,23852%	94,77553%
39	TR1810LWBOXA	131	0,231453%	95,00698%
40	TE1810LWBOXA	130	0,229686%	95,23666%
41	TR1810LWBOXB	129	0,227919%	95,46458%

42	TE2410BTLWBOXA	120	0,212018%	95,6766%
43	TKE1812CLBOXA(Sağ+Sol)	119	0,210251%	95,88685%
44	TR1200BOXA	118	0,208484%	96,09534%
45	TR1200BOXB	115	0,203184%	96,29852%
46	TE1200LWBOXB	112	0,197883%	96,4964%
47	HP1280	111	0,196117%	96,69252%
48	TE2410BTLWBOXB	111	0,196117%	96,88864%
49	TR2410BTLWBOXA	105	0,185516%	97,07415%
50	TE2090LWBOXA	101	0,178448%	97,2526%
51	TE1890LWBOXB	101	0,178448%	97,43105%
52	TE2090LWBOXB	99	0,174915%	97,60596%
53	TE1890LWBOXA	99	0,174915%	97,78088%
54	TR2410BTLWBOXB	98	0,173148%	97,95403%
55	TE1200LWBOXA	98	0,173148%	98,12718%
56	TES1080	82	0,144879%	98,27205%
57	F0080H(8080P)	80	0,141345%	98,4134%
58	TES8080BOXA	75	0,132511%	98,54591%
59	TK1610WVBOXA	73	0,128978%	98,67489%
60	TKE1612CLRBOXA	68	0,120143%	98,79503%
61	F0115H(1260P)	59	0,104242%	98,89927%
62	TKR1260	58	0,102475%	99,00175%
63	TK8080PCL	55	0,097175%	99,09892%
64	TK1610DWV	50	0,088341%	99,18726%
65	TKCT1060	46	0,081274%	99,26854%
66	TKE1612CLLBOXA	44	0,07774%	99,34628%
67	HP8080	41	0,072439%	99,41872%
68	TE1060	37	0,065372%	99,48409%
69	TKCT6060	37	0,065372%	99,54946%
70	TK1080BOXA	37	0,065372%	99,61483%
71	TK1410WVBOXA(Sağ+Sol)	33	0,058305%	99,67314%
72	1662x890 RCA1600	17	0,030036%	99,70317%
73	1462x890 RCA1400	16	0,028269%	99,73144%
74	1462x890 WD2514	16	0,028269%	99,75971%
75	1662x890 RCA1600	16	0,028269%	99,78798%
76	Bankolu Masa C Kutusu	12	0,021202%	99,80918%
77	TK1210WVBOXA(Sağ+Sol)	12	0,021202%	99,83039%
78	TKCLTAB1680	10	0,017668%	99,84805%
79	TES1818CWSBOXAOK	8	0,014135%	99,86219%
80	2000x1800(Sağ+Sol)	6	0,010601%	99,87279%
81	OST1000DWHSP	5	0,008834%	99,88162%
82	ONE8060RECBOXA	4	0,007067%	99,88869%
83	AB168030	4	0,007067%	99,89576%
84	Q120	3	0,0053%	99,90106%
85	TES1410WVRBOXA	3	0,0053%	99,90636%
86	TK1010BOXAOK	3	0,0053%	99,91166%
87	ONE1412CWSRBOXA	2	0,003534%	99,91519%
88	TES1210WVBOXAOK (Sağ+Sol)	2	0,003534%	99,91873%
89	TKCLTAB1880	2	0,003534%	99,92226%
90	TK1460RETSHELF	2	0,003534%	99,92579%
91	TK1410DWVV	2	0,003534%	99,92933%
92	TR1810DW	2	0,003534%	99,93286%
93	TES120036DHGWH	2	0,003534%	99,93639%
94	Profil Ayaklı Masa 120 lik	1	0,001767%	99,93816%
95	Profil Ayaklı Masa 140 lık	1	0,001767%	99,93993%
96	Profil Ayaklı Masa 160 lık	1	0,001767%	99,9417%
97	TR3212DW	1	0,001767%	99,94346%
98	TR3010BTDWBOXA	1	0,001767%	99,94523%
99	TR3010BTDWBOXB	1	0,001767%	99,947%
100	TR3012BOXA	1	0,001767%	99,94876%
101	TR3012BOXB	1	0,001767%	99,95053%
102	TR3012BOXC	1	0,001767%	99,9523%
103	TR3012BOXD	1	0,001767%	99,95406%
104	TR3214BOXA	1	0,001767%	99,95583%
105	TR3214BOXB	1	0,001767%	99,9576%
106	TR3214BOXC	1	0,001767%	99,95936%
107	TR4214BOXA	1	0,001767%	99,96113%

108	TR4214BOXB	1	0,001767%	99,9629%
109	TR4214BOXC	1	0,001767%	99,96466%
110	TR4214BOXD	1	0,001767%	99,96643%
111	WDAD160-80BOXAWH	1	0,001767%	99,9682%
112	WDAD160-80BOXBWH	1	0,001767%	99,96996%
113	(100GX500DX730Y)	1	0,001767%	99,97173%
114	110x60x73	1	0,001767%	99,9735%
115	TK1460RETDW	1	0,001767%	99,97526%
116	TK2012DE	1	0,001767%	99,97703%
117	TC4012BTLW	1	0,001767%	99,9788%
118	TR1810BOXADW	1	0,001767%	99,98057%
119	TK3012DEBOXA	1	0,001767%	99,98233%
120	TK3012DEBOXB	1	0,001767%	99,9841%
121	TR1890DW	1	0,001767%	99,98587%
122	TK1812CWSRBOXA	1	0,001767%	99,98763%
123	TK14117CWLBOXA	1	0,001767%	99,9894%
124	OPR161280PBOXAWH	1	0,001767%	99,99117%
125	TES160036DHGWH	1	0,001767%	99,99293%
126	TP1480MSDW	1	0,001767%	99,9947%
127	TR4014MTDW	1	0,001767%	99,99647%
128	120 Derece Ahşap A.Masa	1	0,001767%	99,99823%
129	TES160036DHGWH	1	0,001767%	100%
	Toplam	**56599**		

EK ÜRÜNLER GRUBU					
Ürün Adı	**2016 Satış miktarı**	**2015 Satış miktarı**	**2014 Satış Miktarı**	**Toplam Satış Miktarı**	**Açıklama**
Ahşap Karyola+Lata	445	0	0	445	Ahşap Karyola+Lata 90x200x59 cm
Askılık 4 kancalı	334	0	0	334	A.Mamul Askılık 4 kancalı 10x50 cm
OEPCABLEPACKBOXCSV	340	104	0	444	M.Mamul Kablo Kanalı
OF0601JM	461	1080	1065	2606	Glacier Tekli Koltuk
BANQUET	72	100	8	180	A.Mamul Bükümlü Sandalye
Glacier Koltuk Kolu	58	260	359	677	Glacier Koltuk Kolu (MR Kol)
Döşemeli Glacier Sehpa	65	221	204	490	Döşemeli Glacier Sehpa (MR Sehpa)
Kablo Kapağı	2540	0	20	2560	Kablo Kapağı Çap 60 Mm Yuvarlak
Sehpa	304	0	0	304	A.Mamul Sehpa 35x45x45 cm
Çek.Çalış. Masa	304	0	0	304	A.Mamul Çek.Çalış. Masa 80x60x72 cm
4 Çekmeceli Keson	42	0	0	42	A.Mamul 4 Çekmeceli Keson 45x90x108 cm
Dosya Dolabı	5	0	0	5	A.Mamul Dosya Dolabı G53xD53xY70 cm
Bölme Sacı	30	0	0	30	M.Mamul Bölme Sacı
Modüler Mobilya	11	26	230	267	A.Mamul Numune Modüler Mobilya
Özel İmalat	40	37	9	86	A.Mamul Özel İmalat
Özel İmalat Tabla	15	48	0	63	A.Mamul Özel İmalat Tabla
M.Mobilya Showroom	9	0	0	9	Numune Modüler Mobilya Showroom
Yaldırgan Kalıp 170 lik	5	0	0	5	A.Mamul Yaldırgan Kalıp 170 lik Tribün
Özel İmalat Dolap	1	29	9	39	A.Mamul Özel İmalat Dolap
Yaldırgan Kalıp 200 lük	1	0	0	1	A.Mamul Yaldırgan Kalıp 200 lük Tribün
TKMB (X2)	24	0	0	24	M.Mamul Paravan Sacı
Hasta Kontrol Yatağı	25	0	25	50	A.Mamul Hasta Kontrol Yatağı
Ahşap Karyola Çerçevesi	0	20	11	31	A.Mamul Ahşap Karyola Çerçevesi 200x90
Soyunma Dolabı	0	13	0	13	A.Mamul Soyunma Dolabı (180X80X55)
Etajer	0	50	11	61	A.Mamul Etajer 600x400x450 mm
Vestiyer	0	12	0	12	A.Mamul Vestiyer (180X60)
Konfor Makam Odası	0	1	0	1	A.Mamul Konfor Makam Odası
PDSEATING/STORAGEUNIT	0	0	1	1	Oturak 160x160cm
YGN-TRAVERS-150/220	0	0	83	83	A.MAMUL YGN-TRAVERS 150/220
YGN-TRAVERS-110/150	0	0	85	85	A.MAMUL YGN-TRAVERS-110/150
YGN-AA/C-80	0	0	15	15	A.MAMUL YGN-AA/C-80
YGN-AA/T-80	0	0	166	166	A.MAMUL YGN-AA/T-80
YGN-TBS-7X46	0	0	107	107	A.MAMUL YGN-TBS-7X46
YGN-AA/T-60	0	0	77	77	A.MAMUL YGN-AA/T-60

Sıra	Ürün Adı	Toplam Satış Miktarı	Toplam Satış Miktarı%	Birikimli Toplam Satış Miktarı %
1	OF0601JM	2606	27,09785%	27,09785%
2	Kablo Kapağı	2560	26,61953%	53,71738%
3	Glacier Koltuk Kolu	677	7,039617%	60,75699%
4	Döşemeli Glacier Sehpa	490	5,095144%	65,85214%
5	Ahşap Karyola+Lata	445	4,627223%	70,47936%
6	OEPCABLEPACKBOXCSV	444	4,616824%	75,09618%
7	Askılık 4 kancalı	334	3,473017%	78,5692%
8	Sehpa	304	3,161069%	81,73027%
9	Çek.Çalış. Masa	304	3,161069%	84,89134%
10	Modüler Mobilya	267	2,776334%	87,66767%
11	BANQUET	180	1,871686%	89,53936%
12	YGN-AA/T-80	166	1,72611%	91,26547%
13	YGN-TBS-7X46	107	1,112613%	92,37808%
14	Özel İmalat	86	0,89425%	93,27233%
15	YGN-TRAVERS-110/150	85	0,883852%	94,15618%
16	YGN-TRAVERS-150/220	83	0,863055%	95,01924%
17	YGN-AA/T-60	77	0,800665%	95,8199%
18	Özel İmalat Tabla	63	0,65509%	96,47499%
19	Etajer	61	0,634293%	97,10929%
20	Hasta Kontrol Yatağı	50	0,519913%	97,6292%
21	4 Çekmeceli Keson	42	0,436727%	98,06592%
22	Özel İmalat Dolap	39	0,405532%	98,47146%
23	Ahşap Karyola Çerçevesi	31	0,322346%	98,7938%
24	Bölme Sacı	30	0,311948%	99,10575%
25	TKMB (X2)	24	0,249558%	99,35531%
26	YGN-AA/C-80	15	0,155974%	99,51128%
27	Soyunma Dolabı	13	0,135177%	99,64646%
28	Vestiyer	12	0,124779%	99,77124%
29	M.Mobilya Showroom	9	0,093584%	99,86482%
30	Dosya Dolabı	5	0,051991%	99,91681%
31	Yaldırgan Kalıp 170 lik	5	0,051991%	99,96881%
32	Yaldırgan Kalıp 200 lük	1	0,010398%	99,9792%
33	Konfor Makam Odası	1	0,010398%	99,9896%
34	PDSEATING/STORAGEUNIT	1	0,010398%	100%
	Toplam	**9617**		

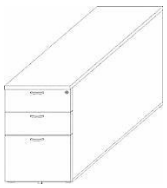
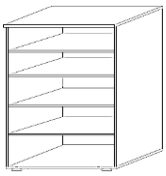
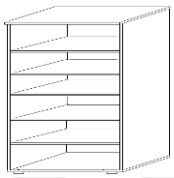
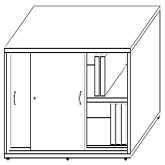
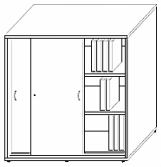
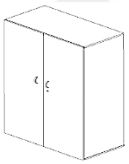
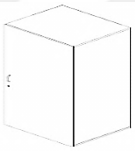
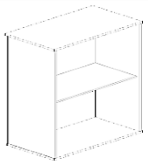
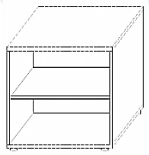
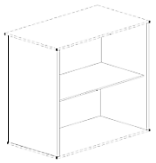
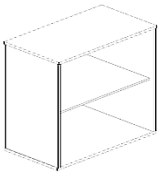
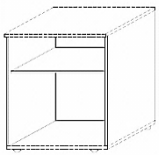
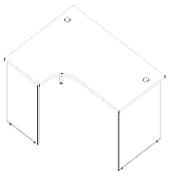
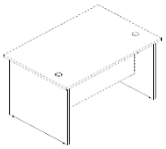
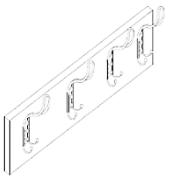
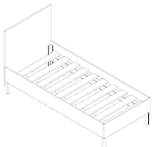
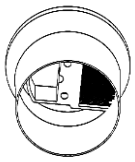
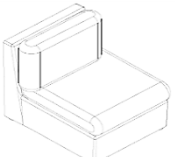
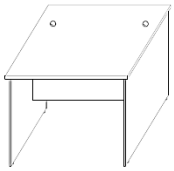
	TABLA GRUBU				
Ürün Adı	**2016 Satış miktarı**	**2015 Satış miktarı**	**2014 Satış Miktarı**	**Toplam Satış Miktarı**	**Açıklama**
ABC Ham sunta - Mdf -Palet	201315	132901	141939	476155	ABC Ham sunta - Mdf - Palet
ABC Düz	160505	174288	121148	455941	ABC Düz Tabla
ABC Şekilli	16253	21964	15057	53274	ABC Şekilli Tabla
Döner dosya	3356	2969	3038	9363	Döner dosya
Diğer Şekilli (TC+Yeniler)	2875	2339	619	5833	Diğer Şekilli (TC+Yeniler) Tabla
Diğer Düz (TC+Yeniler)	1493	1133	842	3468	Diğer Düz (TC+Yeniler) Tabla
Kontra Levha	1392	197	41	1630	Kontra Levha

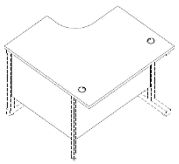
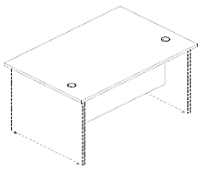
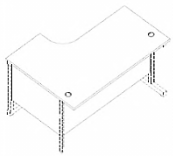
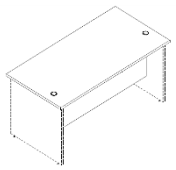
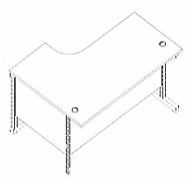
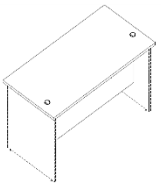
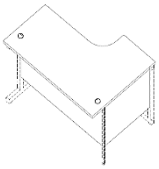
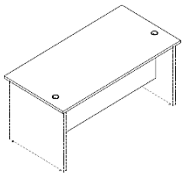
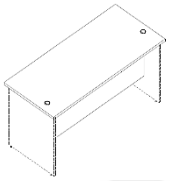
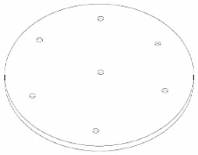
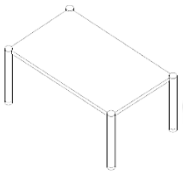
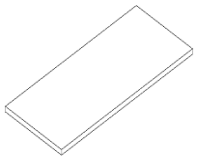
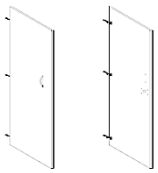
Sıra	Ürün Adı	Toplam Satış Miktarı	Toplam Satış Miktarı%	Birikimli Toplam Satış Miktarı %
1	ABC Ham sunta - Mdf -Palet	476155	47,34732%	47,34732%
2	ABC Düz	455941	45,33731%	92,68463%
3	ABC Şekilli	53274	5,297396%	97,98203%
4	Döner dosya	9363	0,931027%	98,91306%
5	Diğer Şekilli (TC+Yeniler)	5833	0,580015%	99,49307%
6	Diğer Düz (TC+Yeniler)	3468	0,344847%	99,83792%
7	Kontra Levha	1630	0,162082%	100%
	Toplam	**1005664**		

EK 2. Fabrikada Kullanılan Hammadde Renk Çeşitleri

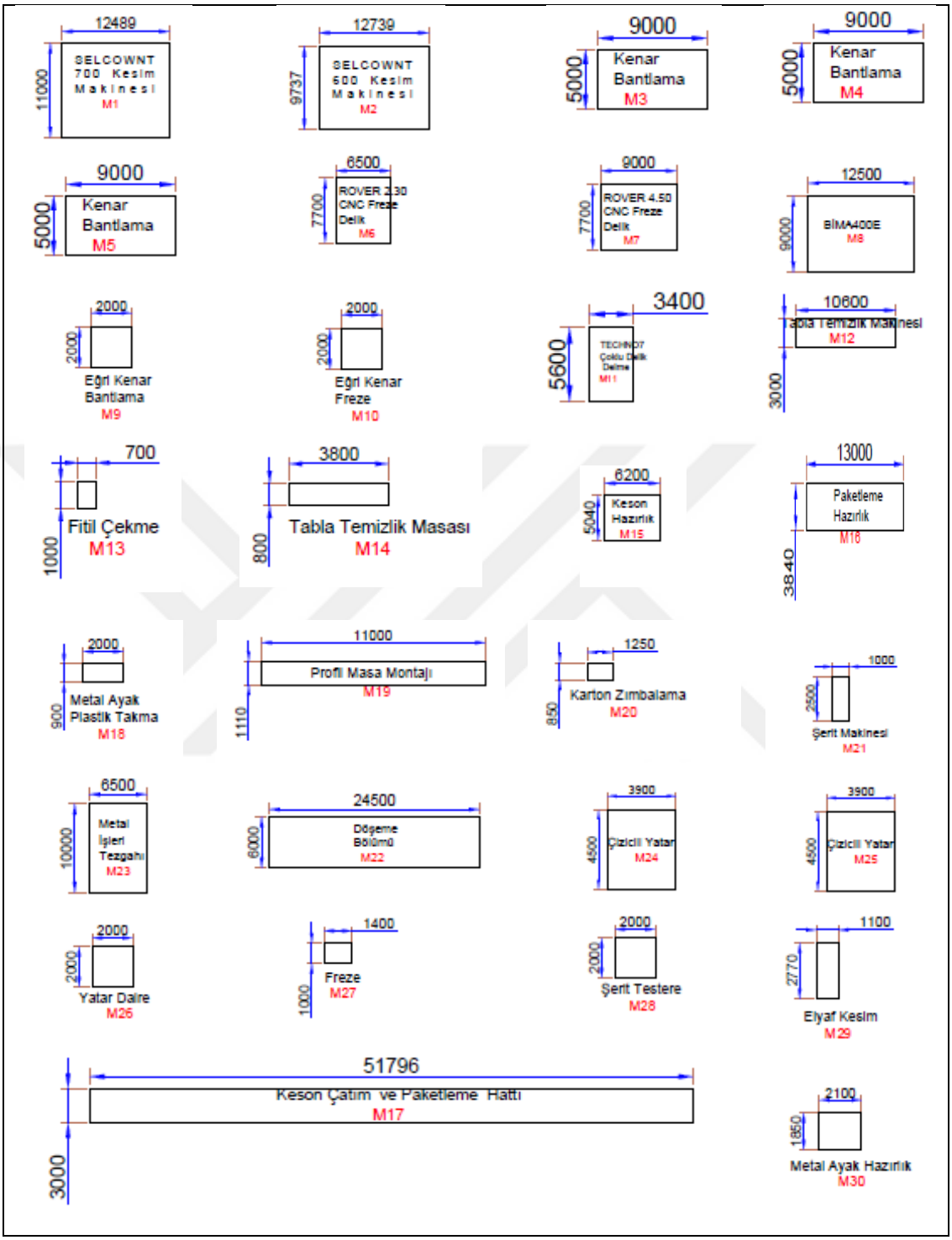
NO	RENK TANIMI	SUNTA RENKLERİ		RENK TANIMI	SUNTA RENKLERİ
1	BUZ BEYAZ		11	WENGE	
2	DÜZ AKÇAAĞAÇ		12	ALTIN KİRAZ	
3	METALİK GRİ		13	ELL KAYIN	
4	BEYAZ ERİK		14	YENİ MEŞE	
5	GRİ		15	ANADOLU CEVİZ	
6	KOYU GRİ		16	AFRİKA CEVİZ	
7	ORMA ERİK		17	AÇIK ZEBRANO	
8	BEJ		18	MARBELLA KİRAZ	
9	SİYAH		19	NATUREL KAYIN	
10	TOLEDO		20	NATUREL MEŞE	

EK 3. Uygulamaya Esas Ürün Grubu Görselleri

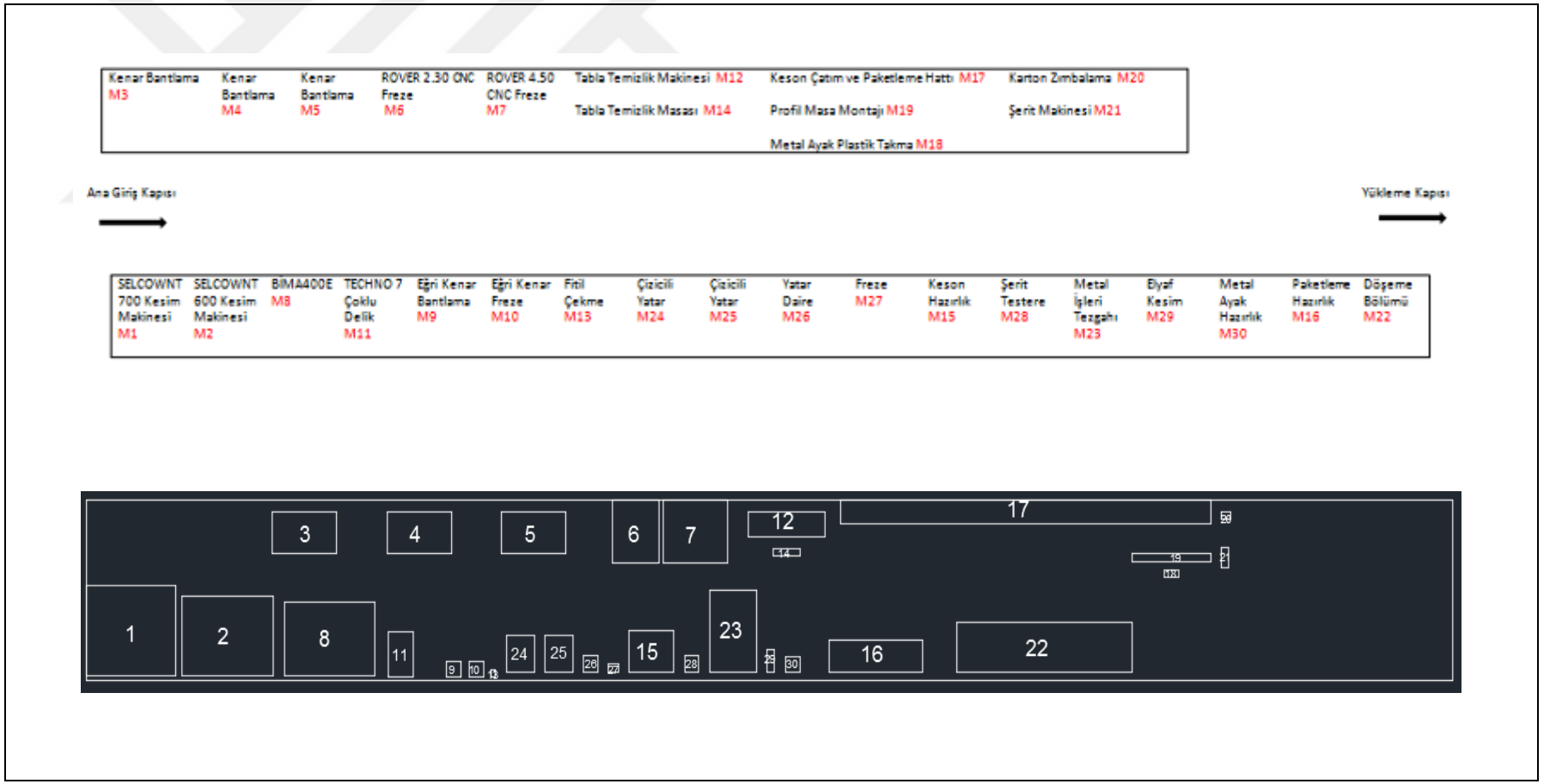
 TESH3	 TKMP3	 HPMP3-500	 TESMP2	 TESMP3
 TESDHP3	 TESDHP3-800	 TES2FC	 TES4FC	 TESUDP3
 HP2040-800	 HP1240-800	 HP2240-800	 HP2FSD	 HP3FSD
 HPSOY1840-800	 HPSOY1850-900	 TES1845-CD	 TES745CD	 TES2045CD
 TES1245CD	 TES1045CD	 TESCRESPANEL	 TESPANEL-PACK	 ASKILIK
 KARYOLA+LATA	 KABLO KAPAĞI	 TEKLİ KOLTUK	 1680P	 HP1680

 TES1100	 TES1212CWS	 TES1280	 TES1612CWS	 TES1680
 TES1812CWS	 TES1880	 TK1200D	 TK1612CWS	 TK1680
 TK1810DE	 TK1880	 DÖNER DOSYA	 OFO302	 Raf TKWS
 TK2040 KAPAK				

EK 4. Fabrikada Kullanılan Tezgah Ve Makinelerin Ebatları (mm)



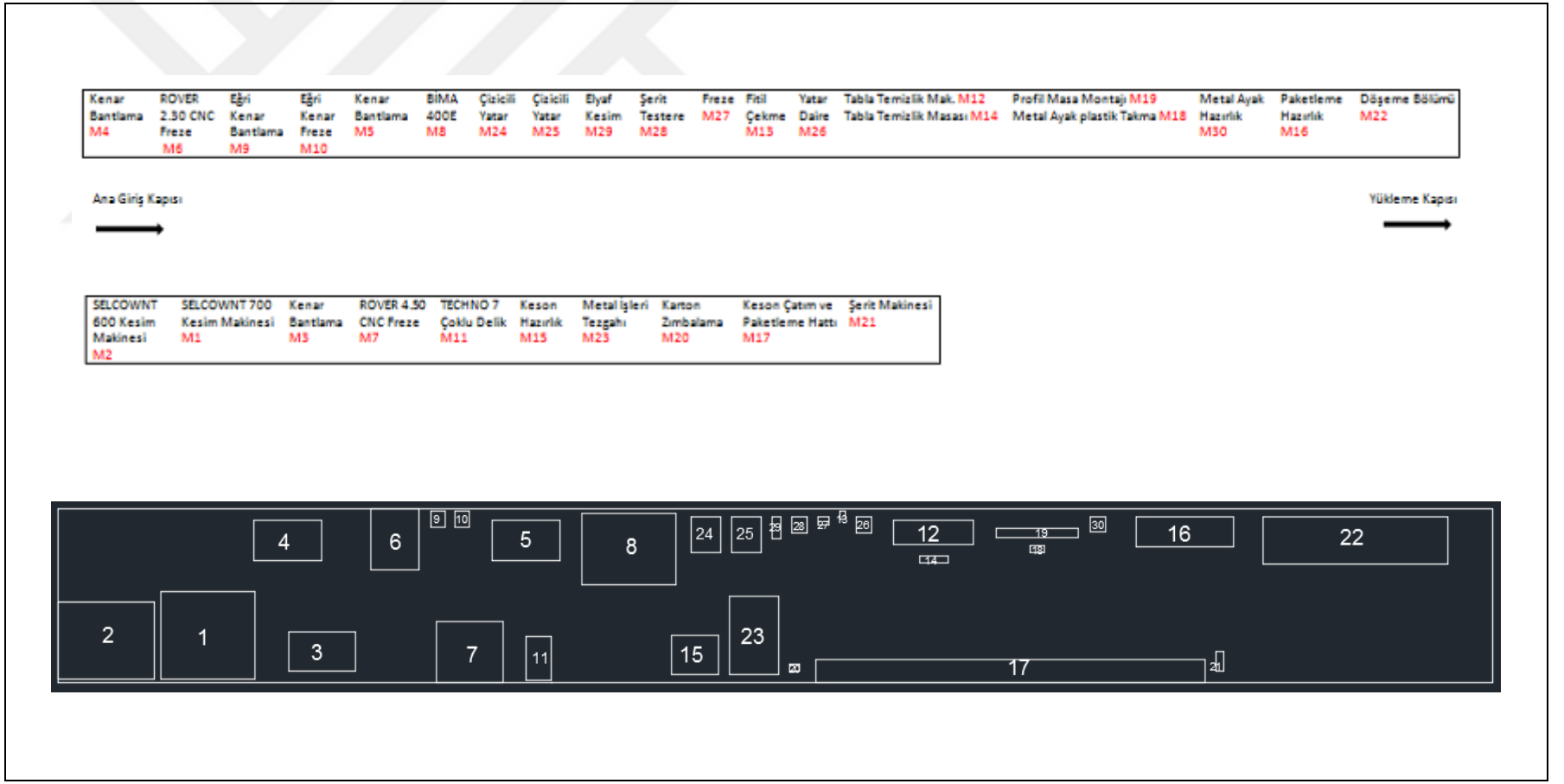
EK 5. Fabrikanın Şu An Ki Mevcut Yerleşim Planı (Autocad Çizimi)



EK 6. Makineler Arası Ürün Akış Sayısı (From-To Çizelgesi)

	To:	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24	M25	M26	M27	M28	M29	M30	From Toplamı
From:	M1	0	0	9	25	16	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	61
	M2	0	0	0	25	12	11	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	54
	M3	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
	M4	0	1	0	0	0	21	0	17	0	0	6	3	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55
	M5	0	0	0	0	0	4	0	19	0	0	4	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29
	M6	5	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	18	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36
	M7	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
	M8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	36	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	40
	M9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
	M10	0	0	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
	M11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
	M12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	M13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	M14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	M15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	10
	M16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	M17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
	M18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	M19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	M20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
	M21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	M22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	M23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
	M24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	9	0	0	0	0	16
	M25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	2	0	0	0	0	0	0	7	0	2	0	0	16
	M26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
	M27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	M28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	2	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	57
	M29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	0	0	29
	M30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
	To Toplamı	5	1	9	55	29	36	13	40	15	16	10	3	1	3	0	151	45	0	8	0	23	5	10	0	9	16	1	31	0	0	535

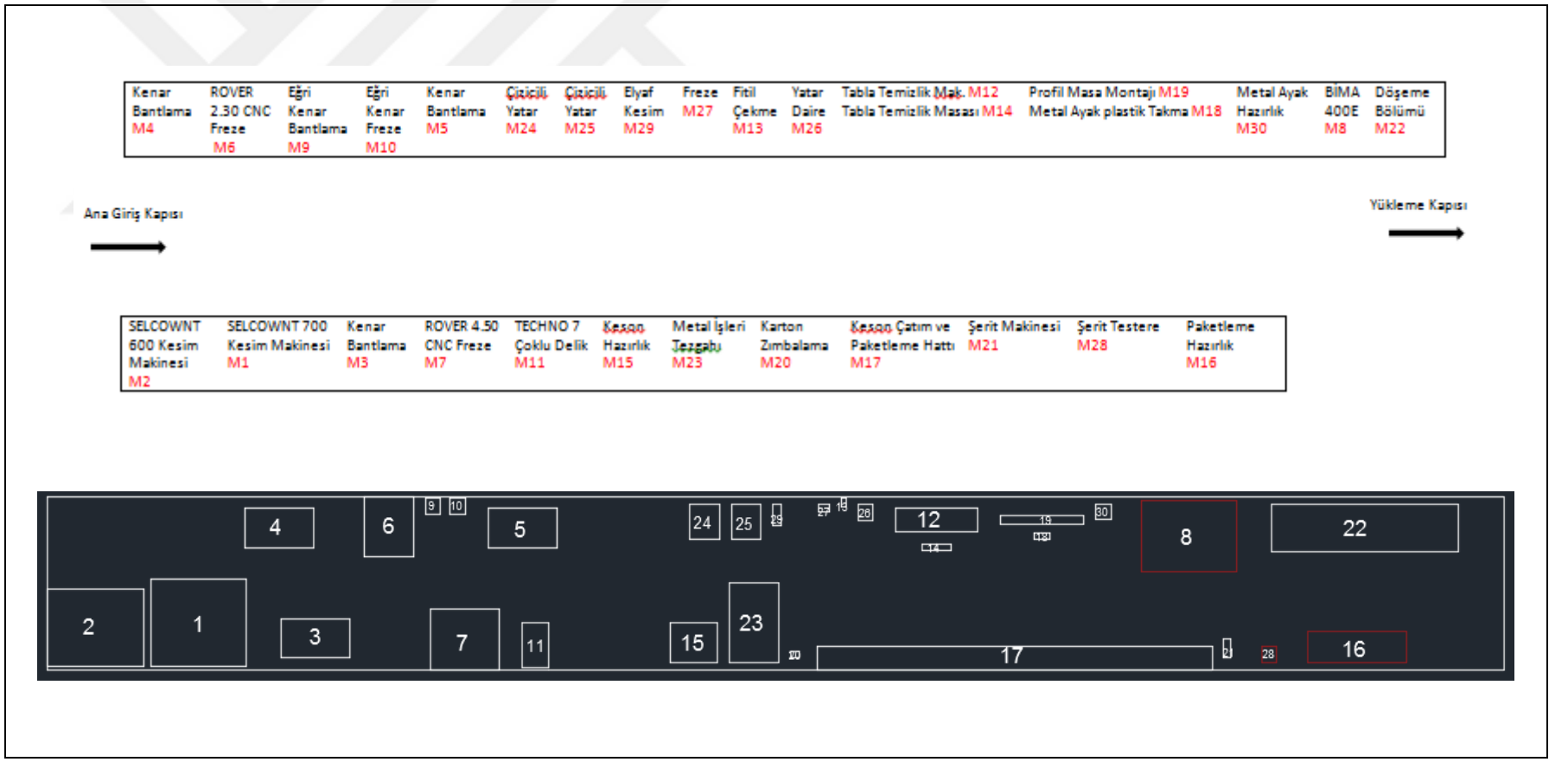
EK 7. Hücresel İmalata Geçiş Durumunda Yeni Yerleşim Düzeni (Autocad Çizimi)



EK 8. Makineler Arası Ürün Akış Sayısı

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24	M25	M26	M27	M28	M29	M30
M1	X	0	9	25	16	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
M2		X	0	26	12	11	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
M3			X	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M4				X	0	21	0	17	0	5	6	3	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M5					X	4	0	19	0	1	4	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M6						X	0	0	11	0	0	0	0	0	0	18	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M7							X	0	4	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M8								X	0	1	0	0	0	0	0	36	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0
M9									X	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M10										X	0	0	0	1	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M11											X	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M12												X	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M13													X	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
M14														X	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M15															X	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0
M16																X	0	0	0	0	1	0	0	0	5	16	0	51	0	2	
M17																	X	0	0	10	11	0	10	0	0	0	2	0	0	0	
M18																		X	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
M19																			X	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	
M20																				X	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
M21																					X	0	0	0	0	0	0	0	0	6	
M22																						X	0	0	0	0	0	2	0	0	
M23																							X	0	0	0	0	0	0	0	
M24																								X	7	9	0	0	0	0	
M25																									X	7	0	2	0	0	
M26																										X	0	0	0	0	
M27																											X	0	0	0	
M28																												X	29	0	
M29																													X	0	
M30																														X	

EK 9. Blok Diyagramlama Tekniği 1.İterasyon Sonundaki Yeni Yerleşim Planı (Autocad Çizimi)



EK 10. Blok Diyagramlama Tekniği 2.İterasyon Sonundaki Yeni Yerleşim Planı (Autocad Çizimi)

