

**TÜRK TRAKTÖR FABRİKASINDA MAKİNE YERLEŞİMİNDE
HÜCRESEL İMALAT UYGULAMASI**

Kadir Gökhan GÜÇLÜ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**OCAK 2006
ANKARA**

Kadir Gökhan GÜÇLÜ tarafından hazırlanan TÜRK TRAKTÖR FABRİKASINDA MAKİNE YERLEŞİMİNDE HÜCRESEL İMALAT UYGULAMASI adlı bu tezin yüksek lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.



Yrd.Doç. Dr. Mustafa YURDAKUL

Tez Yöneticisi

Bu çalışma, jürimiz tarafından Makine Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Bedri TUÇ



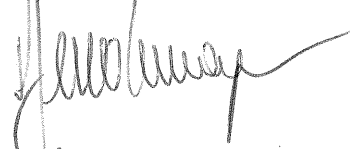
Üye : Prof. Dr. Can ÇOĞUN



Üye : Prof. Dr. Hadi GÖKÇEN



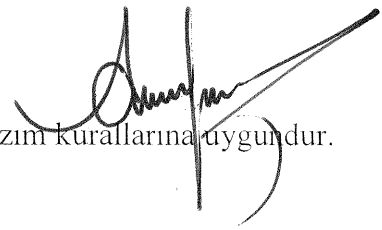
Üye : Yrd.Doç. Dr. Nihat GEMALMAYAN



Üye : Yrd.Doç. Dr. Mustafa YURDAKUL



Bu tez, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygundur.



TÜRK TRAKTÖR FABRİKASINDA MAKİNE YERLEŞİMİNDE HÜCRESEL İMALAT UYGULAMASI

(Yüksek Lisans Tezi)

Kadir Gökhan GÜÇLÜ

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Ocak 2006

ÖZET

Fabrikalarda makinelerin makine yerleşiminin hücresel yada fonksiyonel oluşu, rekabet güçlerinde belirleyici bir etkiye sahiptir. Bu tez çalışmasında bir fabrikanın mevcut yerleşiminde, fonksiyonel biçimde üretilen parçalar ele alınarak hücresel bir yerleşim planı elde edilmiştir. Hücresel imalat uygulamasında, üretim akış analizi metodu kullanılarak parçaların imalat süreci benzerliklerine göre parça aileleri ve makine grupları aynı anda elde edilmiştir. Ayrıca ters yönde parça taşımalarını en aza indirmek için Hollier-2 yöntemi hücre içi makine yerleşiminde kullanılmıştır. Hücresel imalat uygulamasıyla toplam malzeme taşıma mesafesi ve maliyetinde 70 %'in üzerinde kazanç elde edilmiştir. Çalışmada ayrıca hücresel imalatın makine yerleşiminden bir sonraki aşaması olan kanban sistemi de kullanılarak montaj hattı ile imalat hücreleri arasındaki parça akışı yeniden düzenlenmiştir.

Bilim Kodu : 914

Anahtar Kelimeler : Hücresel İmalat, Hücresel Yerleşim, Fabrika Yerleşimi, Kanban

Sayfa Adedi : 114

Tez Yöneticisi : Yrd.Doç. Dr. Mustafa YURDAKUL

**A CELLULAR MANUFACTURING APPLICATION IN A TURKISH
FACTORY**

(M.Sc. Thesis)

Kadir Gökhan GÜÇLÜ

**GAZI UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

January 2006

ABSTRACT

Having a cellular or functional layout is critical in determining a factory's ability to compete in its market. In this study, cellular manufacturing is applied to convert the functional layout of a Turkish company to cellular layout. Production Flow Analysis (PFA) is applied in the conversion process. PFA is a simple approach and obtains the part families and machine cells simultaneously. The comparison of the previous function layout and obtained cellular layout shows that there is around 70% reduction in material handling cost and total distance travelled. In addition, a kanban pull system is also developed to control the flow of parts between the assembly lines and machine cells in this study.

Science Code : 914

Key Words : Cellular Manufacturing, Cellular Layout, Plant Layout, Kanban

Page Number : 114

Adviser : Assist.Prof. Mustafa YURDAKUL

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren danışmanım Yrd.Doç.Dr. Mustafa YURDAKUL'a, uygulama çalışması aşmasında kıymetli tecrübelerinden faydalandığım Türk Traktör Fabrikası Üretim Mühendisliğine ve ayrıca Makine Mühendisi Koray KELLEÖZÜ'ne, çalışma süreci boyunca destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan çalışma arkadaşım Alperen Çelikdin'e ve aileme teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	iv
TEŞEKKÜR.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	viii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. HÜCRESEL İMALAT SİSTEMLERİ.....	2
2.1. Hücre Oluşturma Yöntemleri	4
2.1.1. Sıralı kümeleme algoritması (ROC Algoritması).....	5
2.2. Hücre İçi Yerleştirme Yöntemleri	8
2.2.1. Hücre içi makine yerleşim tipleri.....	10
2.3. Fabrika İçerisinde Hücrelerin Yerleştirilmesi.....	12
3. TÜRK TRAKTÖR FABRİKASINDA HÜCRESEL İMALAT UYGULAMASI.....	14
3.1. Uygulama Çalışmasında Kullanılacak Parça ve Makinelerin Seçimi.....	15
3.2. ROC Algoritması Kullanarak Hücrelerin Elde Edilmesi Süreci.....	17
3.3. Hücre İçi Yerleşimin Planlanması	20
3.3.1. Birinci hücreye ait makinelerin yükleri.....	21
3.3.2. Birinci hücrenin makine yerleşiminin yapılması.....	23
3.3.3. Birinci hücre makine yerleşiminin gösterilmesi.....	26

Sayfa

3.4. Hücreler Arası İlişkilerin Belirlenmesi.....	28
4. HÜCRESEL İMALAT VE KANBAN SİSTEMİ.....	32
4.1. Kanban Sistemi.....	33
4.2. Kanban Sayısının Hesaplanması.....	40
5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME.....	47
KAYNAKLAR.....	50
EKLER	52
EK-1. Mevcut Yerleşim Planı.....	53
EK-2. Başlangıç Parça - Makine Matrisi.....	54
EK-3. Sonuç Parça-Makine Matrisi.....	55
EK-4. Uygulamada Kullanılan Parça-Makina Matrisinin ROC Algoritmasına Göre Çözümüne İlişkin Programlama	56
EK-5. Sonuç Parça-Makine Matrisine Göre Elde Edilen Hücreler.....	63
EK-6. Tasarım Yerleşim Planı.....	101
EK-7. Mevcut Yerleşimde Makinalar Arası Mesafe Matrisi.....	102
EK-8. Tasarım Yerleşimde Makinalar Arası Mesafe Matrisi.....	103
EK-9. Makinalar Arası İş Akış Miktarı Matrisi.....	104
EK-10. Mevcut Yerleşimde Makinalar Arası Mesafeler x İş Akış Miktarı x Ortalama Ağırlık Matrisi.....	105
EK-11. Tasarım Yerleşimde Makinalar Arası Mesafeler x İş Akış Miktarı x Ortalama Ağırlık Matrisi.....	106
EK-12. Elde Edilen Hücelere Ait Parçaların Kanban Sayıları.....	107
ÖZGEÇMİŞ.....	114

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Başlangıç parça-makine matrisi.....	6
Çizelge 2.2. Satırlar için sıralama tablosu.....	6
Çizelge 2.3. Sütunlar için sıralama tablosu.....	7
Çizelge 2.4. Parça-Makine gruplarını gösteren sonuç matrisi.....	7
Çizelge 2.5. “Den-E” tablosunun oluşturulması.....	9
Çizelge 3.1. 1.48.106 kodlu parçaya ait operasyon sayfası özeti.....	16
Çizelge 3.2. Makineler ve kodlarının anlamları.....	19
Çizelge 3.3. Sonuç matrisine göre elde edilmiş 1.hücre.....	21
Çizelge 3.4. Birinci hücreye ait makine yükleri.....	23
Çizelge 3.5. Birinci hücreye ait parçaların rota bilgisi.....	24
Çizelge 3.6. Birinci hücreye ait “Den-E” tablosu.....	25
Çizelge 3.7. Birinci hücreye ait makinelerin “Den/E” oranlarına göre sıralanması.....	25
Çizelge 3.8. Hücreler arası ilişki tablosu.....	29
Çizelge 4.1. Parçaların üretim adetleri.....	42
Çizelge 4.2. Parçaların günlük toplam işlem zamanı.....	43
Çizelge 4.3. 10.hücre için makine ayar zamanları.....	43
Çizelge 4.4. Parçaların montaj süreleri.....	45

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Fonksiyonel ile hücresel yerleşim kıyaslaması.....	3
Şekil 2.2. Hücre içi hareketler.....	8
Şekil 2.3. Genel parça akış şeması.....	9
Şekil 2.4. En düşük geri dönüşe göre makinelerin dizilmesi.....	10
Şekil 2.5. Akış hattı yerleşim örneği.....	11
Şekil 2.6. U tipi yerleşim örneği.....	11
Şekil 2.7. Örnek ilişki şeması ve tanımlamaları.....	13
Şekil 2.8. Örnek yerleşim planı.....	13
Şekil 3.1. Birinci hücre iş akış şeması.....	27
Şekil 3.2. Hücrelerin önem sırasına göre sıralanışı.....	30
Şekil 4.1. Kanban zinciri ve fiziksel birimlerin hareketi.....	33
Şekil 4.2. Kullanılan kanban tipleri.....	34
Şekil 4.3. Çekme kanbanı (Withdrawal kanban).....	35
Şekil 4.4. Üretim-Sipariş kanbanı (Production-Ordering kanban).....	35
Şekil 4.5. Şanzıman montaj hattı için genel kanban akışı.....	37
Şekil 4.6. Örnek çekme sistemi.....	39

1. GİRİŞ

Benzer özellikler taşıyan parçaların, benzer şekilde üretilebilmeleri nedeniyle bir araya toplandığı sistemler “hücre” olarak tanımlanmaktadır. Bir hücrede benzer parça ailesini üretmek için çalışanların bir takım olarak bir araya getirilmesi ve benzer olmayan makinelerin gruplaşma stratejisi ise “hücresele imalat” olarak tanımlanmaktadır (Askin ve Zhou, 1998). Hücresele İmalat yerleşimi, her hücrede hangi parçaların ve hangi makinelerin yer alacağına ilişkin kararın verilmesi ile başlar. Hangi makinenin hangi hücreye atanacağı ve hangi hücrede hangi parça ailesinin üretileceği belirlendikten sonra parça ailesini üretecek makinelerin hücre içerisinde sürekli akışı sağlayacak şekilde dizilmesi ise ikinci aşamayı oluşturur. Üçüncü aşama ise oluşturulan hücreleri, birbirleri ve montaj hatları ile arasındaki ilişkilerine göre fabrikanın genel yerleşim planına göre uygun şekilde yerleştirmektir.

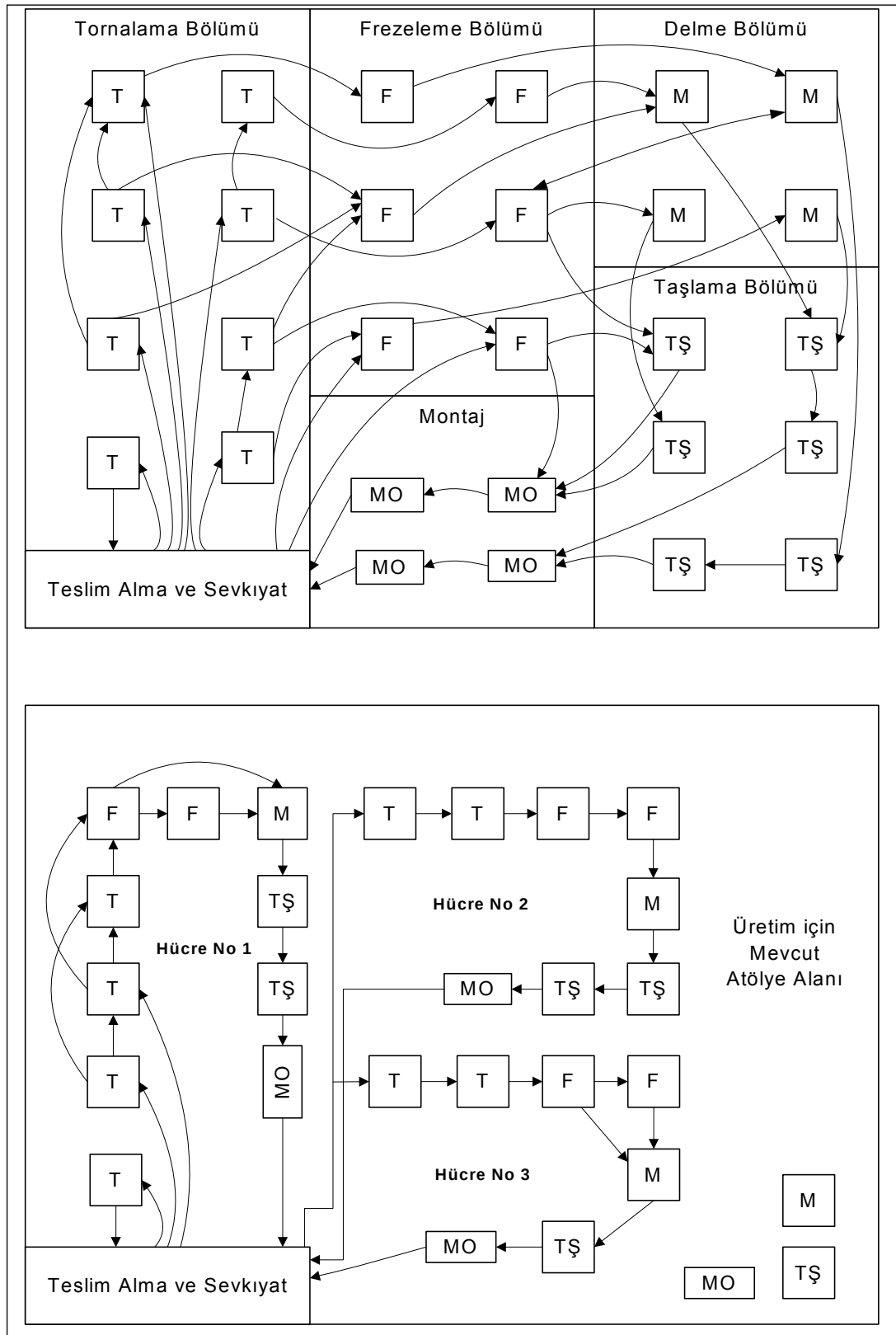
Bu çalışmanın amacı, Türk Traktör Fabrikasının mevcut yerleşiminde hücresele imalatın uygulanmadığı parçaları ele alarak fabrikadaki fonksiyonel yerleşimin görüldüğü kısımları da hücresele bir yapıya dönüştürmektir. Bu çalışmada TTF'nin mevcut yerleşim planı çizilmiş, fabrikadaki tüm parçalar ele alınmış ve hücresele imalatın uygulanmadığı parçalar ve bunların işlem gördüğü makineler seçilerek toplam sayısı 150 olan parça ile 128 makine için hücresele imalat uygulaması yapılmıştır. Ayrıca fabrikada parçaların hücreler ve montaj hattı arasındaki parça transferini düzenleyen “kanban” sisteminin tasarımı yapılmıştır.

2. HÜCRESEL İMALAT SİSTEMLERİ

Hücresel imalat, çeşitlilik gösteren ürünleri mümkün olan en kısa sürede ve en az maliyetle üretmeye çalışan bir yaklaşımdır. Her bir hücre; iş istasyonlarının, makinelerin veya ekipmanların bir ürün veya birbirine benzer parça ailesinin üretilmesi için bir araya getirildiği, beklemleri ve taşımayı minimize eden bir yapıdadır. Hücreler, bir süreci, bir parçayı, tüm bir ürünü veya bir parça gurubunu imal etmek için tasarlanabilir (Olexa, 2002).

Bir imalat hücresi, belirlenen parça için ihtiyaç duyduğu tüm üretim kaynaklarını (işgücü, hammadde, makine v.s.) bir grup altında toplayarak ürün veya yarı mamul haline getirmeyi amaçlamaktadır. Hücreler sayesinde tüm üretim kaynakları birbirlerine yakın olmalarının getirdiği kolay izlenebilme ve iletişim avantajlarından faydalanmaktadır. Hücreler, değişken üretim ihtiyaçlarının en hızlı şekilde karşılanabilmesi için esnek olarak tasarlanırlar (Chaneski, 1998).

Şekil 2.1`de, fonksiyonel ve hücresel yerleşim örneği görülmektedir. Fonksiyonel yerleşimde (üstteki atölye), çeşitli makineler yaptıkları işlere göre yerleştirilmişlerdir ve atölyede; torna, freze, delme ve taşlama bölümleriyle bir montaj hattı bulunmaktadır. Bir parçanın imalinde, malzemenin bu bölümler arasında, belki de defalarca gidip gelmesi gerekecektir. Üretim akışının değişkenliği sonucu malzeme akışı karmaşık bir yapıya sahiptir. Bu karmaşıklık üretim programlarının hazırlanmasında güçlükler yaratmakta ve bazı istasyonlarda kuyruklar ve bunun sonucu olarak da ara stoklar oluşmaktadır (Soyuer, 1995). Şekildeki alttaki atölye aynı üretimi yapan, ancak makinelerin hücreler şeklinde düzenlendiği bir başka yerleşimi göstermektedir. Her hücre, belli bir parça ailesini üretecek şekilde düzenlenmiştir. İmalat hücrelerinin avantajı, istenilen parçayı minimum malzeme, ekipman, işgücü, zaman ve alanda üretebilmesidir. Bunların doğal sonucu olarak da üretim maliyetleri düşmektedir.



Şekil 2.1. Fonksiyonel ile hücresel yerleşim kıyaslaması

Kısaca hücresel imalat sistemleri ile bekleme süreleri kısaltmakta çünkü imalat hücresi içerisinde üretim hazırlık süreleri bulunmamaktadır, işgücü hareketi azalmakta çünkü istenilen tüm parçalar hücre içerisinde hazır halde bulunmaktadır ve malzeme taşıma miktarları azalmakta çünkü departmanlar arasında her bir işlem için ayrı ayrı taşıma yapılmamakta, gerekli işlemlerin makineleri hücre içerisinde bulunmaktadır.

Ancak hücresel imalatın her ne kadar yukarıda belirtilen avantajları bulunsa da, bir parça ailesi için gerekli olan tüm operasyonların tek bir hücrede yapılması bazı durumlarda pratikte mümkün değildir.

2.1. Hücre Oluşturma Yöntemleri

Literatürde çeşitli hücre oluşturma yöntemlerine rastlanmaktadır. Bu yöntemler görsel yöntem, sınıflandırma ve kodlama, üretim akış analizi olmak üzere üç ana grupta toplanabilir. (Groover, 2001 ; Lockyer, 1992).

Görsel Yöntem, parçaların görsel (geometrik) benzerliklerine göre gruplandırmak ve ailelere ayırma işlemidir. Küçük atölye üretimlerinde az çeşit parça söz konusu olduğunda kullanılabilir. Büyük ölçekli fabrikalara uygulandığında beklenen faydayı sağlamaz.

Sınıflandırma ve kodlama yönteminde ise her parçaya 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 problemsiz dokümantasyonu olan kodlama sistemlerinden bazılarıdır.

Üretim akış analizi (production flow analysis (PFA)) ise parçaların hangi makinelerde işlendiği bilgisini kullanır. Parçalar ve bu parçaların üretilmeleri için gerekli makinelerin gösterildiği bir matris oluşturulur. Satırlarında parçalara,

sütunlarında da makinelere yer verilen bu matrisin sıfır olan elemanları, o parçanın o makinede işlemi olmadığını; bir olan elemanları da ilgili makinede işlendiğini gösterir. Bu matris belirli algoritmalarla yeniden düzenlenerek imalat hücreleri ve parça aileleri aynı anda elde edilir. Bu metodun avantajı kod geliştirmeye gerek olmaması ve parça çizimlerinin gerekmemesidir. Kolay uygulanan bir yöntemdir (Burbidge 1992).

Avantajlarının yanında PFA yönteminin bazı kısıtlamaları da vardır. Bunlar;

1. Parçaların boyut, tolerans, malzeme, üretim miktarları gibi özellikleri kullanılmadığından hücelere makine atamalarında yanlışlıklar olabilmektedir.
2. Eski, işlem sırası açısından optimum olmayan işlem planlarının kullanımı yanlış veya verimsiz makine hücrelerinin oluşmasına yol açmaktadır.

Bu çalışmada hücrelerin oluşturulmasında Kümeleme Algoritmalarından biri olan “Sıralı Kümeleme” algoritması (Rank Order Clustering (ROC)) kullanılmıştır.

2.1.1. Sıralı kümeleme algoritması (ROC Algoritması)

Hücre oluşturma yöntemleri arasında en popüler olanı Sıralı Kümeleme algoritmasıdır. Bu yöntemle bir parça-makine matrisinin satır ve sütunlarını, hesaplanan bir 2^n değerine göre, tekrarlamalı olarak yeniden düzenleyerek diagonal bloklar oluşturmaya çalışır. 2^n değeri hesaplanırken matrisin her sütun ve satırı için “1” ve “0” değerleri dikkate alınır. 2^n değeri ise her satır ve sütunun bulunduğu sıranın onlu sayı sistemindeki karşılığına göre hesaplanır (Groover, 2001).

Çizelge 2.1’de örnek olarak verilen başlangıç parça-makine matrisi ROC algoritmasına göre düzenlenmiştir. Bu matrise göre Çizelge 2.2’de 2^n değerlerini ve satırlar için sıralamayı göstermektedir. İlk satır için toplam $2^7 + 2^6 + 2^2 = 196$ ve 196 en yüksek satır toplamı olduğu için ilk sıradadır.

Çizelge 2.1. Başlangıç parça-makine matrisi

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
M1	1	1				1		
M2			1		1			1
M3			1	1			1	
M4	1	1				1		
M5				1			1	
M6			1		1			1

Çizelge 2.2. Satırlar için sıralama tablosu

	2 ⁿ değerleri →									
	2 ⁷	2 ⁶	2 ⁵	2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰	Satır Toplamı	Sıra
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8		
M1	1	1				1			196	1
M2			1		1			1	41	4
M3			1	1			1		50	3
M4	1	1				1			196	2
M5				1			1		18	6
M6			1		1			1	41	5

Çizelge 2.3. Sütunlar için sıralama tablosu

2^n Değerleri		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
2^5	M1	1	1				1		
2^4	M4	1	1				1		
2^3	M3			1	1			1	
2^2	M2			1		1			1
2^1	M6			1		1			1
2^0	M5				1			1	
Sütun Toplamı	→	48	48	14	9	6	48	9	6
Sıra	→	1	2	4	5	7	3	6	8

Satırların belirlenen sıraya göre yeniden düzenlenmiş biçimi Çizelge 2.3'de gösterilmiştir. Bu aşamada satırlar için yapılan işlem sütunlar için tekrarlanır. Yeni sıralamaya göre sütunlar tekrar düzenlenirse Çizelge 2.4'deki sonuç matrisi oluşur. ROC algoritmasında 2 bağımsız hücre oluşmuştur.

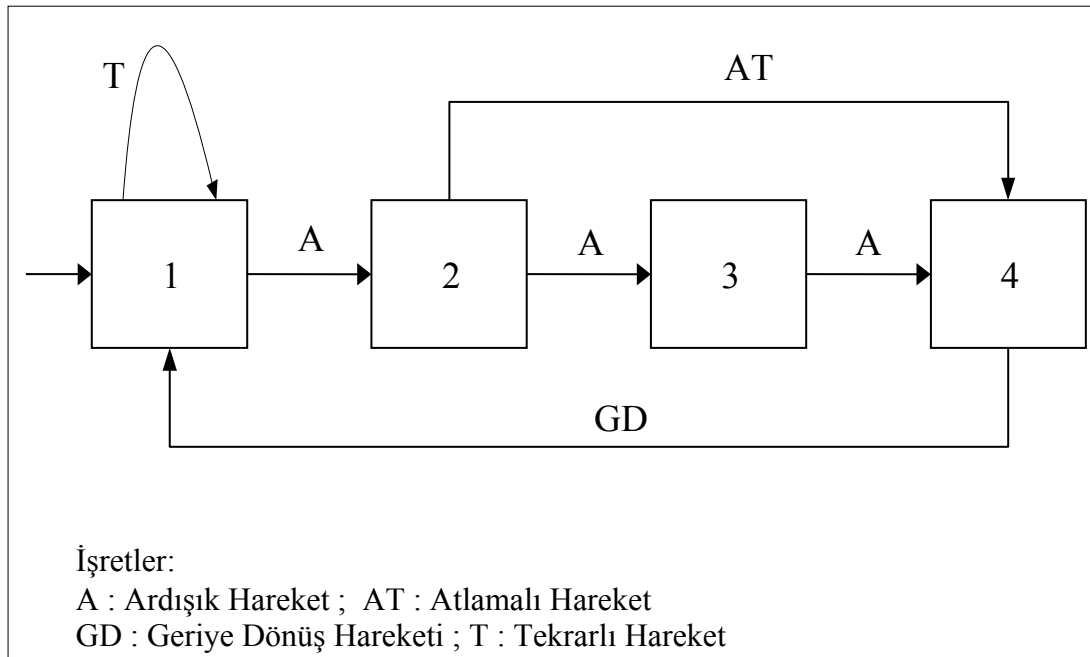
Çizelge 2.4. Parça-Makine gruplarını gösteren sonuç matrisi

	P1	P2	P6	P3	P4	P7	P5	P8
M1	1	1	1					
M4	1	1	1					
M3				1	1	1		
M2				1			1	1
M6				1			1	1
M5					1	1		

2.2. Hücre İçi Yerleştirme Yöntemleri

ROC algoritması ile hangi makinelerin bir araya getirileceği ve her hücrede hangi parçaların işlem göreceği belirlendikten sonra makinelerin hücre içindeki fiziksel yerleşiminin planlanması gerekir.

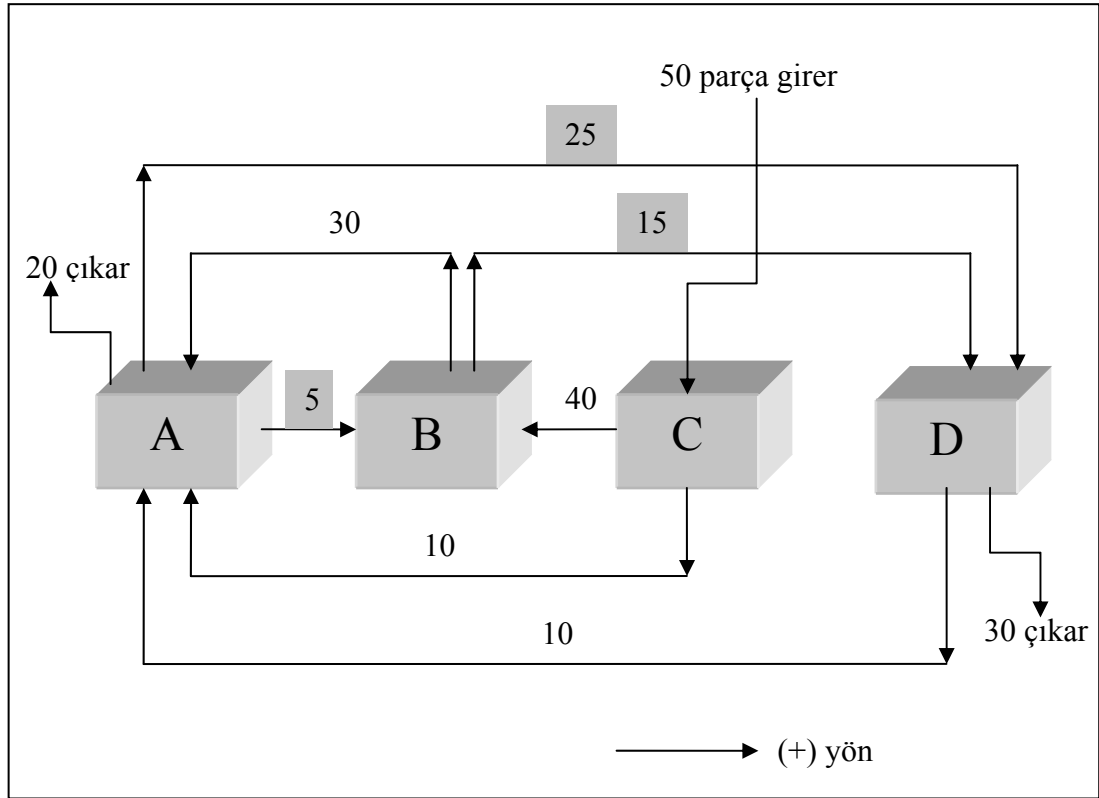
Etkin bir hücre içi yerleşim planı için, parça akışı mümkün olduğunca parça ailesinin proses akışı yönünde ardışık hareket etmesi ve geriye dönüş hareketinin en aza indirilmesi gerekir (Groover, 2001). Şekil 2.2’de hücre içi hareket tipleri gösterilmektedir (Baran, 1991).



Şekil 2.2. Hücre içi hareketler

En uygun makine dizilişinin bulunması için bu çalışmada Hollier-2 metodu kullanılmıştır ve aşağıdaki örnekte Hollier-2 metodu açıklanmıştır (Groover, 2001).

Şekil 2.3’de 4 makineden oluşan bir hücrenin makineler arasındaki parça akış miktarları görülmektedir. Makineler “A, B, C, D” ile gösterilmektedir.



Şekil 2.3. Genel parça akış şeması

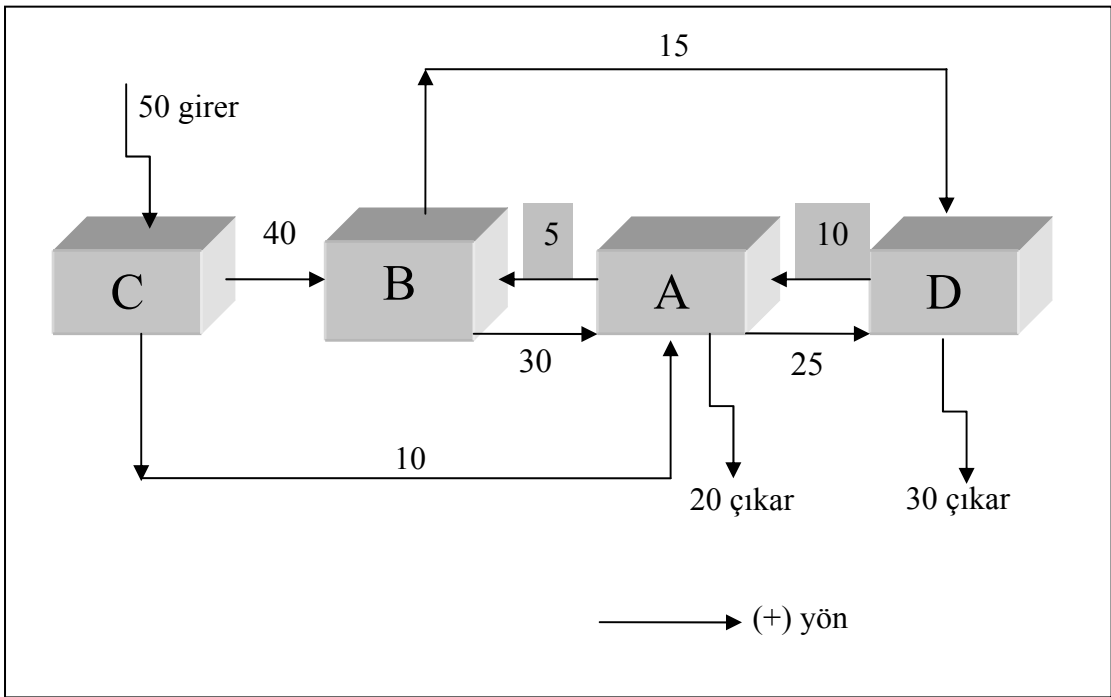
Hollier-2 metodunda makineler arasındaki parça transferlerinin “Den-E” tabloları ile düzenlenmesi gerekmektedir. Çizelge 2.5 hücre içerisindeki makineler arasındaki parça taşımalarını bir tablo halinde sunmaktadır.

Çizelge 2.5. “Den-E” tablosunun oluşturulması

Girenler						Çıkanlar	“Den” Toplamı	“Den / E” Oranı
	A	B	C	D				
A	0	5	0	25				
B	30	0	0	15				
C	10	40	0	0				
D	10	0	0	0				
“E” Toplamı	50	45	0	40				

Çizelgede her makine için “Den” ve “E” toplamaları hesaplanır. Hollier-2 metodu “Den/E” oranını hesaplatır ve makineler oranlarına göre dizilir. Örnekte “C” makinesinin “Den/E” oranı en büyük olduğundan hücredeki ilk makine olur. Makineler oranlarına göre büyükten küçüğe dizilirse; “C → B → A → D” dizilişi elde edilir ve bu diziliş en uygun makine dizilişidir.

Şekil 2.4 elde edilen hücre içi yerleşimi ve makineler arası parça taşımayı göstermektedir. Bu yerleşimde geri dönüş oranı $15 \div 135 \approx \%11$ dir.

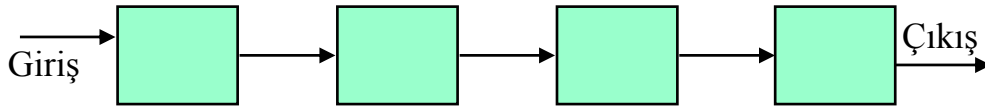


Şekil 2.4. En düşük geri dönüşe göre makinelerin dizilmesi

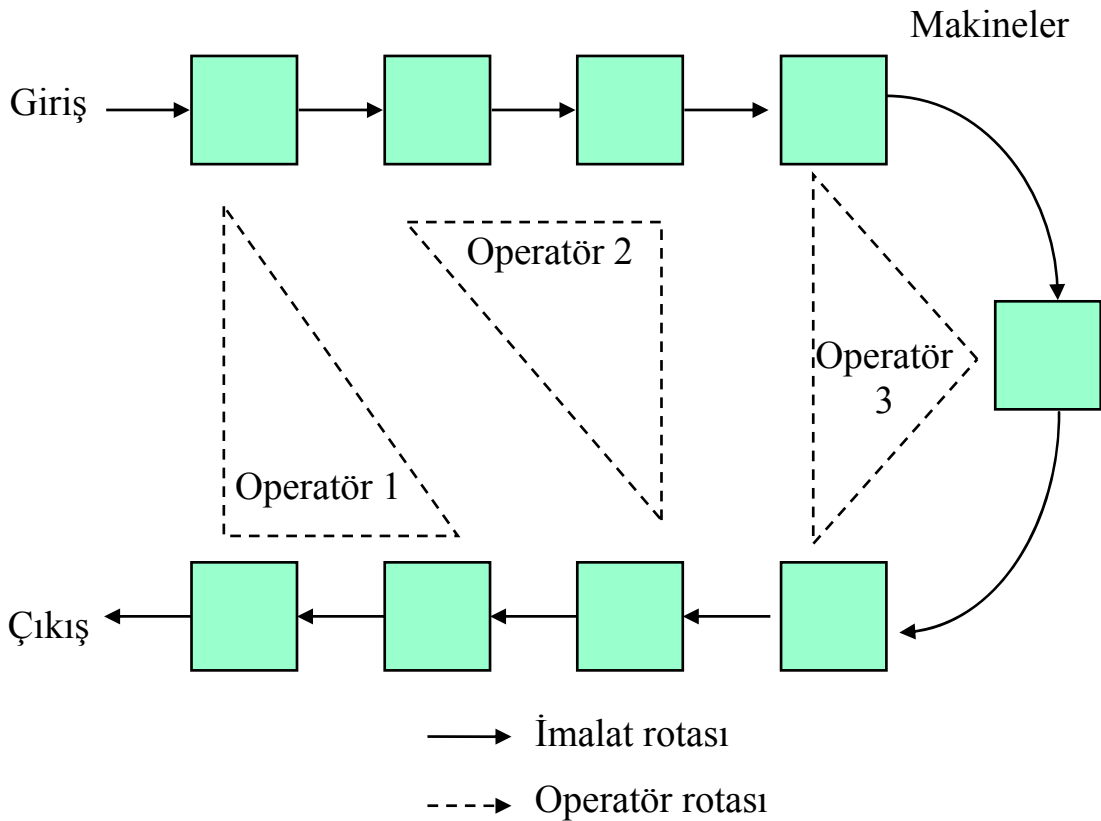
2.2.1. Hücre içi makine yerleşim tipleri

Hücrelerdeki makineler akış hattı yerleşimi biçiminde veya U tipi yerleşim biçiminde dizilirler. Akış hattı yerleşimi otomatik taşıma hatlarının kullanıldığı veya geriye dönüş hareketinin olmadığı durumlarda kullanılır (Şekil 2.5). Bu yöntemde ancak, ileri doğru atlamalı hareketler kabul edilebilir. Akış Hattı Yerleşim ile kısa üretim süresi ve düşük stok düzeyi gibi avantajlar sağlanır.

Şekil 2.5. Akış hattı yerleşim örneği



Aynı hücrede işlem gören bir veya daha fazla parça ailesinin üretim akışları aynı olmadığı zaman U tipi yerleşim biçimi kullanılır. Bu tip yerleşimde çoğunlukla atlamalı ve geriye doğru olan taşımalar görülür. Ayrıca, akış hattı yerleşimde makine sayısı fazla olduğunda operatörün son istasyondan önceki ya da baştaki istasyonlara eli boş dönüşü için uzun mesafe kat etmesi gerekir. Şekil 2.6'da verilen örnekte görüldüğü gibi U tipi yerleşimde operatörler makinelere daha kolay ve çabuk ulaşabilmektedir.



Şekil 2.6. U tipi yerleşim örneği (Monden, 1981)

2.3. Fabrika İçerisinde Hücrelerin Yerleştirilmesi

Fabrika içerisinde hücreler parça taşıma maliyetlerini en aza indirecek biçimde yerleştirilmelidir. Taşıma maliyetini en aza indirmek için aralarında yüksek miktarda parça akışı olan hücrelerin yakın olması gerekir. Fabrika içerisindeki toplam parça taşıma maliyeti, hücreler arasında taşınan parça sayısı ve aralarındaki mesafeler kullanarak hesaplanır. Genel olarak formüle etmek gerekirse (Heizer ve Render, 1996);

$$\text{Parça taşıma maliyeti} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n X_{ij} C_{ij} d_{ij} \quad [2.1]$$

n = toplam hücre sayısı

i, j = hücre numaraları

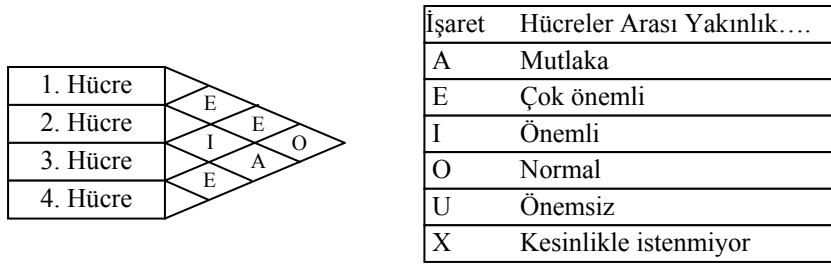
X_{ij} = i hücresinden, j hücresine yapılan taşıma miktarı

C_{ij} = i hücresinden, j hücresine birim taşıma maliyeti (YTL/m)

d_{ij} = i hücresi ile j hücresi arasındaki taşıma uzunluğu

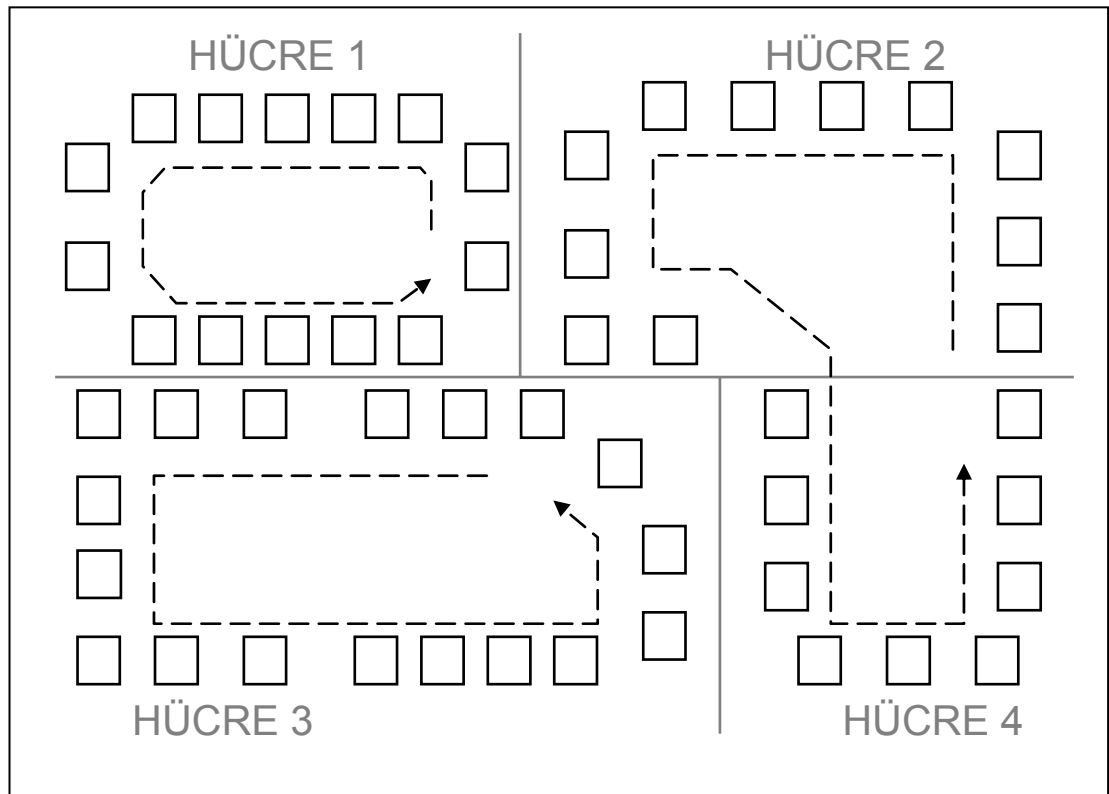
Pratikte hücrelerin yerleştirilmesinde, sezgisel yöntemlerden yararlanılmaktadır. Bu amaçla hücreler arasındaki ilişkilerin göreceli olarak ifade edildiği “ilişki şemaları” kullanılır. İlişki şemaları tasarlanan üretim hücrelerinin birbirlerine ne derecede yakın olmaları gerektiğini ifade etmekte kullanılan bir araçtır (Slack, 1998).

Örnek bir ilişki şeması ve bu şema oluşturulurken kullanılan harflerin anlamları Şekil 2.7’de verilmektedir.



Şekil 2.7. Örnek ilişki şeması ve tanımlamaları

İlişki şemasında belirlenen harflere göre örnek yerleşim planı oluşturulmuş ve Şekil 2.8’de sunulmuştur. Hücreleri yerleştirmede aralarındaki ilişkileri “A” olan hücreler yan yana getirilmeli, “E” olan hücrelerde ise en az bir köşe teması sağlanması literatürde tavsiye edilmektedir (Meyers ve Stephens, 2000).



Şekil 2.8. Örnek yerleşim planı

3.TÜRK TRAKTÖR FABRİKASINDA HÜCRESEL İMALAT UYGULAMASI

Türk Traktör Fabrikası (TTF), son on yılda yaptığı yatırımlarla, üretim teknolojisi açısından da güçlü bir altyapı oluşturarak, dünyadaki sayılı tasarım ve üretim merkezlerinden biri durumuna gelmiştir. 2004 yılında üretim miktarı 23.485 traktördür. TTF’de üretilen bazı parçalar; şanjman kutusu, transmisyon kutusu, motor bloğu, silindir kafası, diferansiyel kutusu, hidrolik kaldırıcı, redüktör kovanları, cer ve zaman dişlileri, ayna mahruti dişlileri olarak sıralayabiliriz.

Fabrikada üretim teknolojisinin özellikleri, ana başlıklar altında şu şekilde sıralanabilir:

- Makine parkında 83 adet bilgisayar kontrollü yatay işleme merkezi ve 22 adet CNC torna tezgahı bulunmaktadır.
- Türkiye’deki ilk Esnek Üretim Sistemi (Flexible Manufacturing System (FMS)) Türk Traktör’de kurulmuştur.
- Toplam tezgah sayısına oranı % 34’ e ulaşan 155 adet CNC tezgahı,
- Büyük bölümü CNC olan krank işleme tezgahları,
- Motor bloğu FMS işleme hatları,
- Silindir kafası işleme merkezleri,
- Şanjman ve transmisyon kutusu FMS işleme hatları,
- CNC tezgahlarda düz ve helisel dişli talaşlı imalatı ve ısıt işlemleri,
- Bilgisayar kontrollü otomatik dişli ölçüm cihazı,
- Ezerek diş açma tezgahları,
- CNC tezgahlarda ayna mahruti dişli imalatı, ısıt işlemleri ve ölçümü,
- Bilgisayar kontrollü orta ve yüksek frekanslı indüksiyonla sertleştirme tezgahları,
- Bilgisayar kontrollü sementasyon fırınları,
- Bilgisayar kontrollü gaz nitrürasyon fırınları.

Bu çalışmada kullanılan her parçaya ait üretim adedi, 2004 yılı için ortalama traktör sayısı baz alınarak hesaplanmıştır.

3.1. Uygulama Çalışmasında Kullanılacak Parça ve Makinelerin Seçimi

Türk Traktör Fabrikasının makine yerleşiminde fonksiyonel ve hücresel yerleşim biçimleri bir arada uygulanmaktadır. Bu çalışmanın amacı hücresel imalatın uygulanmadığı parçaları ele alarak fabrikanın fonksiyonel yerleşiminin görüldüğü kısımları da hücresel bir yapıya dönüştürmektir. Bunun için fabrikadaki tüm parçalar incelenmiş ve hücresel imalatın uygulanmadığı parçalar ve bunların işlem gördüğü makineler seçilerek toplam sayısı 150 olan parça ile 128 makine için hücresel imalat uygulaması yapılmıştır. EK-1’de TTF’nin mevcut yerleşimi verilmiştir. Mevcut yerleşimde, ele alınan üç parçanın operasyon planlarına göre ayrı ayrı akışı gösterilmiştir ve makinelerin fonksiyonel olarak yerleştirildiği alanlar çizgilerle sınırlandırılmamıştır.

Parçalara ait operasyon planlarının gözlemler yoluyla incelenmesi sonucunda parçaların işlendiği makinelerin; temel teknik özellikleri, parçaların genel olarak geometrik şekli ve boyutları, taşıma sistemleri, parçaların ara stok durumları, depolanmaları, herhangi bir makinede arıza oluştuğunda parçaların başka hangi makinelerde üretileceği (alternatif tezgah), parçaların üretim süreleri, makine hazırlık süreleri ve işçilik zamanı gibi bilgilere ulaşılmış ve hangi parçanın hangi traktör tipinde kaç adet kullanıldığı bilgisine ulaşarak aylık olarak üretilen traktör sayısına göre parçaların üretim adetleri net olarak elde edilmiştir. Çizelge 3.1’de “1.48.106” kodlu parçaya ait operasyon bilgileri verilmiştir. Bu parça ayda ortalama 440 adet üretilmektedir.

Çizelge 3.1. “1.48.106” kodlu parçaya ait operasyon sayfası özeti

PARÇA NO	OP NO	TEZGAH NO	BÖLÜM NO	OP. TANIMI	STD ZM.	İŞÇİLİK ZM.	HAZIRLIK ZM.
1.48.106	20	080-001	IB04	ISLAH ET	7,06	3,17	-
1.48.106	40	089-003	IB04	KUMLA.	0,60	0,27	-
1.48.106	50	007-007	B01	PARÇANIN BİR TARAFINI VE DELİĞİNİ İŞLE.	4,72	2,36	30
1.48.106	60	007-008	B01	PARÇANIN DİĞER TARAFINI VE DELİĞİ İŞLE.	5,13	2,76	30
1.48.106	70	020-003	C01	M=2,58, Z=26 FORMUNDA BROŞ ÇEK.	3,00	3,00	45
1.48.106	80	042-004	B01	M=5,5, Z=68 FORMUNDA DİŞLİ AÇ.	15,00	7,50	60
1.48.106	90	047-001	B01	M=5,5, Z=68 FORMUNDAKİ DİŞLİYİ RASPALA.	6,32	3,16	45
1.48.106	100	067-012	B03	YIKA VE HAVA TUT.	1,00	2,00	-
1.48.106	110	083-005	IB04	KARBÜRLE.	31,92	7,17	-
1.48.106	120	086-013	IB04	TEMPERLE.	4,50	4,11	-
1.48.106	140	089-004	IB04	KUMLA.	2,14	1,11	-

Çizelge 3.1`dekine benzer şekilde fabrikada üretilen tüm parçalar için operasyon sayfası özeti hazırlanmıştır. Bu sayfalarda verilen bilgilere göre parça-makine matrisi oluşturulmuştur.

3.2. ROC Algoritması Kullanarak Hücrelerin Elde Edilmesi Süreci

Parça–makine matrisinde parçalar satırlara, makineler ise sütunlara yerleştirilmiş ve her parçanın işlem gördüğü makinelere ilişkin kısma “1” verilmiştir. Parçaların işlem görmedikleri makinelere ilişkin değerler ise boş bırakılmıştır yani “0” dır.

Oluşturulan parça-makine matrisinin boyutları 150×128 dir (150 parça, 128 makine). Ancak az sayıda bulunan ve çok sayıda parça tarafından kullanılan makineler matristen çıkarılarak yeni bir matris oluşturulmuş ve böylece daha kolay ayrışan bir matris elde edilmiştir. Isıl işlem, broş, yıkama, testere ve el işçiliği (tezgah kodları: 20-1, 67, 27 ve 61) operasyonlarına parça-makine matrisinde karşılık gelen sütunlar çıkartılmıştır. Çıkarılan operasyonlar ile ilgili bilgiler aşağıda sıralanmıştır:

1. Fabrikadaki imal edilen tüm parçalar fabrikanın ayrı kapalı bir bölümünde bulunan ısıtma işlem tezgahlarına gitmektedir ve ısıtma işlem operasyonları sadece bu bölümde yapılmaktadır.
2. Fabrikadaki tüm parçalar yıkama tezgahına son operasyon olarak girmektedir. Bu yüzden yıkama tezgahları atölyenin çıkış kapılarına yakın işlem yapmaktadır.
3. Fabrikada iki adet olan broş tezgahını çok sayıda parça kullanmaktadır.
4. Operasyon görevi delik içlerinde çeşitli işlemler sonucu oluşmuş çapakları temizlemek ve deliklere dış açmaktır. Belirgin olarak bir hücreye dahil edilemeyecek kadar fazla parçanın işlenmesinde kullanılmaktadır.
5. Fabrikada el işçiliği adı ile yapılan operasyonlar vardır ve parçaların büyük bir bölümünde bu operasyon mevcuttur. Çoğunlukla operasyon görevi doğrultma ve çapak temizlemedir. Bu operasyon makinelerde değil operatörler bu işlemleri masalarda yapmaktadır.
6. Testere tezgahları uzun çubuk malzemelerin olduğu alanda bulunmaktadır. Bu yüzden bu alandan başka yere taşınması söz konusu değildir.

Yukarıda belirtilen makinelerin çıkarılması ile oluşan parça-makine matrisinin yeni boyutları 150×110 olmuştur ve bu matris EK-2'de gösterilmiştir.

Uygulama çalışmasında kullanılan makineler ise kodları ile birlikte gruplanarak Çizelge 3.2'de verilmiştir. Bu çizelgede aynı satırda verilen makineler, parçaların imalat sürecinde birbirlerinin yerine de kullanılabilirler yani bu makineler birbirlerinin alternatifi olan makinelerdir. Çizelge de aynı satırda birinci rakam makinenin tipini ve devamındaki diğer sayılar ise o tipteki makinenin kaçınıcı makine olduğunun bilgisini vermektedir. Örneğin 17. sıradaki CNC İşleme Merkezine ait makineler incelendiğinde, 7 adet makine vardır (6, 26, 38, 39, 40, 50, 70) ve bu makineler aynı niteliklere sahiptir (marka, model, üretim yılı, devir sayısı).

Çizelge 3.2. Makineler ve kodlarının anlamları

Sıra	Makine Grupları	Makinelerin Genel Adı
1	8-32	ÖZEL SIVAMA TEZGAHI
2	13-1	DUBLEX İKİ MİLLİ FREZE TEZGAHI
3	18-1	CNC DİKEY İŞLEME MERKEZİ
4	25-1	KAMA KANALI AÇMA TEZGAHI
5	12-2	DİKEY FREZE TEZGAHI
6	20-(1,2)	YATAY BROŞ TEZGAHI
7	12-3	İKİ KAFALI FREZE TEZGAHI
8	20-3	DİK BROŞ TEZGAHI
9	12-4	DİK FREZE TEZGAHI
10	6-6	PROGRAM KONTROLLU AĞIR TORNA TEZGAHI
11	12-6	DÖNER TABLALI ÖZEL FREZE TEZGAHI
12	26-6	PUNTA DELİK VE ALIN TEMİZLEME TEZGAHI
13	10-(1,2,3,5,6,7,8,9,10,15,17)	CNC YATAY TORNA TEZGAHI
14	10-(19,20,22)	CNC İKİ KAFALI TORNA TEZGAHI
15	11-(7,9,10,19,20,23,25)	YATAY FREZE TEZGAHI
16	17-(1,2,3,4)	CNC İŞLEME MERKEZİ
17	17-(6,26,38,39,40,50,70)	CNC İŞLEME MERKEZİ
18	26-(1,2,4)	PUNTA VE ALIN TORNA TEZGAHI
19	30-(13,14)	DIŞ ÇAP TAŞLAMA TEZGAHI
20	30-(16,17,24,27)	CNC DIŞ ÇAP TAŞLAMA TEZGAHI
21	32-(3,4)	PUNTASIZ TAŞLAMA TEZGAHI
22	33-1	ÖZEL TAŞLAMA TEZGAHI
23	34-1	YÜZEY TAŞLAMA TEZGAHI
24	34-2	YÜZEY TAŞLAMA TEZGAHI
25	34-3	YÜZEY TAŞLAMA TEZGAHI
26	36-(5,6,8)	ZIMPARA TAŞ TEZGAHI
27	40-2	DİŞLİ PAH KIRMA TEZGAHI
28	42-(2,3,4,5,6,7,8,9,10)	AZDIRMA İLE DİŞ AÇMA TEZGAHI
29	45-3	KONİK DİŞ AÇMA TEZGAHI
30	47-(1,2,3,4)	CNC RASPA TEZGAHI
31	5-(4,5)	KOPYA TORNA TEZGAHI
32	6-(1,3,5,7,9,10,11)	PROGRAM KONTROLLU TORNA TEZGAHI
33	7-(7,8)	CNC DİK TORNA TEZGAHI(EMAG)
34	70-(4,7,11,18,20,22,23,26,27,30,31,38,39)	RADYAL MATKAP TEZGAHI
35	x73-(5,18,20)	SÜTUNLU MATKAP TEZGAHI ÇOK MİLLİ
36	73-(7,8,9,12,16,17,23,24,26,28,29)	SÜTUNLU MATKAP TEZGAHI
37	74-2	CNC DERİN DELİK TEZGAHI
38	75-(5,7,15)	HİDROLİK PRES TEZGAHI
39	75-14	CNC HİDROLİK PRES TEZGAHI
40	97-1	ALIN KAYNAK MAKİNESİ
41	99-(1,2)	GAZALTI KAYNAK MAKİNESİ

Hücrelerin elde edilmesi için parça-makine matrisine Excel'de ROC algoritmasına göre makrolar uygulanmış ve matriste parçalara ve makinelere göre satır ve sütun için sıralama işlemleri sabit kalana kadar işlem tekrarlanmıştır. Burada oluşan matris (EK-3) 5 çevrim sonunda elde edilmiştir. EK-3'de sunulan sonuç matrisi incelendiğinde parça ailelerinin belirlendiği ve bu parçaları işleyecek 13 imalat hücresinin olduğu görülür. Uygulamanın açıklandığı küçük bir matris ise (6 x 8) EK-4'de verilmiştir. Sonraki aşama da, oluşan 13 hücrede parçaların gerektirdiği işlem sırasına göre hücre içi yerleşiminin yapılması gerekmektedir. Ayrıca bu parçaları üreten makinelerin kullanım sürelerine göre her bir makineden kaç adet yerleştirileceği belirlenmelidir.

3.3. Hücre İçi Yerleşimin Planlanması

Elde edilen 13 hücreden birincisinin yerleşimi örnek olarak aşağıda sunulmuştur. Diğer hücrelerin sonuçları EK-5'de verilmiştir.

Çizelge 3.3 elde ettiğimiz parça-makine matrisinden (150 x 110) kopyalanmıştır ve parça-makine matrisinin 1.hücresine ait kısmıdır. Çizelge 3.3'de görülen matriste, satırlarda parçalar ve sütunlarda makineler gözükmemektedir. Matrislerin sütunlarındaki makine kodlarının anlamları Çizelge 3.2'de verilmiştir ve bu kodlara bakarak tezgahın türü tespit edilir. Parça kodları ise, parça numarası ve bu parçaya ait resim numarası olarak verilmiştir. Parça numarası aynı olan parçaların resim numaraları farklıdır. Bu şekilde olan parçalar genellikle geometrik ve imalat özellikleri bakımından birbirine çok benzer parçalardır.

Çizelge 3.3. Sonuç matrisine göre elde edilmiş 1.hücre

	Makineler											
	PARÇA NO	RESİM NO	75	30	70	17	10	26	74	11	42	6
Parçalar	1.82.533A	5190221	1	1	1							
	1.89.650	5146784	1	1								
	1.29.004	598293	1			1						
	1.82.550A	5088959		1	1		1	1	1			
	1.82.506A	5089121		1		1	1	1				
	1.82.550B	5089122		1		1	1	1				
	1.82.550	5190215		1			1	1	1	1		
	1.80.107	4959916		1			1	1		1	1	
	54-1004	98414013		1			1	1		1		
	1.28.104	598174		1			1	1		1		
	1.33.133	5124329		1			1	1			1	
	1.82.530	5146616		1			1	1				
	1.26.530	5087033		1			1					1
	1.26.530	5087034		1			1					1
	1.26.530	5089370		1			1					1
	1.82.812	5125647				1	1					
	1.82.812	5121221				1	1					
	1.82.550	5089245					1	1				

3.3.1. Birinci hücreye ait makinelerin yükleri

Türk Traktör Fabrikası ayda ortalama 22 gün ve günde üç vardiya çalışan bir fabrikadır. Her hücrenin çalışması gereken vardiya sayısı makine yüküne göre değişim göstermektedir. Makinelerin kullanım süresini belirlemek için Çizelge 3.4 oluşturulmuştur.

Bu çizelgede, hücredeki her parçanın işlenmesi için makinelerin çalışması gereken toplam süre belirlenmiştir. Her kutu bir parçanın ilgili operasyonu için harcanan zamanın, o parçanın aylık üretim miktarı ile çarpımını vermektedir. İşlem zamanları ve makine ayar zamanları ile birlikte aylık toplam çalışma süresi dakika olarak hesaplanmış ve ortalama olarak günlük çalışması gereken minimum süre saat olarak

belirtilmiştir. Buna göre makinelerde, her parçanın günlük olarak toplam kullanım süresine göre hat dengeleme yapılarak hücre içerisindeki makine sayısı belirlenmiş ve Çizelge 3.4'de en alt satırda verilmiştir. Örneğin 75 numaralı makine olan Hidrolik Pres için;

1. No: 1.82.533A parçası için, 414 dk (işlem zamanı 0,46 dakika x aylık 900 adet)
2. No: 1.89.650 parçası için, 895 dk (işlem zamanı 1,0 dakika x aylık 895 adet)
3. No: 1.29.004 parçası için, 450 dk (işlem zamanı 0,50 dakika x aylık 900 adet)

Hidrolik Pres operasyonu için makine ayar sürelerinin eklenmesi ile birlikte bu süreç birinci hücredeki tüm parçalar için aylık olarak toplam 1809 dakika ve günlük ortalama 1,4 saattir. Birinci hücreye bir adet Hidrolik Pres ayrılması gerekmektedir, ancak Hidrolik Pres tezgah sayısının az olması ve birinci hücrede kullanımının düşük olması nedeniyle bu Hidrolik Pres başka bir hücre tarafından da kullanılmaktadır. Çalışmada fabrikanın mevcut makine sayısı hesaplarda kullanılmış, yeni makine alımı yapılmamıştır. Bu sebepten birinci hücre 2 adet CNC Torna kullanmaktadır.

Çizelge 3.4. Birinci hücreye ait makine yükleri

PARÇA NO	RESİM NO	75	30	70	17	10	26	74	11	42	6
1.82.533A	5190221	414,0	1148,4	1542,6							
1.89.650	5146784	895,0	1167,1								
1.29.004	598293	450,0			7499,7						
1.82.550A	5088959		540,4	1050,4		1235,0	217,0	966,7			
1.82.506A	5089121		580,0		3000,0	790,0	145,0				
1.82.550B	5089122		580,0		9780,0	435,0	271,0				
1.82.550	5190215		3948,8			8972,0	1580,0	7019,3	2177,6		
1.80.107	4959916		2160,0			3375,0	843,3		900,0	4500,0	
54-1004	98414013		8342,0			8644,0	2840,0		1216,9		
1.28.104	598174		3728,0			1900,8	870,3		900,0		
1.33.133	5124329		500,0			312,5	117,1			555,5	
1.82.530	5146616		1384,0			1255,0	580,0				
1.26.530	5087033		1917,1			2565,0					1219,9
1.26.530	5087034		2174,1			3393,0					1383,4
1.26.530	5089370		471,2			628,0					299,9
1.82.812	5125647				2347,2	657,9					
1.82.812	5121221				4070,6	902,8					
1.82.550	5089245					9096,0	1601,3				
Makine Ayar Süresi (Dakika)		50	850	63	285	935	620	100	245	115	190
Aylık Toplam Süre (Dakika)		1809	29491	2656	26982	45097	9685	8086	5439	5170	3093
Günlük Toplam Süre (Saat)		1,4	22,3	2,0	20,4	34,2	7,3	6,1	4,1	3,9	2,3
Gereken Makine Sayısı		1	2	1	2	2	1	1	1	1	1

3.3.2. Birinci hücrenin makine yerleşiminin yapılması

Parça rotalarını göstermek için Çizelge 3.5 oluşturularak parçaların işlem sıraları ve aylık üretilmesi gereken miktarlar gösterilmiştir. Örneğin ilk parça olan parça no: 182533A ve resim no: 5190221 olan parça sırasıyla ilk işlem Hidrolik Pres (75), ikinci işlem Radyal Matkap (70) ve üçüncü işlem Taşlama Tezgahı (30) makinelerinde işlem görmektedir ve ayda 900 adet üretilmektedir. Birinci hücreye ait tüm parçaların işlem sıralarını ve aylık üretim adetleri Çizelge 3.5’de mevcuttur ve sonraki aşama olan “Den-E” tabloları ise Çizelge 3.5 kullanılarak oluşturulacaktır.

Çizelge 3.5. Birinci hücreye ait parçaların rota bilgisi

Aylık Adet (Parça)	PARÇA NO	RESİM NO	75	30	70	17	10	26	74	11	42	6
900	1.82.533 A	5190221	1	3	2							
895	1.89.650	5146784	1	2								
900	1.29.004	598293	2			1						
290	1.82.550 A	5088959		5	4		2	1	3			
290	1.82.506 A	5089121		3		4	2	1				
290	1.82.550 B	5089122		4		3	2	1				
2106	1.82.550	5190215		5			2	1	4	3		
900	1.80.107	4959916		5			2	1		4	3	
1420	54-1004	98414013		6			2,4,5	1		3		
900	1.28.104	598174		4			2	1		3		
125	1.33.133	5124329		4			2	1			3	
900	1.82.530	5146616		3			2	1				
895	1.26.530	5087033		4			1,3					2
1015	1.26.530	5087034		4			1,3					2
220	1.26.530	5089370		4			1,3					2
900	1.82.812	5125647				2	1					
1235	1.82.812	5121221				2	1					
2135	1.82.550	5089245					2	1				

Çizelge 3.6`da birinci hücreye ait “Den-E” tablosu oluşturulmuş ve makineler arası parça akışları gösterilmiştir. “Hollier-2” metoduna (Groover, 2001) göre makinelere ait “Den / E” oranları hesaplanmış ve bu oranlar büyükten küçüğe doğru sıralanarak makinelerin en uygun sıra ile dizilmeleri sağlanmıştır. Sonraki aşamada “Den-E” tablosundaki parça akışlarına göre hücrenin iş akış diyagramı çizilmiştir.

Çizelge 3.6. Birinci hücreye ait “Den-E” tablosu

DEN	E												
	MAKİNELER	75	30	70	17	10	26	74	11	42	6	“DEN” Toplamı	“DEN / E”
	75		895	900								1795	1,99
	30				290							290	0,03
	70		1190									1190	1,00
	17	900	290									1190	0,44
	10		4740		2425			290	4426	1025	2130	15036	1,17
	26					9356						9356	∞
	74		2106	290								2396	1,00
	11		1800			1420		2106				5326	1,00
	42		125						900			1025	1,00
	6					2130						2130	1,00
	“E” Toplamı	900	11146	1190	2715	12906	0	2396	5326	1025	2130	<u>39734</u>	

Çizelge 3.7’de ise “Den/E” değerlerine göre sıralama gösterilmiştir. Örneğin; Taşlama (no:30) için en küçük değer “0,03” ve Punta tezgahı (no:26) için en büyük değer “∞” dur.

Çizelge 3.7. Birinci hücreye ait makinelerin “Den/E” oranlarına göre sıralanması

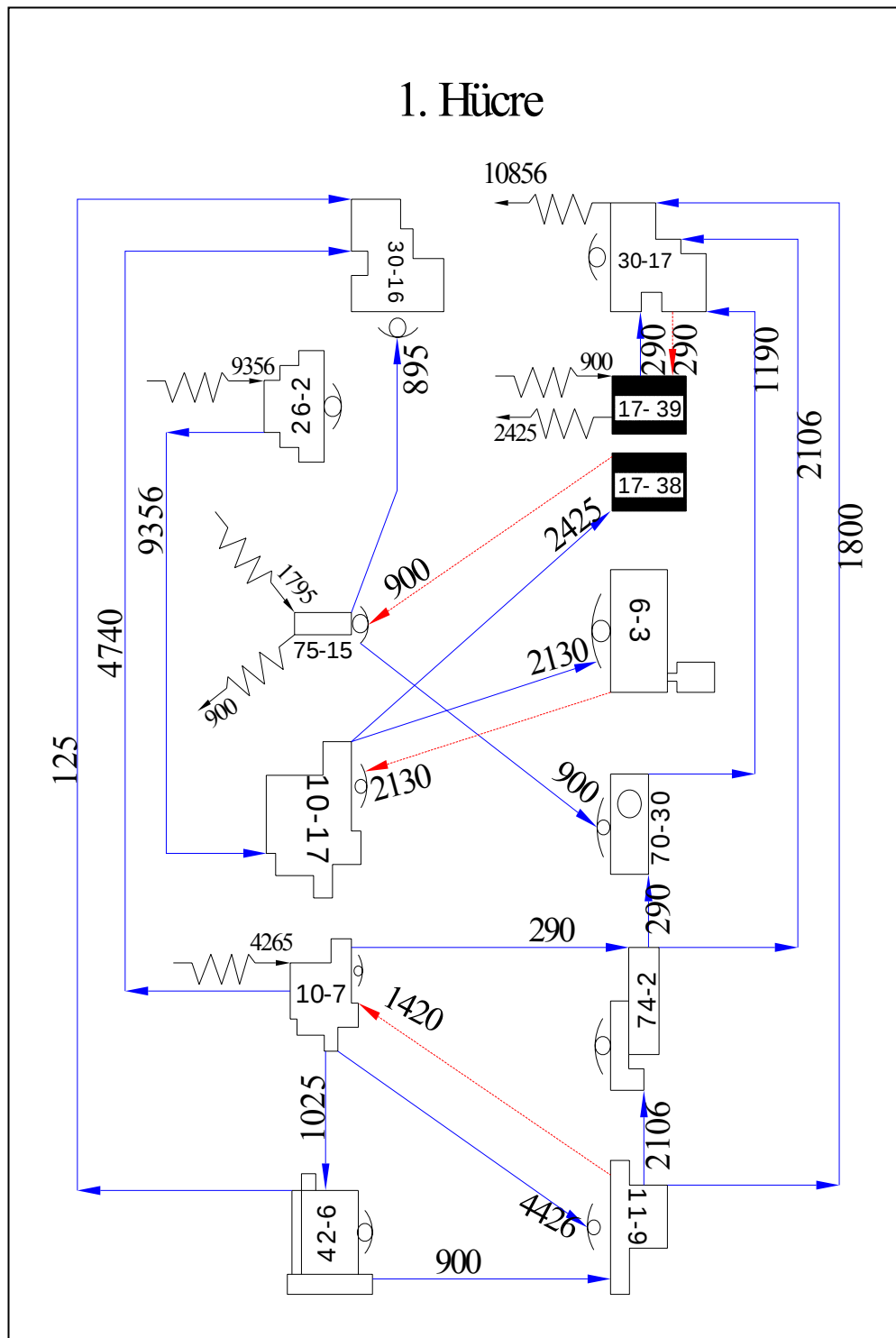
Sıralama	“Den / E” Oranı	Makine Kodları
1	∞	26
2	1,99	75
3	1,17	10
4	1,00	42
5	1,00	11
6	1,00	74-2
7	1,00	70
8	1,00	6
9	0,44	17
10	0,03	30

Geri dönüş oranı ise Şekil 3.1'deki iş akış diyagramından belirlenmiştir. Akış diyagramı incelendiğinde Frezeden Tezgahından (11-9) CNC Torna Tezgahına (10-7) 1420 parça, Program Kontrollü Torna Tezgahından (6-3) CNC Torna Tezgahına (10-17) 2130 parça, Taşlama Tezgahından (30-17) İşleme Merkezine (17-38,39) 290 parça ve İşleme Merkezinden Hidrolik Pres'e (75-15) 900 parça geri dönüş yapmaktadır. Toplam geri dönüş yapan parça miktarı 4740 ve toplam transfer miktarı 39734 parçadır. Oranlandığında; geri dönüş miktarı / toplam transfer miktarı = "11,90%" değerine ulaşılır.

3.3.3. Birinci hücre makine yerleşiminin gösterilmesi

Hücredeki makine sayısının çokluğu ve geri dönüş oranının büyüklüğü nedeniyle U tipi yerleşim tercih edilmiştir. Ayrıca makineler arası taşımanın operatörler ve forkliftlerle yapılması U tipi yerleşime uygundur. Şekil 3.1 incelenirse her makine için, gelen parça miktarı ile yine o makineden çıkan parça miktarı eşittir. Ayrıca iş akış şemasında geri dönüşlü olan hareketler kesikli çizgilerle ve ilk girişler ile son çıkışlar ise kırık çizgilerle belirtilmiştir. İş akış şemasında işleme merkezleri (17-38,39) taralı olarak gösterilmiştir. Bunun nedeni bu tezgahların hücre içinde olamamasıdır (İşleme merkezi operasyonunun TTF'nin FMS hattında yapılması nedeniyle parçalar bu hatta taşınmaktadır). Diğer hücreler için çizilmiş iş akış şemalarında da taralı olarak gösterilen makineler (genellikle punta ve hidrolik pres tezgahları) sayılarının yetersiz olması nedeniyle her hücreye tahsis edilememiştir.

Oluşturulmuş olan 13 hücrede de iş akış şemaları aynı şekilde verilmiştir. Hücreler de makine sayılarına ve geri dönüş oranına göre akış tipi veya U tipi yerleşim biçimi tercih edilmiştir.



Şekil 3.1. Birinci hücre iş akış şeması

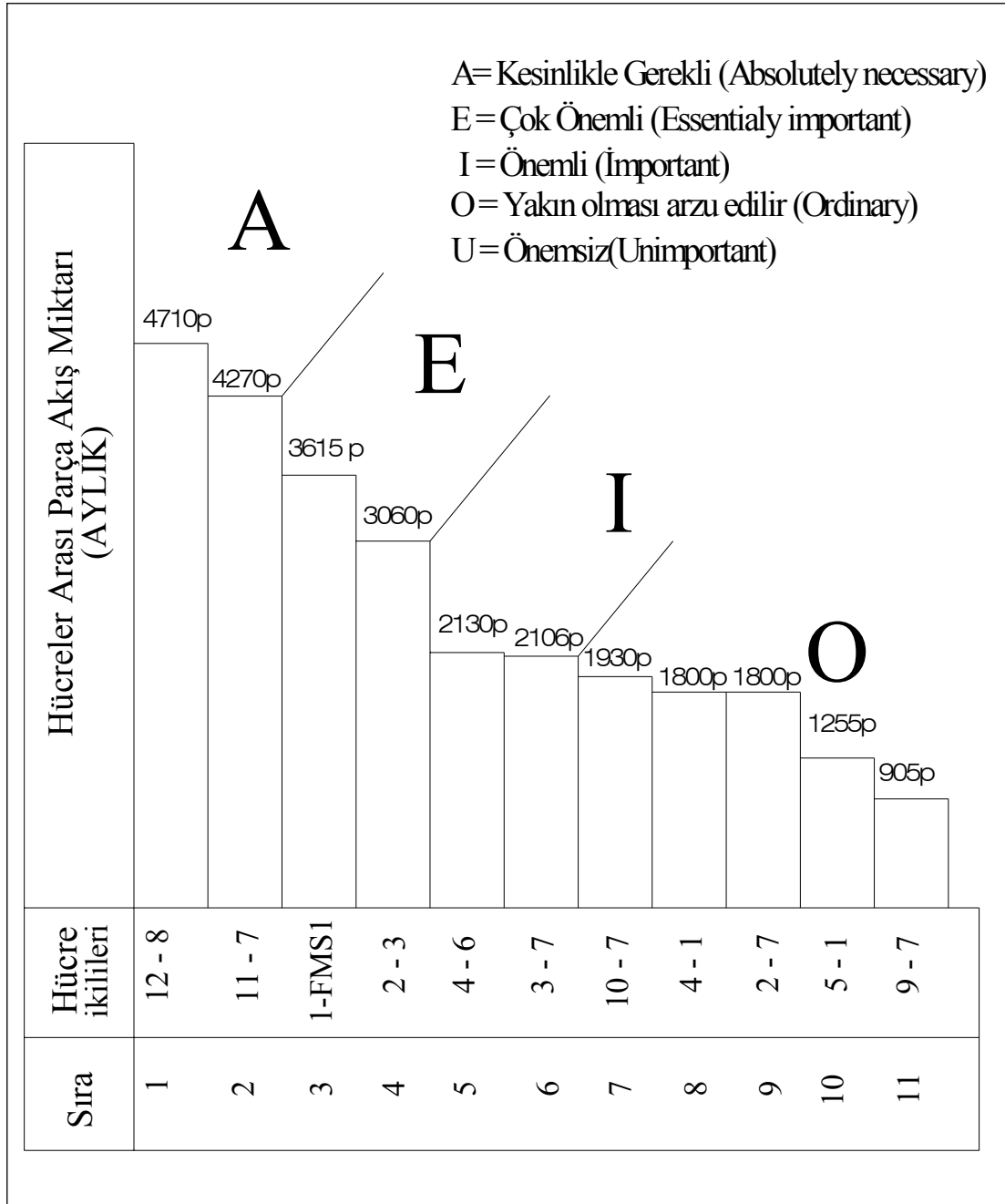
3.4. Hücreler Arası İlişkilerin Belirlenmesi

Hücrelerin belirlenmesi ve hücre içi düzenlemelerin yapılmasından sonra hücrelerin fabrika içinde yerleştirilmeleri gerekmektedir.

Çizelge 3.8`de hücreler arası parça transferi gösterilmektedir. Gösterimde parçanın gideceği hücrede; kaç saat çalışması gerektiği, hangi makine de işlem göreceği ve kaç adet parçanın işlenmesi gerektiği bilgisi sıra ile verilmiştir.

Fabrikada FMS hattı 1.hücredeki parçaları kullanması nedeni ile çizelgede gösterilmiştir. TTF`nin FMS dışında hiçbir hattının elde edilen hücrelere parça akışı yoktur ve bunun için Çizelge 3.8`de gösterilmemişlerdir.

Şekil 3.2`de görülen grafikte belirlenen hücre ikilileri, transfer olan parça sayısının miktarına göre birbirlerine kesinlikle yakın olması gerekenlerden, yakın olması arzu edilenlere doğru sıralanmıştır.



Şekil 3.2. Hücrelerin önem sırasına göre sıralanışı

Tasarlanan yerleşim planında aralarında “A” ve “E” ilişkisi olan hücreler yan yana getirilmiştir. Diğer hücreler arası ilişkiler “I” ve “O” ise TTF`nin mevcut yerleşim planının izin verdiği ölçüde dikkate alınmıştır. Yeni oluşturulan yerleşim planı EK-6`da sunulmuştur. Oluşturulan yerleşim planında fonksiyonel tarzda yerleştirilen makinelerin kullandığı alanlar uygun şekilde değerlendirilerek sadece bu alanlar arasında makine taşımaları yapılarak hücreler yerleştirilmiştir. Bu yerleşimde TTF`nin kendi hücrelerinin yerleri değiştirilmemiştir.

Mevcut yerleşim planı ve tasarım yerleşim planı için makineler arası mesafeleri gösteren iki matris oluşturulmuştur. Mevcut yerleşimde, makineler arası mesafeler EK-7`de ve tasarım yerleşim planında makineler arası mesafeler EK-8`de sunulmuştur. Mevcut ve tasarım yerleşim planları karşılaştırıldığında; mevcut yerleşim planı için makineler arası toplam mesafe “10788 metre”, tasarım yerleşim planı için makineler arası toplam mesafe “2450” metre ve mevcut yerleşim mesafesinin, tasarım yerleşim planı mesafesine oranı 4.4 tür. Orana bakıldığı zaman hücresel yerleşim uygulamasıyla taşıma mesafesinde önemli bir kazanç sağlanmaktadır.

Maliyet açısından bakarsak, EK-9`da makineler arası transfer olan parça miktarları gösterilmiş ve taşıma maliyetlerinin hesaplanması için EK-10 ve EK-11`de görülen matrisler sunulmuştur. Taşıma maliyetinin hesaplanması için her hücreye ait parçaların ortalama ağırlıkları belirlenmiş ve bu ağırlıklar matrislerde belirtilmiştir.

Mevcut ve tasarım yerleşiminde makineler arası taşıma maliyeti; mesafe, parça miktarı ve ortalama ağırlığı çarparak yaklaşık olarak hesap edilir. Mevcut yerleşim planı için toplam taşıma maliyeti “ 52.876.452”, tasarlanan hücresel yerleşim planı için “7.026.429” dur. Rakamlar karşılaştırıldığında taşıma maliyetinde mesafelere paralel olarak önemli bir azalma olduğu görülmektedir.

4. HÜCRESEL İMALAT VE KANBAN SİSTEMİ

Üretim kontrol sistemleri genel olarak “itme” ve “çekme” sistemleri olarak iki sınıfa ayrılabilir. Sonuç olarak her iki üretim sistemi de, üretimi tam zamanında gerçekleştirebilmek için, üretim ortamında gerekli malzemelerin ya da iş parçalarının gerektiği yer ve zamanda istenilen miktar ve kalitede bulunmasını amaçlamaktadır. İtme sistemi sipariş veya stok için çalışılan ve kesikli parti tipi üretim yapan atölye sistemleri için uygunken, çekme uygulamaları ise çoğunlukla tekrarlı üretim yapan işletmeler için uygundur. Bu iki sistem kısaca şöyle özetlenebilir;

İtme sisteminde, talep tahminlerine dayanarak üretim çizelgelerini hazırlamaktadır. Bu üretim çizelgelerine göre iş emirleri atölyelere verilir. İşler öncelik sırasına göre iş merkezlerinde işlenir. Tamlanan işler işlem planlarına göre bir sonraki makineye veya stoka gönderilir. Böylece malzemeler çizelgeye göre üretim boyunca itilirler.

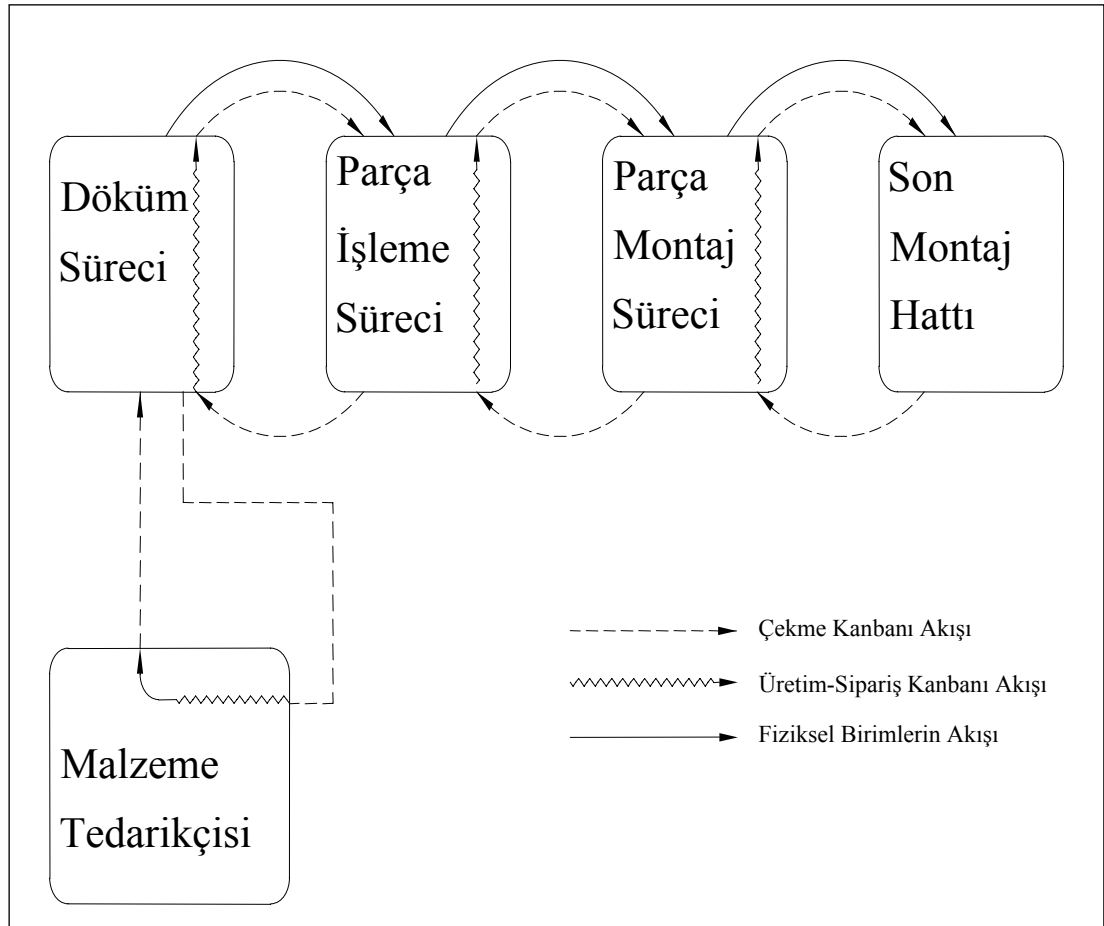
“Çekme sistem”inde ise, sonraki prosesin deposundan sadece kullanıldığı hız, miktar ve zamanda parçaları talep eder ve çeker. Bu sistemde sadece sınırlı miktarda stok tutulur. Malzeme hareketleri; programlanmış kullanım oranına göre değil, gerçek kullanım oranına göre ayarlanır. Çekme sisteminin bir özelliği de; envanterin dinamik yapıda olması ve depolarda, kutularda tutulmasıdır (Acar, 1999).

Çekme sisteminde günlük olarak sabitleştirilmiş Ana Üretim Programından elde edilen son montaj çizelgesine göre üretim başlatılır. Son montaj çizelgesinde, günlük olarak üretilcek modeller karma olarak sıralanır ve son montaj istasyonuna tek bir iş emri verilir. Bu iş emrine göre gerekli malzemeler talep edilir ve çekilir. Her istasyon kendinden çekilen malzemelerin yerine aynı miktarını yeniden üretecektir. Bunun anlamı üretimin tahminlere göre değil, gerçek talebe göre başlatılmasıdır. Böylelikle bir taraftan bilgi iletişimi sağlanırken, diğer taraftan üretimin kontrolü kendiliğinden yerine getirilecektir. Üretim Kontrolü sonucunda geri besleme ortadan kalkacaktır.

Çekme üretim sisteminde iş yüklerinin belli bir zaman boyunca sabit olması nedeniyle ayrıntılı kapasite planlama faaliyeti gerekmekte, kapasite “Kanban” ile denetlenmektedir.

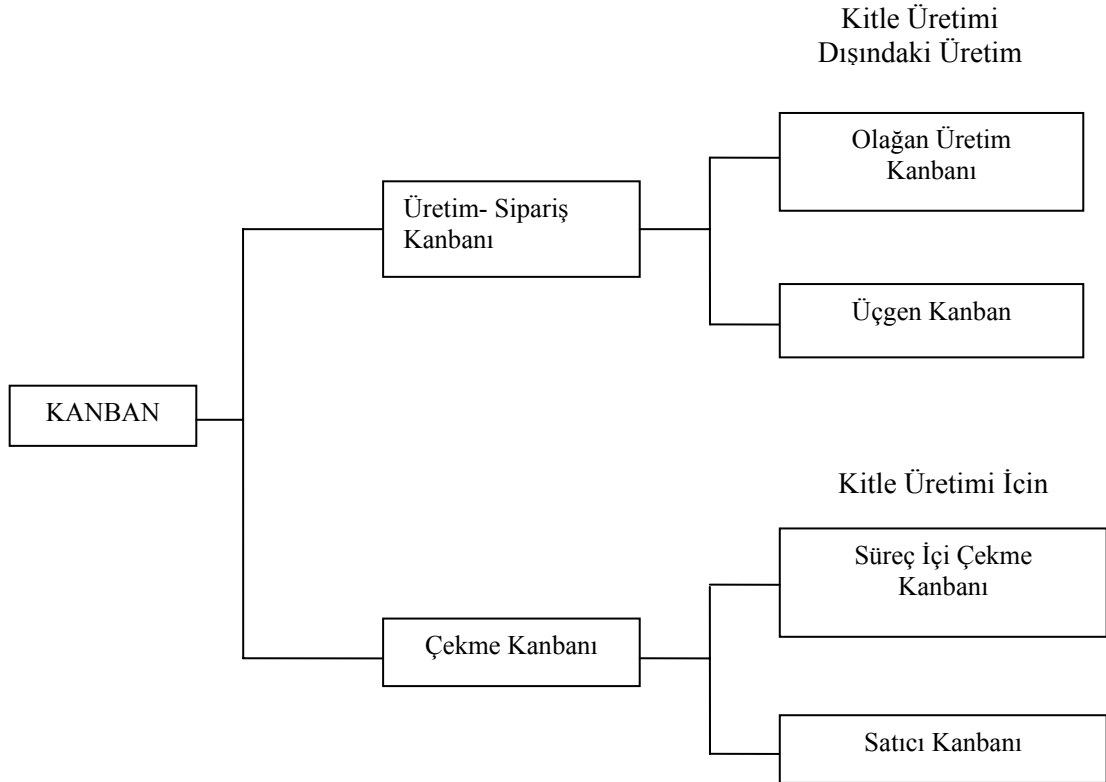
4.1. Kanban Sistemi

Toyota sisteminde çekiş işini senkronize etmek için hem fabrika içi işleyişte, hem de yan sanayilerde çalışmada, Japonca’da “kanban” denilen ve bir iletişim sistemi olan kartlardan yararlanılır. Bu sistemde her hangi bir aşamada üretilecek/işleme geçecek veya taşınacak her parçanın bir kanban kartı vardır. Aslında iki tür kanbandan yararlanılmaktadır. Birincisi çekme kanbanı, diğeri de üretim kanbanıdır (Krajewski 2002). Şekil 4.1 kanbanların ve parçaların hareketini göstermektedir. Kullanılan kanban tipleri ise Şekil 4.2’de sınıflandırılmıştır.



Şekil 4.1. Kanban zinciri ve parçaların hareketi

Çekme kanbanı, montaj hattından başlayarak değişik atölyeler arasında, ve nihayet fabrika ile yan sanayiler arasında ürün çekilmesi sırasında kullanılır. Üretim kanbanı ise, üretime başla sinyalini verir, ve her bir atölyenin yada yan sanayi firmasının kendi içinde üretimin gerçekleşmesi sırasında kullanılır (Shop-Floor Series 2002).



Şekil 4.2. Kullanılan kanban tipleri

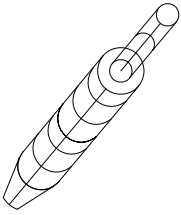
Sistem tümüyle, bir sonraki üretim aşamasındaki bir işçinin, bir önceki aşamaya gidip, kendi üretim istasyonu için o an gerekecek miktarda parçayı “çekmesine” dayanır. Onun için bu parçaları çekmesi, yani alması, bir yandan bir önceki istasyon için yeni üretime başlama sinyalidir; öte yandan da yeni üretimin ne miktar ve çeşitlilikte olacağını belirtir. Bir önceki aşamada, ancak çekilen miktar ve çeşitlilikte parça üretilecektir. Aynı ilişkiler, ikinci istasyonla kendinden sonra gelen üçüncü istasyon arasında da gerçekleşir. Dolayısıyla hiçbir aşama, daha önce belirlenmiş miktarda parçanın bir sonraki istasyon tarafından alınmasından önce yeni parça üretimine geçmez ve üretim hiçbir zaman istenilenden fazla veya değişik olmaz.

Çekme olayının başladığı yer son montaj hattıdır, ve bu hattan başlayarak parçalar hücrelerden montaj hattına, yada yan sanayiden ana sanayi fabrikasına çekilirler. Geliştirilen iki adet kanban örnek olarak Şekil 4.3 ve Şekil 4.4`de sunulmuştur.

Parça No : 54-1411 Resim No : 4770056 Parça Adı : Grup Mili Şanzıman Tipi: Croc 56	Önceki Op: Talaşlı İmalat → Hücre 10 Sonraki Op: Alt Montaj Hattı → Şanzıman	
Stok Yeri: SM-04	Kutu Kapasitesi:18	Sayı: 4 / 6

Şekil 4.3. Çekme kanbanı (Withdrawal kanban)

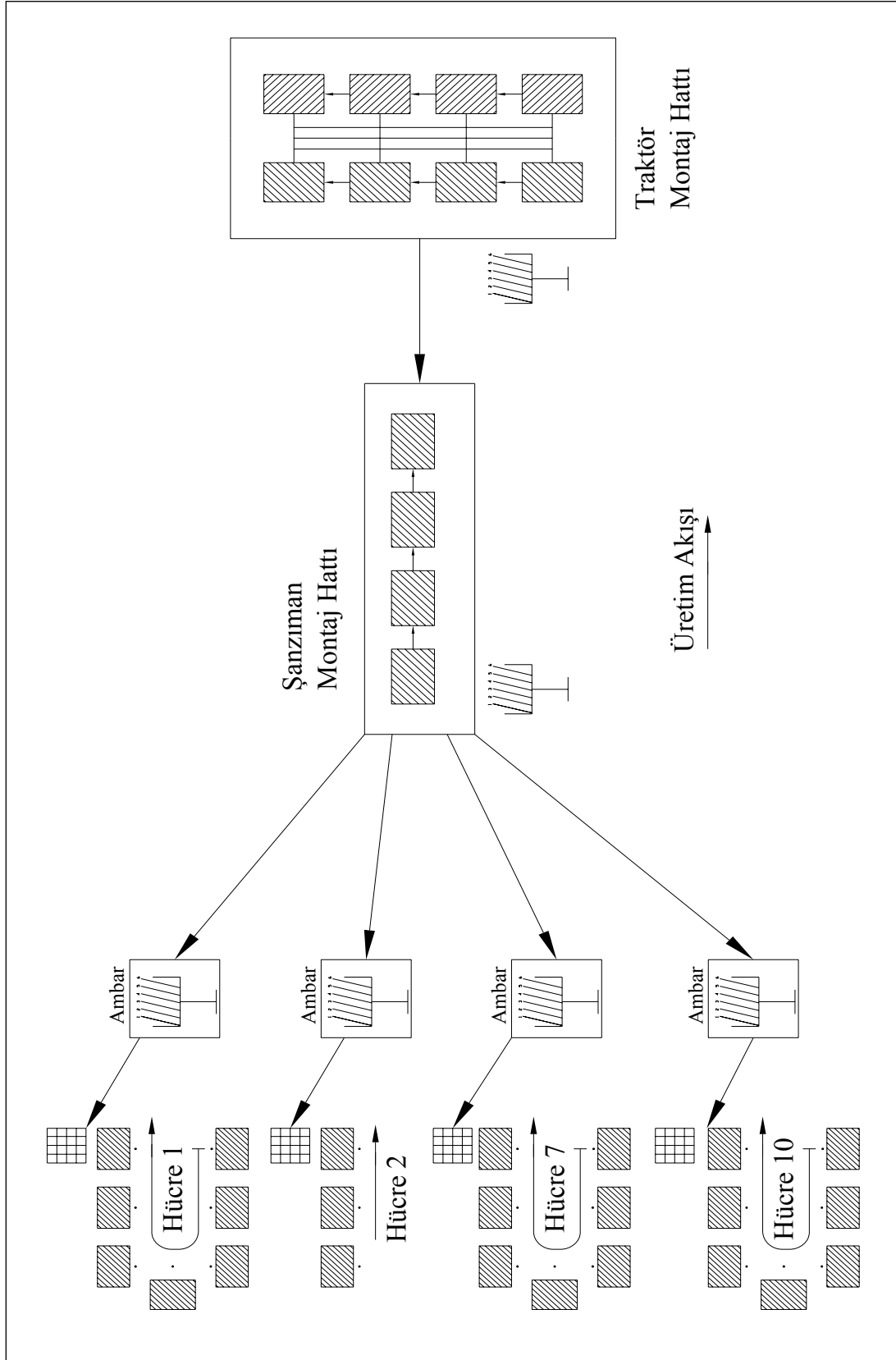
Şekil 4.3`de gösterilen çekme kanbanı, ilgili parça için bir önceki operasyonun İmalat Hücresi 10 olduğu ve parçanın Şanzıman Montaj Hattına götürüleceğini belirtmektedir. Kutu kapasitesi 18 adet olup bu kanban var olan 6 kanbanın dördüncüsüdür.

	Operasyon: Talaşlı İmalat Hücresi 10	
	Parça No: 54-1411 ; Resim No: 4770056	
	Parça Adı: Grup Mili ; Tipi: Croc 56 Şanz.	
Stok Yeri: H10-01	Kutu Kapasitesi:18	Sayı: 4 / 6

Şekil 4.4. Üretim-Sipariş kanbanı (Production-Ordering kanban)

Şekil 4.4`de gösterilen üretim-sipariş kanbanı, İmalat Hücresi 10`da Croc 56 Şanzıman için Grup Mili üretileceğini ve H10-01 numaralı stok rafına yerleştirileceği belirtmektedir.

Kanban sistemi, malzeme akışını son montaj istasyonunda kullanılan parça hızına bağlı olarak düzenler. Şekil 4.5`de fabrikada traktör son montaj hattına bağlı olan şanzıman alt montaj hattı ve bu alt montaj hattına bağlı olan 4 hücre gösterilmiştir. Bu hücreler 1, 2, 7, ve 10`dur. Son montaj hattına bağlı diğer alt montaj hatları için; diferansiyel alt montaj hattına bağlı hücreler “3, 8, 11, 13” ve hidrolik kaldırıcı alt montaj hattına bağlı hücreler ise “4, 5, 6, 9, 12” dir.



Şekil 4.5. Şanzıman montaj hattı için genel kanban akışı

TTF için önerilen çekme sisteminin adımları aşağıda verilmiştir ve örnek bir uygulamayla Şekil 4.6'da gösterilmiştir. Bu çekme sistemi Şanzıman Montaj Hattı ile 10. İmalat Hücresi arasındaki parça transferini düzenlemektedir.

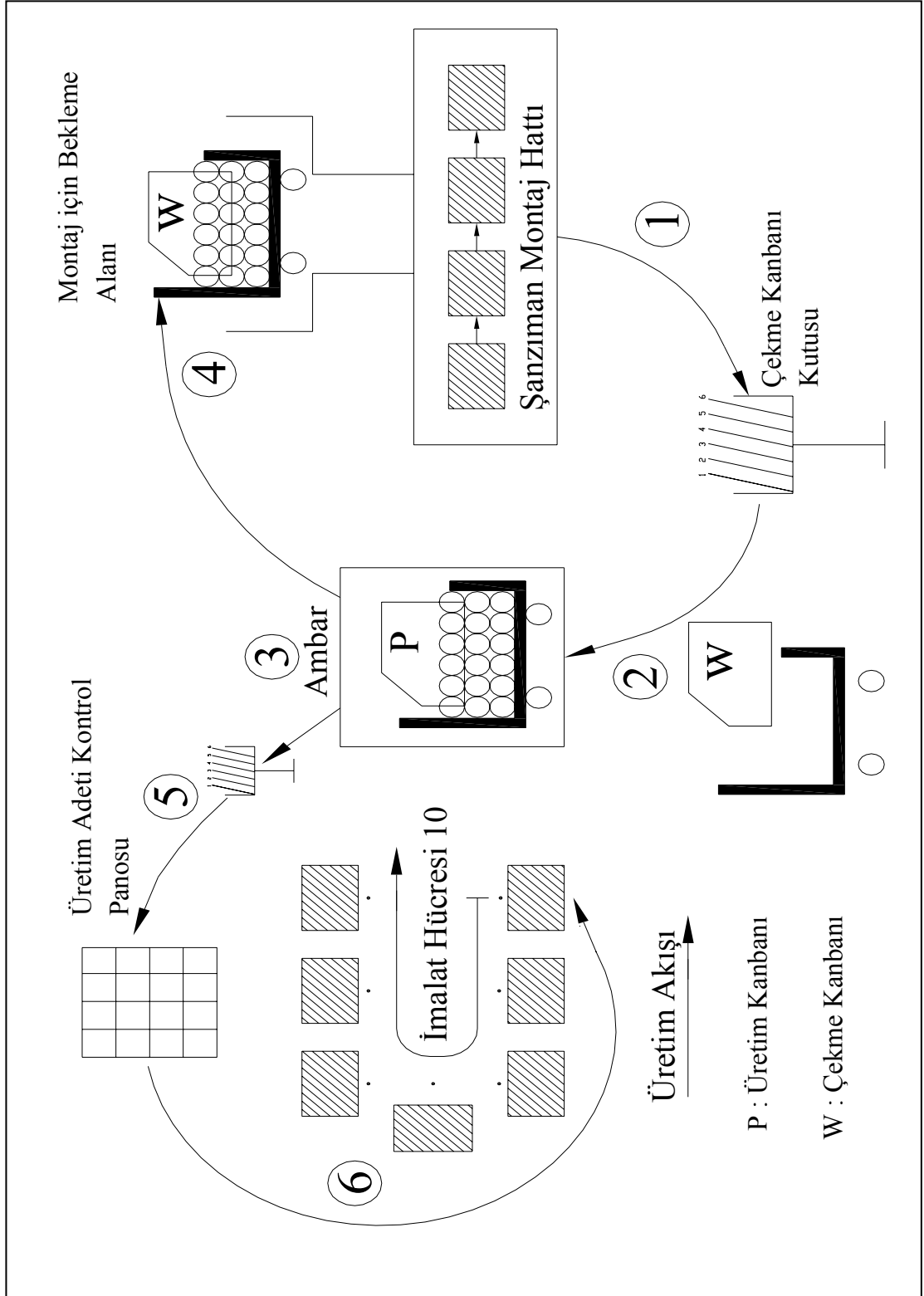
1. Adım: 10. İmalat Hücresinden Şanzıman Montaj hattına gelen parçaların içinde bulunduğu kutuların her birinin üzerinde, parçanın ne olduğunu, hangi ürün modeline ait olduğunu, kutu kapasitesini ve kutuların hangi hücreden geldiğini belirten bir çekme kanban kartı bulunmaktadır. Parçalar kutulardan alınıp şanzımana monte edildikçe ve her bir kutu boşaldıkça, üzerindeki çekme kanbanları çıkarılıp çekme kanbanı kutusuna yerleştirilir.

2. Adım: Bu kutudaki çekme kanbanları önceden belirlenmiş bir sayıya ulaştınca veya belirli periyotlarda montaj hattındaki bir işçi boşalmış kutularla birikmiş çekme kanbanlarını alıp, bir forklifle 10. İmalat Hücresinin önündeki ambara gider.

3. Adım: 10. İmalat Hücresinde ilk iş olarak getirdiği boş kutuları belli bir yere bırakır ve daha sonra 10. İmalat Hücresine ait olan ambarda hazır beklemekte olan işlenmiş parça kutularına yönelir. Burada elindeki kanban sayısı kadar kutuyu alır ve forklifte yerleştirir. Bu arada, aldığı her bir parça kutusunun üzerinde yine parçanın ne olduğunu, hangi şanzıman modeline ait olduğunu, hangi işlem sürecinden geçtiğini, kutu kapasitesini belirten bir üretim kanban kartı bulunmaktadır. Kutuları forklifte yerleştirirken üretim kanbanlarını çıkarır, ve her birinin yerine beraberinde getirdiği ve o üretim kanbanına karşılık gelen bir çekme kanbanı ilişirir. Elindeki çekme kanbanlarının tümü bitene kadar bu işlemi sürdürür.

4. Adım: Ambardaki dolu parça kutuları çekme kanbanları takılı olarak alınıp montaj hattına götürülür ve montaj hattında 1. adımdaki devir yeniden başlamış olur.

5. Adım: Bu sırada 10. İmalat Hücresinde ise kutulardan çıkarılan üretim kanbanları üretim kanbanı kutusuna yerleştirir. Sonuç olarak çekilen parça kutusu kadar üretim kanbanı bu kutuya yerleştirilmiş olur. Bu kanbanlar belirli bir parti büyüklüğüne



Şekil 4.6. Örnek çekme sistemi

ulaşınca toplanır ve kutudaki yerleştirme sırasına göre üretim kontrol panosuna kaydedilir.

6. Adım: Üretim panosundaki kayıtların sırasına göre parça üretimi gerçekleştirilir. İşlenen parçalar üretim kanbanları ile beraber parça kutularına yerleştirilir ve ambara konulur.

Kanbanla çalışmak, binlerce parçanın üretimini kapsayan örneğin, traktör gibi karmaşık bir ürün söz konusu olduğunda, son derece etkin ve esnek bir haberleşme sistemini kendiliğinden sağlar. Aynı hatta değişik modellerin birbiri ardı sıra monte edilmesi durumunda, atölyeler arası akış kanbanla sağlandığı zaman, herhangi bir atölyenin yada yan sanayinin hangi model için, hangi parçayı ne zaman üreteceğini önceden bilmesine gerek yoktur. Modellerin montaj sırasını bir tek son montaj hattı bilir ve bu sıra çekme ilkesine göre alt atölye ve yan sanayilere kanban kartlarıyla iletilir. Kanbanlar üretim akışındaki anormalliklerin saptanmasında görsel kontrol araçları olarak da kullanılırlar. Örneğin, stok sahasına ulaşmış ve üzerinde kanban olmayan parçalar, gereğinden fazla üretimin bir göstergesidir.

4.2. Kanban Sayısının Hesaplanması

Sistemdeki kanban sayısı sistem içerisindeki stok miktarını ve dolayısıyla makinelerin kullanım oranlarını belirler. Sistemdeki fazla stok maliyetlerin yükselmesine neden olur. Bundan dolayı kanban sayısının doğru hesaplanması oldukça önemlidir. Maksimum stok düzeyi standart kutu başına düşen birim sayısı ile çarpılarak toplam kanban sayısı oluşturulur. Örneğin, her kutuda 50 parça bulunuyorsa ve 3 kutu varsa, toplam stok $3 \times 50 = 150$ parça ile sınırlı olur. Makine hazırlık işlemlerinin yeterince kısaltıldığı ve süreçler arası uzaklığın kısa olduğu ortamlar için toplam kanban sayısı (Louis, 2002);

$$N \equiv \frac{D \times (T_w + T_p) \times (I + S)}{Q} \quad [4.1]$$

Eş. 4.1`de;

N = belirli bir parçanın gerektiği toplam kanban kartı sayısı.

D = birim / gün, saat olarak parçayla ilgili planlanan talep miktarı.

T_w = parçaların işlenmesiyle ilgili ortalama bekleme zamanı veya yeni bir parça kutusuna geri dönünceye kadar, çekme kanbanı bir parça kutusundan çıkarıldığında aradaki geçen zaman.

T_P = bir parça kutusu için kullanılan ortalama işlem ve makine ayar zamanı.

S = sistemdeki olası yetmezlik düzeyine denk düşen, yönetimle belirlenen bir politika değişkeni veya güvenlik faktörü.

Q = birimlerdeki bir standart kutusunun kapasitesi.

Örnek olarak montaj departmanı her saat 20 parça talep etmekte; taşıma zamanı 15 dakika (0,25 saat); montaj zamanı 30 dakika (0,50 saat); toplam işlem zamanı bir kutunun parçaları için 24 dakika (0,40 saat); güvenlik faktörü 0,05 ve burada her kutu 10 parça tutmaktadır. Buna göre toplam kart veya kutu sayısı;

$$N = \frac{20 \times (0.75 + 0.40) \times (1 + 0.05)}{10}$$

$$= 2,415 \text{ yada } 3 \text{ kutu olur.}$$

Eş. 4.1`e göre 10.Hücrede üretilen 12 adet parçanın kanban sayısı örnek olarak hesaplanacaktır. Bunun için Çizelge 4.1`de her parçanın aylık üretim miktarına göre ortalama günlük talep miktarı hesaplanmış ve günlük talebe göre bir kutunun alması gereken parça miktarı verilmiştir. Çizelge 4.2`de ise bir parçanın hücrede işlenmesi için gereken süre verilmiştir ve bir parti büyüklüğü için toplam işleme süresi

hesaplanmıştır. Çizelge 4.3`de ise 12 parça için ayrı ayrı makine ayar süreleri verilmiştir.

Kanban kart sayısı hesaplamalarında aşağıdaki kabuller yapılmıştır:

1. Parti büyüklüğü (lot size), her parça için günlük üretim adetleridir (Parçalar bir kez çevrim yapmaktadır).
2. Parçaların taşınma süreleri ihmal edilmiştir.
3. Bir günlük çalışma süresi “1380” dakikadır.
4. Şanzıman Montaj Hattı için ortalama montaj süresi “4,25” dakikadır.
5. Güvenlik stoku “0,05” olarak kabul edilmiştir.
6. İmalat Hücresi kendi içinde “İtme sistemi” ile çalışmaktadır.

Çizelge 4.1. Parçaların üretim adetleri

Aylık(22 gün) Üretim Adeti	Parça No	Resim No	Ortalama Günlük Talep	Kutu Kapasitesi
1420	54-1411	4770056	65	18
1420	54-1411	5090119	65	18
910	54-1411	98459486	42	10
510	54-1411	98459487	24	6
510	54-1055	4812932	24	6
1420	54-1002	98435129	65	18
1420	54-3509	4769592	65	18
910	54-0805	4772693	42	10
510	54-0805	4809524	24	6
1420	54-0805	5090120	65	18
510	54-1056	4600363	24	6
1420	54-1204	4769412	65	18

Çizelge 4.2. Parçaların günlük toplam işlem zamanı

Parça No	Resim No	Parti Büyüklüğü	Parçanın Ortalama İşlem Süresi (dakika)	Parçanın Toplam İşlem Süresi (dakika)
54-1411	4770056	65	1,58	102,70
54-1411	5090119	65	2,1	136,50
54-1411	98459486	42	2,1	88,20
54-1411	98459487	24	2,1	50,40
54-1055	4812932	24	1,25	30,00
54-1002	98435129	65	1,0	65,00
54-3509	4769592	65	0,87	56,55
54-0805	4772693	42	0,94	39,48
54-0805	4809524	24	0,94	22,56
54-0805	5090120	65	0,94	61,10
54-1056	4600363	24	0,66	15,84
54-1204	4769412	65	1,1	71,50
Parçaların toplam işlem süresi				<u>739 dakika</u>

Çizelge 4.3. 10.hücre için makine ayar zamanları

Parça No	Resim No	Makine Ayar Süresi (dakika)
54-1411	4770056	60
54-1411	5090119	60
54-1411	98459486	60
54-1411	98459487	60
54-1055	4812932	120
54-1002	98435129	120
54-3509	4769592	120
54-0805	4772693	60
54-0805	4809524	60
54-0805	5090120	60
54-1056	4600363	60
54-1204	4769412	120
TOPLAM		<u>960 dakika</u>

Tüm parçalar için imalat ön süreleri (manufacturing lead time);

54-1411; 4770056:	60 dk ayar süresi + 102,7 dk işlem süresi = 162,7 dk
54-1411; 5090119:	60 dk ayar süresi + 136,5 dk işlem süresi = 196,5 dk
54-1411; 98459486:	60 dk ayar süresi + 88,20 dk işlem süresi = 148,2 dk
54-1411; 98459487:	60 dk ayar süresi + 50,40 dk işlem süresi = 110,4 dk
54-1055; 4812932:	120 dk ayar süresi + 30,00 dk işlem süresi = 150,0 dk
54-1002; 98435129:	120 dk ayar süresi + 65,00 dk işlem süresi = 185,0 dk
54-3509; 4769592:	120 dk ayar süresi + 56,55 dk işlem süresi = 176,5 dk
54-0805; 4772693:	60 dk ayar süresi + 39,48 dk işlem süresi = 99,40 dk
54-0805; 4809524:	60 dk ayar süresi + 22,56 dk işlem süresi = 82,56 dk
54-0805; 5090120:	60 dk ayar süresi + 61,10 dk işlem süresi = 121,1 dk
54-1056; 4600363:	60 dk ayar süresi + 15,84 dk işlem süresi = 75,84 dk
54-1204; 4770056:	120 dk ayar süresi + 71,50 dk işlem süresi = 191,5 dk
Toplam İmalat Ön Süresi (MFG Lead Time) = 1700 dk	

$$\frac{1700 \text{ dakika imalat ön süresi}}{1380 \text{ dakika günlük çalışma süresi}} \equiv 1,23 \text{ gün imalat ön süresi}$$

10.Hücrenin 12 parçası için toplam imalat ön süresi (makine ayar zamanı + işlem zamanı) 1,23 gün hesaplanmıştır. Çizelge 4.4'de ise parçaların ortalama günlük talebi için montaj süreleri hesaplanmış ve buna göre her parça için ayrı ayrı toplam ön süre belirlenmiştir.

Çizelge 4.4. Parçaların montaj süreleri

PARÇA NO	RESİM NO	Ortalama Günlük Talep	Ortalama Montaj Süresi (dakika)	Parçalara Ait Toplam Montaj Süresi
54-1411	4770056	65	4,25	276,25 dk (0,20 gün)
54-1411	5090119	65	4,25	276,25 dk (0,20 gün)
54-1411	98459486	42	4,25	178,50 dk (0,13 gün)
54-1411	98459487	24	4,25	102,00 dk (0,07 gün)
54-1055	4812932	24	4,25	102,00 dk (0,07 gün)
54-1002	98435129	65	4,25	276,25 dk (0,20 gün)
54-3509	4769592	65	4,25	276,25 dk (0,20 gün)
54-0805	4772693	42	4,25	178,50 dk (0,13 gün)
54-0805	4809524	24	4,25	102,00 dk (0,07 gün)
54-0805	5090120	65	4,25	276,25 dk (0,20 gün)
54-1056	4600363	24	4,25	102,00 dk (0,07 gün)
54-1204	4769412	65	4,25	276,25 dk (0,20gün)

12 parça için toplam ön süre;

54-1411	4770056:	1,23 gün imalat ön süresi + 0,20 gün montaj süresi = 1,43 gün
54-1411	5090119:	1,23 gün imalat ön süresi + 0,20 gün montaj süresi = 1,43 gün
54-1411	98459486:	1,23 gün imalat ön süresi + 0,13 gün montaj süresi = 1,36 gün
54-1411	98459487:	1,23 gün imalat ön süresi + 0,07 gün montaj süresi = 1,30 gün
54-1055	4812932:	1,23 gün imalat ön süresi + 0,07 gün montaj süresi = 1,30 gün
54-1002	98435129:	1,23 gün imalat ön süresi + 0,20 gün montaj süresi = 1,43 gün
54-3509	4769592:	1,23 gün imalat ön süresi + 0,20 gün montaj süresi = 1,43 gün
54-0805	4772693:	1,23 gün imalat ön süresi + 0,13 gün montaj süresi = 1,36 gün
54-0805	4809524:	1,23 gün imalat ön süresi + 0,07 gün montaj süresi = 1,30 gün
54-0805	5090120:	1,23 gün imalat ön süresi + 0,20 gün montaj süresi = 1,43 gün
54-1056	4600363:	1,23 gün imalat ön süresi + 0,07 gün montaj süresi = 1,30 gün
54-1204	4769412:	1,23 gün imalat ön süresi + 0,20 gün montaj süresi = 1,43 gün

10. Hücrenin 12 parçası için kanban sayısı;

- 4770056, 5090119, 98435129, 4769592, 5090120, 4769412 resim numaralı parçalar için;

$$N \equiv \frac{(65 \text{ ortalama günlük talep}) \times (1,43 \text{ gün toplam ön süre}) \times (1 + 0.05)}{18}$$

$$= 5,42 \approx 6 \text{ kutu.}$$

- 98459486, 4772693, resim numaralı parçalar için;

$$N \equiv \frac{(42 \text{ ortalama günlük talep}) \times (1,36 \text{ gün toplam ön süre}) \times (1 + 0.05)}{10}$$

$$= 6 \text{ kutu.}$$

- 98459487, 4812932, 4809524, 4600363 resim numaralı parçalar için;

$$N \equiv \frac{(24 \text{ ortalama günlük talep}) \times (1,30 \text{ gün toplam ön süre}) \times (1 + 0.05)}{6}$$

$$= 5,46 \approx 6 \text{ kutu.}$$

10.Hücrede her parça tipi için 6 kanban kartı kullanılmaktadır. Diğer hücrelere ait parçaların kanban sayıları için her parçanın, parti büyüklüğünü, imalat ve montaj süresi ile kutu kapasitesini veren çizelgeler oluşturulmuş ve EK-12`de sunulmuştur. Bu çizelgelerde verilen değerlere göre hesaplamalar yapılmış ve kanban sayıları bulunmuştur.

5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışmanın amacı, Türk Traktör Fabrikasının mevcut yerleşiminde hücresel imalatın uygulanmadığı parçaları ele alarak fabrikadaki fonksiyonel yerleşiminin görüldüğü kısımları da hücresel bir yapıya dönüştürmektir. Bu amaç doğrultusunda hücrelerin belirlenmesi için Üretim Akış Analizi yöntemine göre parça-makine matrisi oluşturulmuş ve atölyede az sayıda olan ancak çok sayıda parça tarafından kullanılan makineler bu matristen çıkartılarak büyüklüğü “150 x 110” olan yeni bir matris oluşturulmuştur. ROC algoritması ile bu matrisin düzenlenmesi ile 13 hücrenin olduğu sonuç parça-makine matrisi elde edilmiştir. Ayrıca Hollier-2 metodu kullanılarak hücrelere atanan makinelerin en uygun biçimde yerleşimi yapılmıştır. Hücrelerin birbirleri ile olan ilişki durumlarına göre yakın olması gerekenler belirlenerek mevcut yerleşim planı, yeni oluşan hücrelerle birlikte yeniden çizilerek tasarım yerleşim planı elde edilmiştir.

Çalışmada ayrıca, itme sistemi esasına dayalı makine yerleşim düzeninde, yapılan iyileştirme sonrası oluşan bir hücresel imalat sisteminde elde edilen hücrelere çekme üretim kontrol sisteminin uygulanabilirliği incelenmiş ve montaj hattı ile imalat hücreleri arasında olan parça akışları Kanban sistemi ile düzenlenmeye çalışılmıştır. Başarıyla uygulanmış bir Kanban sistemi, fabrikada üretimde gelişmeyi, stok miktarının ve parça üretim zamanının azaltılması gibi avantajları sağlar.

Oluşturulan 13 hücre için kullanılan makinelerin yerleşimi değerlendirildiğinde; mevcut yerleşimde yani makinelerin fonksiyonel olarak yerleştirildiği durumda makineler arası toplam mesafe “10788 metre”, makineler hücresel imalata uygun şekilde yerleştirildiğinde makineler arası toplam mesafe “2450 metre” olarak hesaplanmıştır. Sonuç olarak makineler arası toplam mesafenin “4.4” kat azaldığı görülür. Ayrıca toplam taşıma maliyeti, mesafelere paralel olarak mevcut yerleşim planı için “52.876.452” iken tasarım yerleşim planı için bu maliyet “7.026.429” olarak hesaplanmıştır.

Hücresel imalatın uygulanması ile parçaların aldığı yolun azaltılması ile; taşıma zamanı, taşıma maliyetleri ve üretim süresi kısalmaktadır. Parça rotalarının sabit olmasından parça akışı sürekli ve geri dönüşler azdır sonuçta, proses içi stoklar ve makine hazırlık süreleri kısalmaktadır. Parçaların temin sürelerinin belli olmasından dolayı etkin bir planlama olanağı ve işçilerin uzmanlaşma olanakları sonucu sağlayacağı kalite artışı ile iş geliştirme avantajlarına sahip olunur. Ayrıca kapasitenin artırılabilme olanağı ortaya çıkar.

Avantajlarının yanı sıra Hücresel imalatın dezavantajları ise; fonksiyonel tip yerleşim biçiminin sağladığı esneklik düzeyinin her zaman sağlanamaması, makine sayılarındaki artışı ve hücre dışı elemanların elenmesi ile makine kullanımının azalması ve hücrelerin makine duruşlarına karşı duyarlı olmaları nedeniyle, makine bakımlarının çok daha düzenli yapılması gerekmektedir.

Tüm yapılan çalışmalarla birlikte, TTF için taşıma maliyetlerini düşüren, işlem sürelerini hızlandıran, planlama ve kontrol operasyonlarını kolaylaştıran bir yerleşim planı tasarlanmıştır. Yeni yerleşim planında imalat hücreleri oluşturulması esas alınmış ve bu sayede ortak hedefler doğrultusunda hücrelerin kendi içlerinde planlama ve kontrol yapmasına olanak verilmiştir. Aynı zamanda yeni yerleşim ile birlikte iş akışlarının devamlılığı korunmaya çalışılmış ve fabrikada ki üretimin takibi kolaylaştırılmıştır.

Fabrikada oluşturulan kanban sisteminin önemli avantajlarından birisi görsel denetime yer vermesidir. Üretim sahasında dolaşarak sadece kanban panosuna bakarak işi denetlemek mümkündür. Kartlardaki artma üretimdeki yavaşlamayı; azalma ise, üretimdeki hızlanmayı gösterir. Sadece gerektiği kadar üretim yapmak isteniyorsa, gerektiği kadar malzemeye ihtiyaç duyulur. Daha yüksek stok, daha fazla maliyet anlamına geleceğinden en az stokla üretim, maliyetleri düşürmenin önemli bir koşuludur.

Yapılan çalışmaların yanında fabrikada, makine hazırlık sürelerinin kısaltılması ile parti büyüklüklerinin azalması ve dolayısıyla kanban sayısının da azalması sağlanabilir. Sonuçta büyük ölçüde azaltılmış parti büyüklüğü, daha yüksek kalite seviyeleri ve daha düşük stok miktarından dolayı fiziksel alandan tasarruf ise bunun TTF'ye getireceğı diğerk faydalardır.

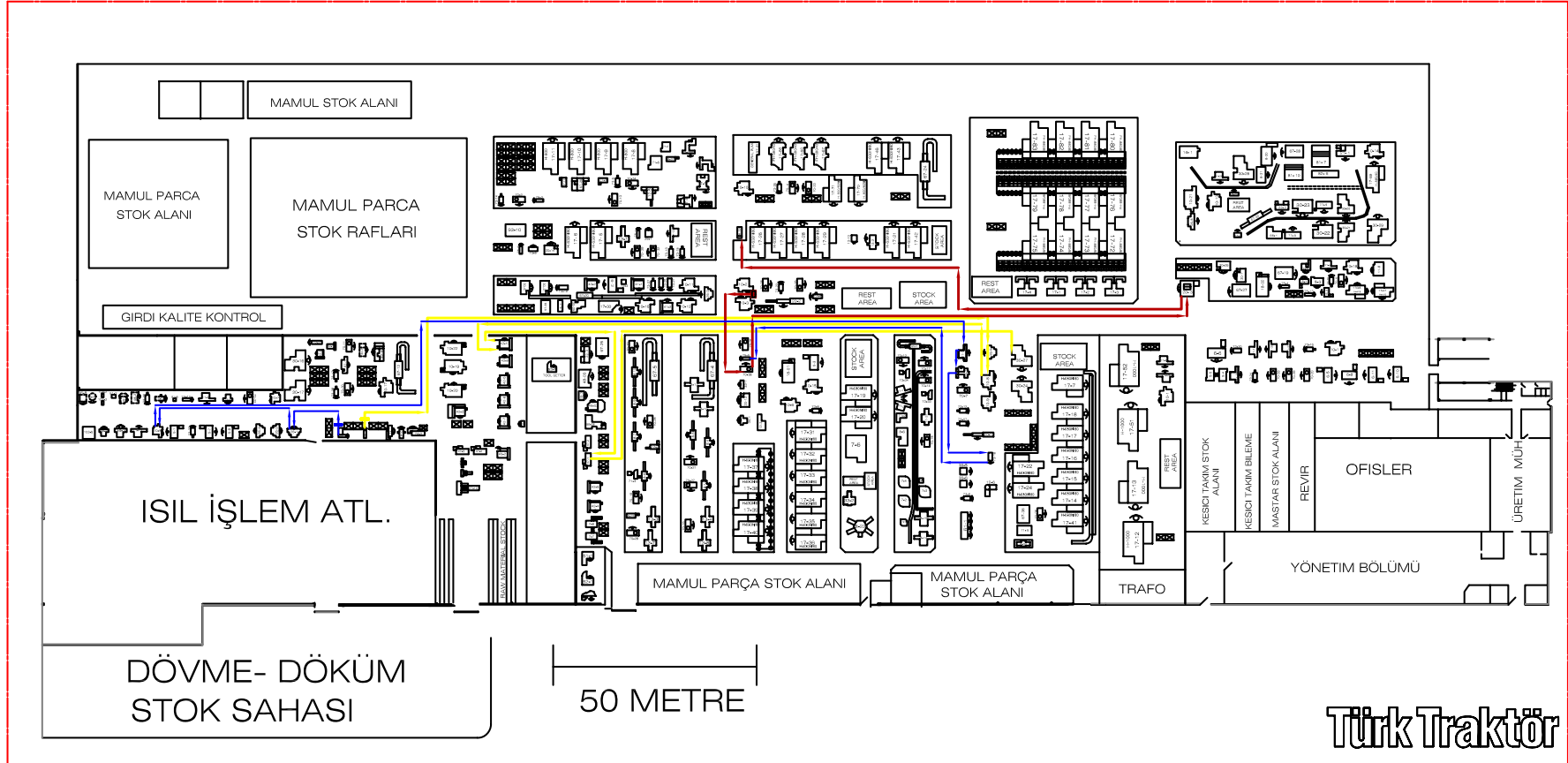
KAYNAKLAR

1. Acar, N., "Tam Zamanında Üretim, 4.baskı", **MPM Yayınları**, Ankara, 8-24 (1999).
2. Askın, R. G. and Zhou, M., "Formation of Independent Flow-Line Cells Based on Operation Requirement and Machine Capabilities", **IIE Transactions**, 30: 319-329 (1998).
3. Baran, J. J., "Tips on Tackling GT Based Cells", **Manufacturing Engineering**, 46-49 (1991).
4. Burbidge J. L., "Change to group technology: Process organisation is obsolete", **International Journal of Production Research**, 30:1209-1219 (1992).
5. Chaneski, W. S., "Cellular Manufacturing Can Help You", **Modern Machine Shop**, 71: 52-53 (1998).
6. Goover, Mikell P., "Automation Production Systems and Computer Integrated Manufacturing", **Prentice-Hall International Inc.**, 420-453 (2001).
7. Heizer, J., Render, B., "Operations Management, 5nd ed.", **Prentice-Hall Inc.**, 837 (1996).
8. Krajewski, Lee J., "Operations Management Strategy and Analysis, 6nd ed.", **Prentice-Hall International Inc.**, 799-810 (2002).
9. Lockyer, K., "Production and Operations Management, 5nd ed., **Pitman Publishing**, 45-55 (1988).
10. Louis, Raymond S., "Integrating Kanban with MRP II", **Productivity Press**, 21-41 (2002).
11. Meyers, Fred E., Stephens Matthew P., "Manufacturing Facilities Design and Material Handling, 2nd ed.", **Prentice-Hall International Inc.**, 56-63, (2000).
12. Monden, Y., "What Makes Toyota Production System Really Tick ?", **Industrial Engineering**, 28-34 (1981).
13. Olexa, R., "When Cells Makes Sense", **Manufacturing Engineering**, 128: 45-51 (2002).
14. Slack, N., "Operations Management 2nd ed", **Pitman Publishing**, London, 861 (1998).

15. Soyuer, H., “Hücresel İmalat Sistemlerinde Makine – Parça Grup Analizi ve Bir Uygulama”, Doktora Tezi, **Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü**, Ankara, 255 (1995).
16. The Shopfloor Series, “Pull Production For The Shopfloor”, **Productivity Pres**, New York., 60-75 (2002).
17. The Shopfloor Series, “Kanban For The Shopfloor”, **Productivity Pres**, New York., 52-87 (2002).

EKLER

EK-1 Mevcut Yerleşim Planı



[illegible]

EK-4 Uygulamada kullanılan parça-makine matrisinin ROC algoritmasına göre çözümüne ilişkin programlama

Uygulama çalışması için hazırlanmış olan başlangıç parça–makine matrisi (150 x 110) ROC algoritması ile düzenlenerek parça aileleri ve bu aileleri üretecek makineler belirlenmiştir. Aşağıda bu düzenleme için kullanılan programa ilişkin adımlar aşağıda belirtilmiştir:

1. Çözümleme tamamen Microsoft Excel’de olmuştur ve ROC algoritmasına göre parça-makine matrisini düzenlemek için Microsoft Excel’in programlama özelliğinden yararlanılmıştır.
2. Parça-makine matrisi Excel’de oluşturulduktan sonra (satırlara parçalar ve sütunlara makineler yazılmıştır) makinelerin yazıldığı satırın hemen üstündeki satıra sağdaki ilk sütundan başlayarak “ $2^0, 2^1, 2^2 \dots$ ” şeklinde son sütun dahil yazılır. Bu işlem aynı şekilde satırlara göre aşağıdaki ilk satırdan en üst satıra kadar yazılır. Bu işlem ROC algoritmasının doğal işlemidir.
3. Sonraki işlem olarak aynı dosyada ikinci çalışma sayfasında satırlar için işlem yaparız. Sütunlar için ayrı olarak üçüncü çalışma sayfasında işlem yapılacaktır.
4. İkinci çalışma sayfasında satırlar için toplam simgesine basarak ilk değer “=TOPLA(Sayfa1!\$D\$1*Sayfa1!D4)” denklemi ve sağdaki ikinci değer için “=TOPLA(Sayfa1!\$E\$1*Sayfa1!E4)” denklemi yazılır. Bu işlem matrisin ilk satırı için sıra ile uygulanır.
5. Bu işlem ilk satır için yapıldıktan sonra bu satırın tamamı seçilir (ikinci çalışma sayfasında). Satırın sağ alt köşesinden tutularak (artı simgesinden) en son parçaya kadar sürüklenir.
6. Sonraki aşamada her satırın toplam sayı değerleri hesaplanır. Bu toplamaları daha sonra büyükten küçüğe dizerek parçalar için düzenleme yapılacaktır.

EK-4 (Devam) Uygulamada kullanılan parça-makine matrisinin ROC algoritmasına göre çözümüne ilişkin programlama

7. Tüm bu işlemler sütunlar yani burada makineler için yapılır. Üçüncü çalışma sayfası açılarak toplam simgesine basılır ve ilk değer için “=TOPLA(Sayfa1!\$A\$4*Sayfa1!D4)” ve alta doğru ikinci denklem “=TOPLA(Sayfa1!\$A\$5*Sayfa1!D5)” yazılır. Bu işlem matrisin ilk sütunu için yapılır.
8. İlk sütun seçilerek sağdaki son makineye kadar yukarıdaki gibi sürüklenir (çalışma sayfası 3) ve her sütun için toplam sayı değeri hesaplanır. Bu toplamaları daha sonra büyükten küçüğe dizerek makineler için düzenleme yapılacaktır.
9. Buraya kadar başlangıç parça-makine matrisindeki her makine ve parça için sayı değerleri hesaplanmış oldu. Sonraki işlem parçaları ve makineleri elde edilen değerlere göre büyükten küçüğe doğru sıralamaktır. İlk olarak parçaları sıralarsak;
10. Çalışma sayfası 2 açılır ve her parça için sırayla yazılmış değerleri kopyalayarak çalışma sayfası 1’de matrisin en sağına parçalarla aynı hizada yukarıdan aşağı yapıştırılır (özel yapıştır tuşu ve değerleri ve sayı biçimlerini seçeneği işaretlenmelidir).
11. Satırlar düzenleneceği için makine satırı hariç tüm matris seçilir ve Excel’de “veri” tuşu ve sırala seçeneğini tıklayarak elde ettiğimiz değerlere göre parçaları yukarıdan aşağı olarak büyükten küçüğe sıralarız.
12. Aynı işlemleri sütunlar yani burada makineler için yaparız. Çalışma sayfası 3 açılarak değerler matrisin en altına makinelerle aynı hizada soldan sağa doğru yapıştırılır ve yukarıdaki işlemler burası için benzer şekilde uygulanır.

EK-4 (Devam) Uygulamada kullanılan parça-makine matrisinin ROC algoritmasına göre çözümüne ilişkin programlama

13. Parçalara ve makinelere göre satır ve sütun için sıralama işlemleri değerlerin değişimi duruncaya kadar tekrarlanmalıdır.

14. Sıralama işlemleri Excel’de makrolar yapılarak defalarca tekrarlanabilir. Bu işlem için Excel’de “makro” ve “yeni makro kaydet” seçeneğini işaretleyerek kısa yol tuşu atanır ve yukarıda anlatılan satır ve sütun için sıralama işlemleri yapıldıktan sonra makro durdurulur. Atanan tuşa her basışta tek bir çevrim yapılmış olur.

Anlatılanların ışığında örnek olarak Çizelge EK-4.1’de görülen matrisi (6x8) Excel’de ROC algoritmasına göre düzenlersek (P→Parça , M→Makine);

Çizelge EK-4.1. Örnek başlangıç parça-makine matrisi

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
M1		1				1		
M2			1		1			1
M3			1	1			1	
M4	1	1				1		
M5				1			1	
M6			1		1			1

EK-4 (Devam) Uygulamada kullanılan parça-makine matrisinin ROC algoritmasına göre çözümüne ilişkin programlama

Çizelge EK-4.2. Matris'e 2^n değerlerinin parça ve makineler için yazılması

		128	64	32	16	8	4	2	1
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
32	M1	1	1				1		
16	M2			1		1			1
8	M3			1	1			1	
4	M4	1	1				1		
2	M5				1			1	
1	M6			1		1			1

Çizelge EK-4.3. Makineler için formülasyon (kısaltılmış)

=(D\$3*D5)	=(E\$3*E5)	=(F\$3*F5)	=(G\$3*G5)	=(H\$3*H5)	=(I\$3*I5)	=(J\$3*J5)	=(K\$3*K5)
=(D\$3*D6)	=(E\$3*E6)	=(F\$3*F6)	=(G\$3*G6)	=(H\$3*H6)	=(I\$3*I6)	=(J\$3*J6)	=(K\$3*K6)
=(D\$3*D7)	=(E\$3*E7)	=(F\$3*F7)	=(G\$3*G7)	=(H\$3*H7)	=(I\$3*I7)	=(J\$3*J7)	=(K\$3*K7)
=(D\$3*D8)	=(E\$3*E8)	=(F\$3*F8)	=(G\$3*G8)	=(H\$3*H8)	=(I\$3*I8)	=(J\$3*J8)	=(K\$3*K8)
=(D\$3*D9)	=(E\$3*E9)	=(F\$3*F9)	=(G\$3*G9)	=(H\$3*H9)	=(I\$3*I9)	=(J\$3*J9)	=(K\$3*K9)
=(D\$3*D10)	=(E\$3*E10)	=(F\$3*F10)	=(G\$3*G10)	=(H\$3*H10)	=(I\$3*I10)	=(J\$3*J10)	=(K\$3*K10)

Excel de “128” yani “ 2^7 ” “D3” hücresine yerleştirilmiştir. Yukarıda (Çizelge EK-4.3) görüldüğü gibi her hücre için formüller örnek olması amacıyla yazılmıştır. İlk formül çalışma safası 2’de “=TOPLA(Sayfa1!\$D\$3*Sayfa1!D5)” olup ilk satır oluşturulmuştur.

Görüleceği üzere ilk satır oluşturulduktan sonra seçilen satır seçilerek aşağıya sürüklenir ve diğer formüllere göre değerler aşağıdaki Çizelge EK-4.4’de ki gibi hesaplanır.

EK-4 (Devam) Uygulamada kullanılan parça-makine matrisinin ROC algoritmasına göre çözümüne ilişkin programlama

Çizelge EK-4.4. Makineler için formülasyon değerleri

								Toplam↓
128	64	0	0	0	4	0	0	196
0	0	32	0	8	0	0	1	41
0	0	32	16	0	0	2	0	50
128	64	0	0	0	4	0	0	196
0	0	0	16	0	0	2	0	18
0	0	32	0	8	0	0	1	41

Çizelge EK-4.5. Parçalar için formülasyon (kısaltılmış)

=(B\$5*D5)	=(B\$5*E5)	=(B\$5*F5)	=(B\$5*G5)	=(B\$5*H5)	=(B\$5*I5)	=(B\$5*J5)	=(B\$5*K5)
=(B\$6*D6)	=(B\$6*E6)	=(B\$6*F6)	=(B\$6*G6)	=(B\$6*H6)	=(B\$6*I6)	=(B\$6*J6)	=(B\$6*K6)
=(B\$7*D7)	=(B\$7*E7)	=(B\$7*F7)	=(B\$7*G7)	=(B\$7*H7)	=(B\$7*I7)	=(B\$7*J7)	=(B\$7*K7)
=(B\$8*D8)	=(B\$8*E8)	=(B\$8*F8)	=(B\$8*G8)	=(B\$8*H8)	=(B\$8*I8)	=(B\$8*J8)	=(B\$8*K8)
=(B\$9*D9)	=(B\$9*E9)	=(B\$9*F9)	=(B\$9*G9)	=(B\$9*H9)	=(B\$9*I9)	=(B\$9*J9)	=(B\$9*K9)
=(B\$10*D10)	=(B\$10*E10)	=(B\$10*F10)	=(B\$10*G10)	=(B\$10*H10)	=(B\$10*I10)	=(B\$10*J10)	=(B\$10*K10)

Excel de “32” yani “2⁵” “B5” hücresine yerleştirilmiştir. Yukarıdaki çizelgede görüldüğü gibi her hücre için formüller örnek olması amacıyla yazılmıştır. Çalışma sayfası 3’de ilk formül “=TOPLA(Sayfa1!B\$5*Sayfa1!D5)” olup ilk sütun oluşturulmuştur.

İlk sütun oluşturulduktan sonra bu sütun seçilerek sağa sürüklenir ve diğer değerler kolayca aşağıdaki Çizelge EK-4.6’da ki gibi hesaplanmış olur.

EK-4 (Devam) Uygulamada kullanılan parça-makine matrisinin ROC algoritmasına göre çözümüne ilişkin programlama

Çizelge EK-4.6. Parçalar için formülasyon değerleri

	32	32	0	0	0	32	0	0
	0	0	16	0	16	0	0	16
	0	0	8	8	0	0	8	0
	4	4	0	0	0	4	0	0
	0	0	0	2	0	0	2	0
	0	0	1	0	1	0	0	1
Toplam →	36	36	25	10	17	36	10	17

Çizelge EK-4.7. Örnek başlangıç matrisinde satır ve sütunların değerleri

		128	64	32	16	8	4	2	1	
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	
32	M1	1	1				1			196
16	M2			1		1			1	41
8	M3			1	1			1		50
4	M4	1	1				1			196
2	M5				1			1		18
1	M6			1		1			1	41
		36	36	25	10	17	36	10	17	

Satır ve sütunlar için elde edilen değerler büyükten küçüğe doğru dizilirse aşağıdaki (Çizelge EK-4.8) düzenlenmiş matris elde edilir.

EK-4 (Devam) Uygulamada kullanılan parça-makine matrisinin ROC algoritmasına göre çözümüne ilişkin programlama

Çizelge EK-4.8. ROC algoritmasına göre düzenlenmiş matris

		128	64	32	16	8	4	2	1	
		P1	P2	P6	P3	P4	P7	P5	P8	Sıralama ↓
32	M1	1	1	1						224
16	M4	1	1	1						224
8	M3				1	1	1			28
4	M2				1			1	1	19
2	M6				1			1	1	19
1	M5					1	1			12
	Sıralama →	48	48	48	14	9	9	6	6	

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1												
2												
3				128	64	32	16	8	4	2	1	
4				P1	P2	P6	P3	P4	P7	P5	P8	
5		32	M1	1	1	1						224
6		16	M4	1	1	1						224
7		8	M3				1	1	1			28
8		4	M2				1			1	1	19
9		2	M6				1			1	1	19
10		1	M5					1	1			12
11				48	48	48	14	9	9	6	6	

Şekil EK-4.1. Düzenlenmiş matrisin Microsoft Excel'de görünüşü

EK-5 Sonuç matrisine göre elde edilen hücreler

HÜCRE 2

Çizelge EK-5.1. Sonuç matrisine göre elde edilmiş 2. hücre

Parçalar	Makineler								
	PARÇA NO	RESİM NO	6	26	11	73	32-4	75	97-1
	1.32.211	593767	1	1	1	1	1	1	
	1.58.048	5085385	1	1	1	1			1
	1.58.048	5085388	1	1	1	1			1
	1.58.048	5087260	1	1	1	1			1
	1.58.048	5085258	1						

Çizelge EK-5.2. 2.hücreye ait makine yükleri

PARÇA NO	RESİM NO	6	26	11	73	32-4	75	97-1
1.32.211	593767	856,8	348,3	1199,7	1172,0	1585,0	1350,0	
1.58.048	5085385	5751,8	1737,5	2382,5	1812,6			1668,0
1.58.048	5085388	2234,5	675,0	925,6	704,2			648,0
1.58.048	5087260	951,7	287,5	394,2	299,9			276,0
1.58.048	5085258	1851,1						
Makine Ayar Süresi (Dakika)		280	245	230	125	20	15	180
Aylık Toplam Süre (Dakika)		11926	3293	5131	4113	1605	1365	2772
Günlük Toplam Süre (Saat)		9,0	2,5	3,9	3,1	1,2	1,0	2,1
Gereken Makine Sayısı		2	1	1	1	1	1	1

EK-5 (Devam) Sonuç matrisine göre elde edilen hücreler

Çizelge EK-5.3. 2.hücreye ait parçaların rota bilgisi

Aylık Adet	PARÇA NO	RESİM NO	6	26	11	73	32-4	75	97-1
900	1.32.211	593767	3	2	5	8	4, 7	1, 6	
1390	1.58.048	5085385	2	3	4	5			1
540	1.58.048	5085388	2	3	4	5			1
230	1.58.048	5087260	2	3	4	5			1
2160	1.58.048	5085258	1						

Çizelge EK-5.4. 2.hücreye ait “Den-E” tablosu

DEN	E									
	MAKİNELER	6	26	11	73	32-4	75	97-1	“DEN” Toplamı	“DEN / E”
	6		2160			900			3060	1
	26	900		2160					3060	1
	11				2160		900		3060	1
	73								0	0
	32-4			900	900				1800	1
	75		900			900			1800	2
	97-1	2160							2160	∞
	“E” Toplamı	3060	3060	3060	3060	1800	900	0	<u>14940</u>	

Çizelge EK-5.5. 2.hücreye ait makinelerin uygun sıra ile dizimi

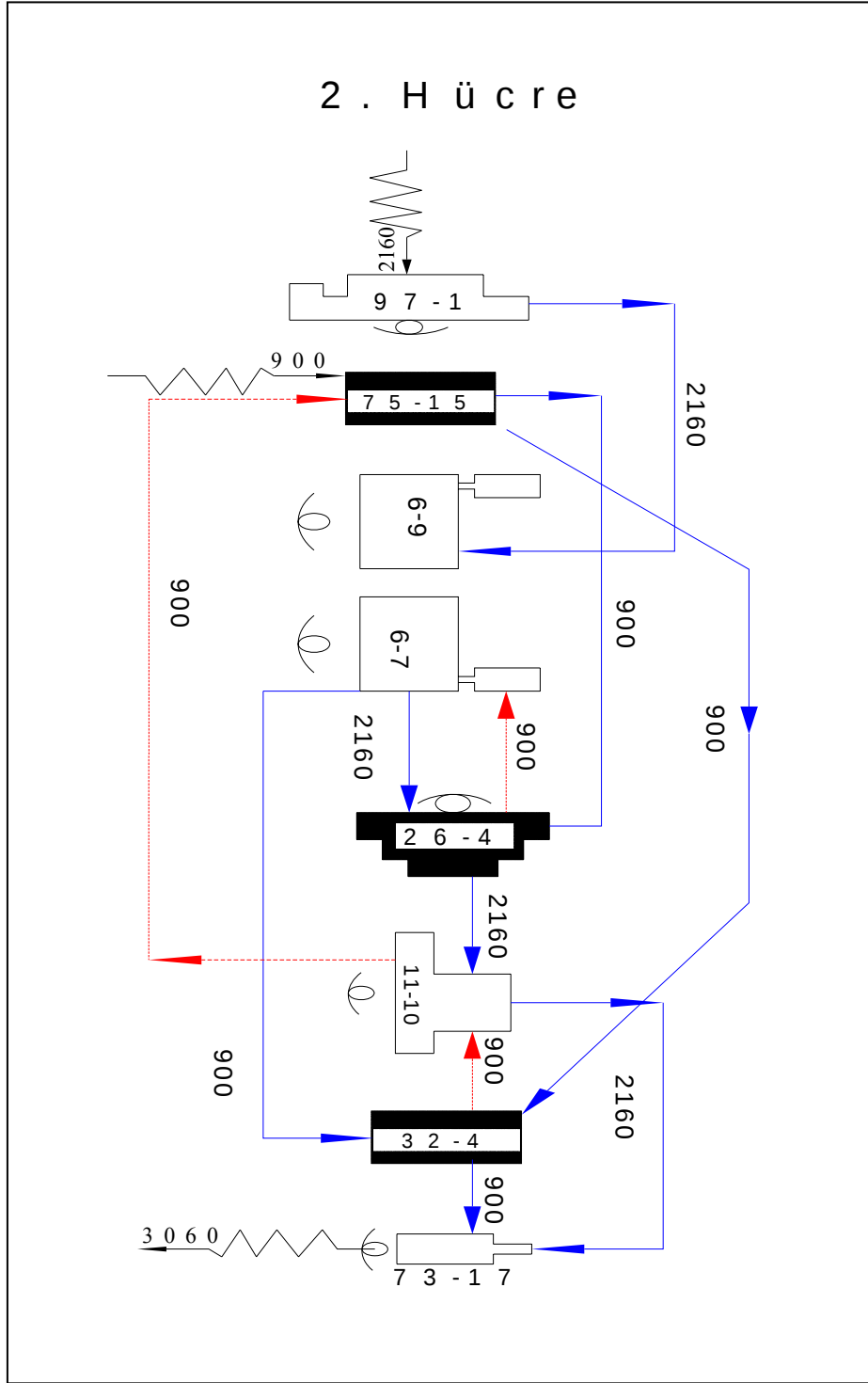
Sıralama	“Den / E” Oranı	Makine Kodları
1	∞	97-1
2	2	75
3	1	6
4	1	26
5	1	11
6	1	32
7	0	73

TOPLAM TRANSFER 14940

GERİ DÖNÜŞ MİKTARI 1800

GERİ DÖNÜŞ ORANI 12%

EK-5 (Devam) Sonuç matrisine göre elde edilen hücreler



Şekil EK-5.1. 2.hücre iş akış şeması

EK-5 (Devam) Sonuç matrisine göre elde edilen hücreler

HÜCRE 3

Çizelge EK-5.6. Sonuç matrisine göre elde edilmiş 3.hücre

Parçalar	Makineler								
	PARÇA NO	RESİM NO	10	26	x73 -5	30-14	6	25-1	17-6
	1.82.506	5122530	1	1	1	1	1	1	
	1.82.506	5088957	1	1	1	1	1		
	1.58.202	5090312	1	1	1	1			1
	1.58.203	5090137	1	1	1	1			1
	1.58.202	5090136	1	1	1	1			1
	1.89.955	5103860	1	1	1				
	1.58.302	5090500	1						1

Çizelge EK-5.7. 3.hücreye ait makine yükleri

PARÇA NO	RESİM NO	10	26	x73-5	30-14	6	25-1	17-6
1.82.506	5122530	7300,0	1002,5	2106,0	9352,0	2428,2	2339	
1.82.506	5088957	1000,0	150,0	870,0	1290,0	330,0		
1.58.202	5090312	460,0	276,0	386,0	408,3			1586,1
1.58.203	5090137	1930,0	1158,0	2895,0	1712,9			4668,7
1.58.202	5090136	1930,0	1158,0	2895,0	1712,9			4668,7
1.89.955	5103860	1842,5	1752,0	6570,0				
1.58.302	5090500	7059,9						10339,0
Makine Ayar Süresi (Dakika)		400	345	95	415	125	60	300
Aylık Toplam Süre (Dakika)		21522	5496	15722	14476	2758	2339	21262
Günlük Toplam Süre (Saat)		16,3	4,2	11,9	11,0	2,1	1,8	16,1
Gereken Makine Sayısı		2	1	2	1	1	1	2

EK-5 (Devam) Sonuç matrisine göre elde edilen hücreler

Çizelge EK-5.8. 3.hücreye ait parçaların rota bilgisi

Aylık Adet	PARÇA NO	RESİM NO	10	26	x73-5	30-14	6	25-1	17-6
2106	1.82.506	5122530	2, 4	1	3	5	7	6	
290	1.82.506	5088957	2, 4	1	3,7	5	6		
230	1.58.202	5090312	2	1	5	4			3
965	1.58.203	5090137	2	1	5	4			3
965	1.58.202	5090136	2	1	5	4			3
2920	1.89.955	5103860	2	1	3				
1930	1.58.302	5090500	1						2

Çizelge EK-5.9. 3.hücreye ait “Den-E” tablosu

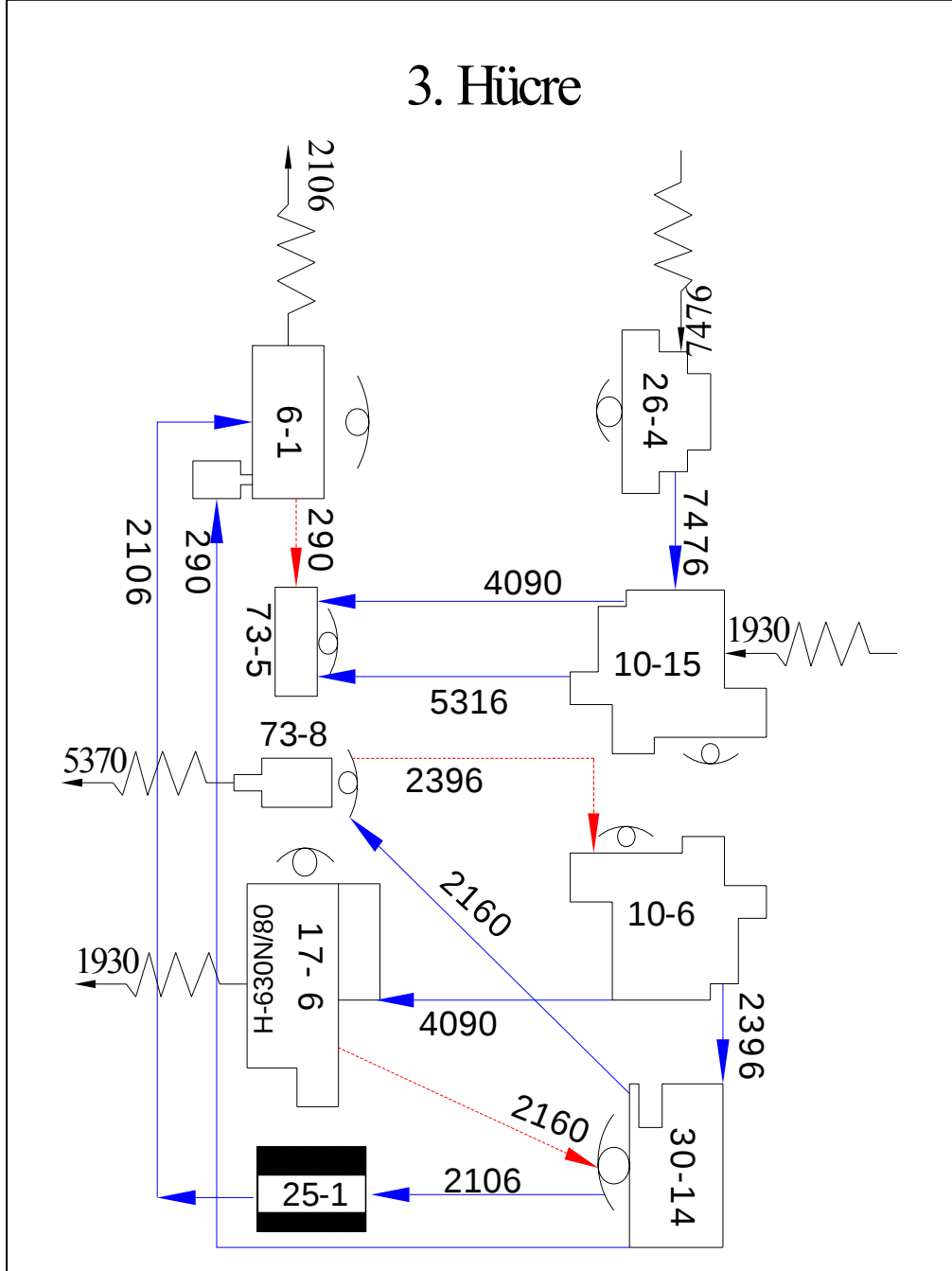
DEN	E								
	MAKİNELER	10	26	x73 -5	30-14	6	25-1	17-6	“DEN” Toplamı
	10			5316	2396			4090	11802
	26	7476							7476
	x73 -5	2396							2396
	30-14			2160		290	2106		4556
	6			290					290
	25-1					2106			2106
	17-6				2160				2160
	“E” Toplamı	9872	0	7766	4556	2396	2106	4090	<u>30786</u>

Çizelge EK-5.10. 3.hücreye ait makinelerin uygun sıra ile dizimi

Sıralama	“Den / E” Oranı	Makine Kodları
1	∞	26
2	1,20	10
3	1,00	30-14
4	1,00	25-1
5	0,53	17-6
6	0,31	x73 -5
7	0,12	6

TOPLAM TRANSFER 30786
GERİ DÖNÜŞ MİKTARI 4846
GERİ DÖNÜŞ ORANI 15,75%

EK-5 (Devam) Sonuç matrisine göre elde edilen hücreler



Şekil EK-5.2. 3.hücre i  akış  eması

EK-5 (Devam) Sonuç matrisine göre elde edilen hücreler

HÜCRE 4

Çizelge EK-5.11. Sonuç matrisine göre elde edilmiş 4.hücre

Parçalar	Makineler									
	PARÇA NO	RESİM NO	11	70	6	34-1	30-(13,14)	5-(4,5)	36	75
	1.26.214	5089355	1	1	1	1	1	1		
	1.26.214	5147787	1	1	1	1	1	1		
	1.26.514	4993816	1	1	1	1				
	1.29.028	593675	1	1	1				1	
	1.32.625	562073	1	1		1			1	1
	1.32.215	567871	1	1		1				
	1.32.209	593668	1	1					1	1
	1.65.311	5145471	1	1						

Çizelge EK-5.12. 4.hücreye ait makine yükleri

PARÇA NO	RESİM NO	11	70	6	34-1	30-(13,14)	5-(4,5)	36	75
1.26.214	5089355	203,1	388,1	1404,0	377,1	1212,0	627,0		
1.26.214	5147787	1762,9	3369,2	8184,4	3273,7	4639,4	4165,7		
1.26.514	4993816	2839,3	3757,3	9950,0	3650,8				
1.29.028	593675	3174,0	7713,9	1097,1				963,9	
1.32.625	562073	2843,0	2300,0		1630,0			870,3	1224,0
1.32.215	567871	2340,0	2900,0		1687,5				
1.32.209	593668	2571,3	4800,0					1350,0	450,0
1.65.311	5145471	4800,0	6966,0						
Makine Ayar Süresi (Dakika)		400,0	160,0	280,0	100,0	90,0	120,0	15,0	30,0
Aylık Toplam Süre (Dakika)		20933,6	32354,5	20915,5	10719,1	5941,4	4912,7	3199,2	1704,0
Günlük Toplam Süre (Saat)		15,9	24,5	15,8	8,1	4,5	3,7	2,4	1,3
Gereken Makine Sayısı		2	3	2	1	1	1	1	1

EK-5 (Devam) Sonuç matrisine göre elde edilen hücreler

Çizelge EK-5.13. 4.Hücreye Ait Parçaların Rota Bilgisi

Aylık Adet	PARÇA NO	RESİM NO	11	70	6	34 - 1	30 - 13	5 - 4	36	75
220	1.26.214	5089355	3	4	1	6	5	2		
1910	1.26.214	5147787	3	4	1	6	5	2		
2130	1.26.514	4993816	2	3	1	4				
900	1.29.028	593675	2,4	1	3				5	
900	1.32.625	562073	4	2		5			3	1
900	1.32.215	567871	2	1,3		4				
900	1.32.209	593668	2	1,4					3	5
1800	1.65.311	5145471	1,3	2						

Çizelge EK-5.14. 4.hücreye ait “Den-E” tablosu

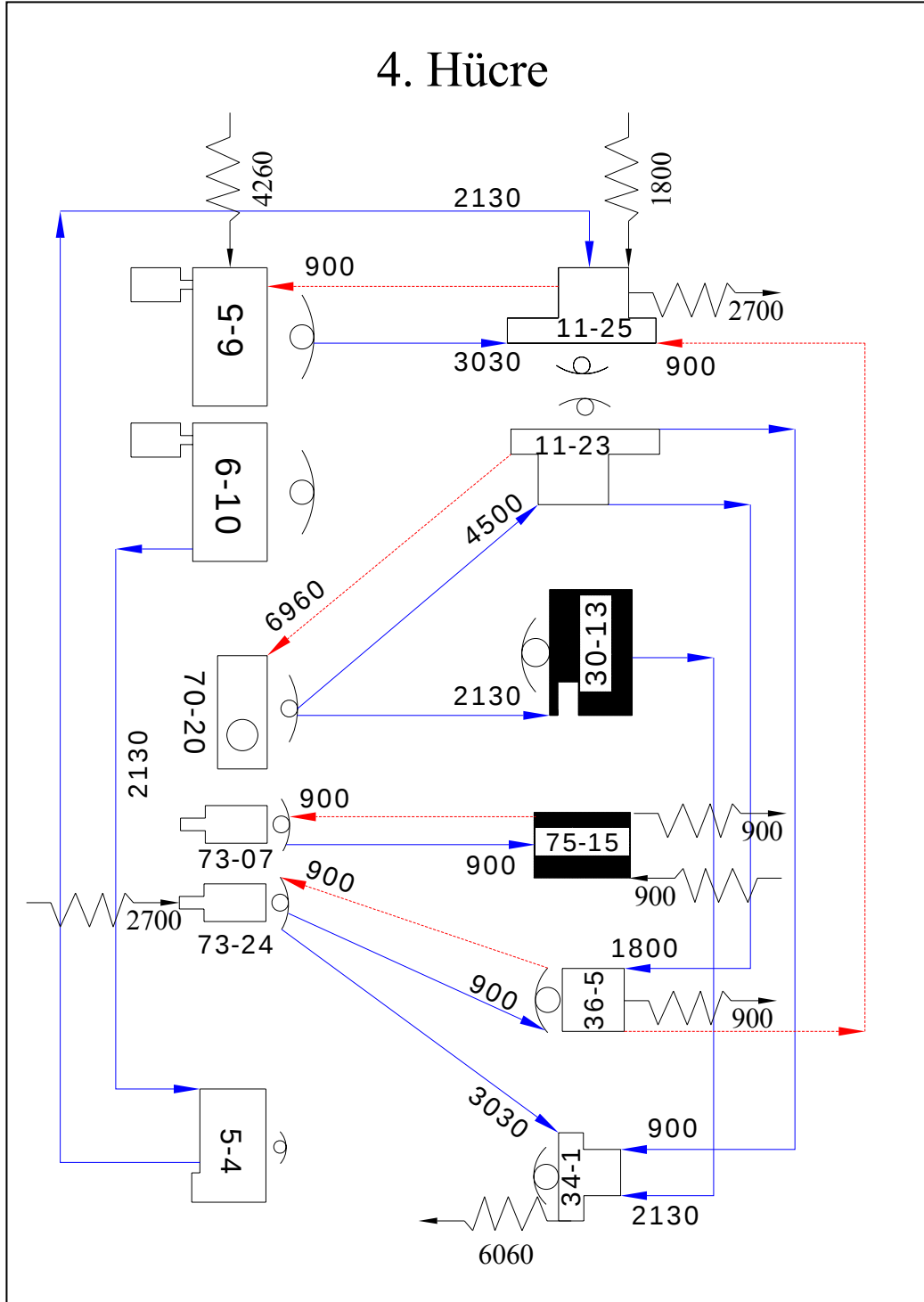
E											
DEN	MAKİNELER	11	70	6	34-1	30 - 13	5 - 4	36	75	“DEN” Toplamı	“DEN / E”
	11		6960	900	900			1800		10560	1,00
	70	4500			3030	2130		900	900	11460	1,31
	6	3030					2130			5160	5,73
	34-1									0	0,00
	30-(13,14)				2130					2130	1,00
	5-(4,5)	2130								2130	1,00
	36	900	900							1800	0,67
	75		900							900	1,00
	“E” Toplamı	10560	8760	900	6060	2130	2130	2700	900	<u>34140</u>	

Çizelge B.15. 4.hücreye ait makinelerin uygun sıra ile dizimi

Sıralama	“Den / E” Oranı	Makine Kodları
1	5,73	6
2	1,31	70
3	1,00	5-4
4	1,00	11
5	1,00	30-13
6	1,00	75
7	0,67	36
8	0,00	34-1

TOPLAM TRANSFER 34140
GERİ DÖNÜŞ MİKTARI 10560
GERİ DÖNÜŞ ORANI 30,90%

EK-5 (Devam) Sonuç matrisine göre elde edilen hücreler



Şekil EK-5.3. 4.hücre i  akış  eması

EK-5 (Devam) Sonuç matrisine göre elde edilen hücreler

HÜCRE 5

Çizelge EK-5.16. Sonuç matrisine göre elde edilmiş 5.hücre

Parçalar	Makineler										
	PARÇA NO	RESİM NO	73	11	70	6	12-4	33-1	36	12-2	75
	1.29.011	593670	1	1	1	1	1	1			
	1.29.007	593667	1	1	1				1	1	1
	1.65.324	5145472	1	1	1						
	1.26.213	4993814	1	1		1					
	1.26.213	5124803	1	1		1					
	1.82.535	5144178	1		1						
	1.82.527	5129397	1		1						
	1.80.136	4952724	1						1	1	

Çizelge EK-5.17. 5.hücreye ait makine yükleri

PARÇA NO	RESİM NO	73	11	70	6	12-4	33-1	36	12-2	75
1.29.011	593670	4320,0	3100,0	9000,0	3060,0	1285,2	6352,2			
1.29.007	593667	1194,8	2945,0	1601,4				1016,6	684,0	627,5
1.65.324	5145472	3805,0	3855,6	7713,0						
1.26.213	4993814	5175,4	7763,1		15142,0					
1.26.213	5124803	1376,5	2064,8		3060,0					
1.82.535	5144178	1226,7		5400,0						
1.82.527	5129397	822,5		4631,0						
1.80.136	4952724	3773,0						540,0	540,0	
Makine Ayar Süresi (Dakika)		160,0	245,0	75,0	180,0	60,0	45,0	10,0	45,0	15,0
Aylık Toplam Süre (Dakika)		21853,9	19973,4	28420,4	21442,0	1345,2	6397,2	1566,6	1269,0	642,5
Günlük Toplam Süre (Saat)		16,6	15,1	21,5	16,2	1,0	4,8	1,2	1,0	0,5
Gereken Makine Sayısı		2	2	3	2	1	1	1	1	1

EK-5 (Devam) Sonuç matrisine göre elde edilen hücreler

Çizelge EK-5.18. 5.hücreye ait parçaların rota bilgisi

Aylık Adet	PARÇA NO	RESİM NO	73	11	70	6	12-4	33-1	36	12-2	75
1800	1.29.011	593670	1	3	6	2	4	5			
1255	1.29.007	593667	5	3	2				4	1	6
1800	1.65.324	5145472	2	3	1						
3365	1.26.213	4993814	3	2		1					
895	1.26.213	5124803	3	2		1					
900	1.82.535	5144178	2		1						
1235	1.82.527	5129397	2		1						
900	1.80.136	4952724	3						2	1	

Çizelge EK-5.19. 5.hücreye ait “Den-E” tablosu

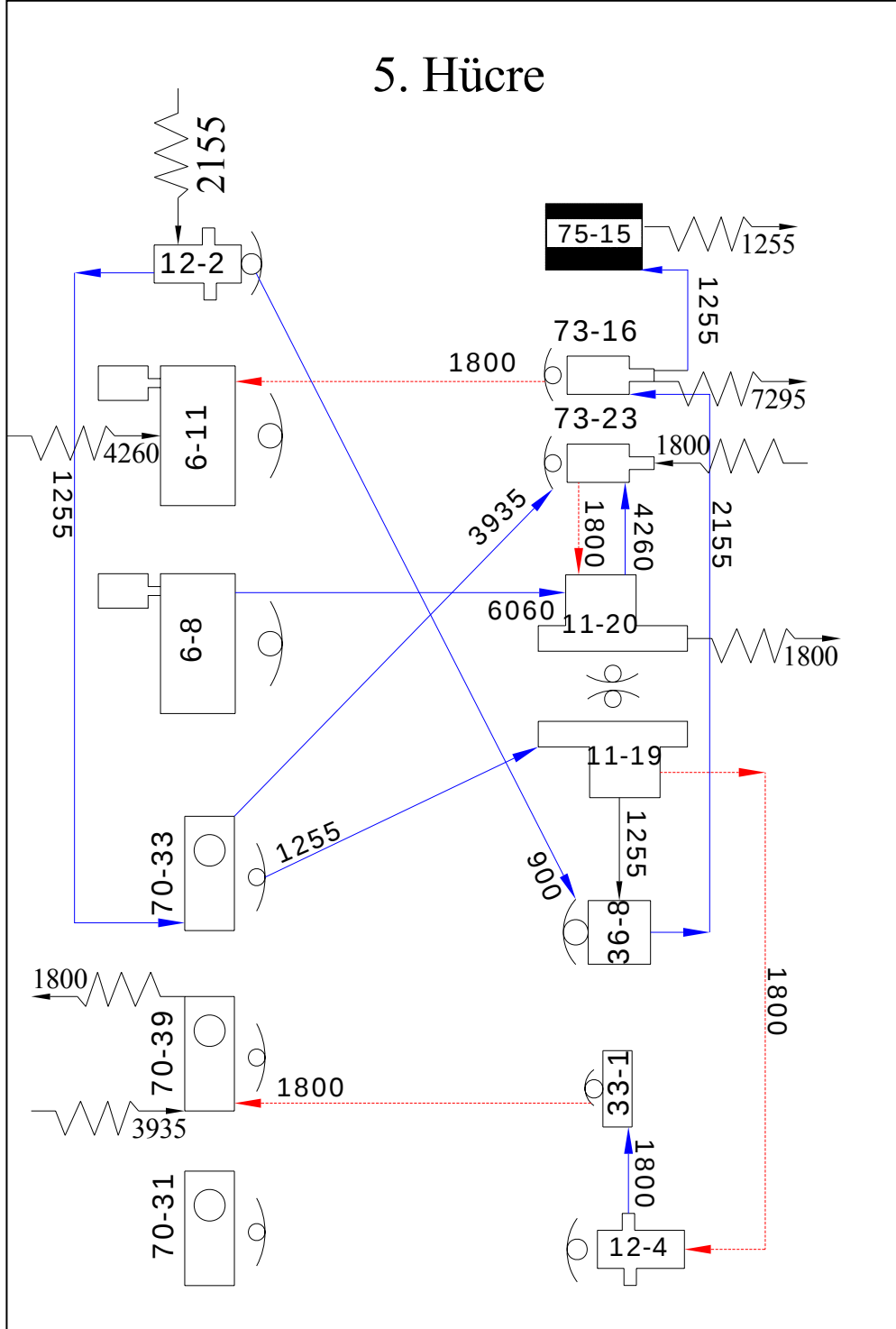
DEN	E											
	MAKİNELER	73	11	70	6	12-4	33-1	36	12-2	75	“DEN” Toplamı	“DEN / E”
	73		1800		1800					1255	4855	0,47
	11	4260				1800		1255			7315	0,80
	70	3935	1255								5190	1,70
	6		6060								6060	3,37
	12-4						1800				1800	1,00
	33-1			1800							1800	1,00
	36	2155									2155	1,00
	12-2			1255				900			2155	∞
	75										0	0,00
	“E” Toplamı	10350	9115	3055	1800	1800	1800	2155	0	1255	<u>31330</u>	

Çizelge EK-5.20. 5.hücreye ait makinelerin uygun sıra ile dizimi

Sıralama	“Den / E” Oranı	Makine Kodları
1	∞	12-2
2	3,37	6
3	1,70	70
4	1,00	12-4
5	1,00	33-1
6	1,00	36
7	0,80	11
8	0,47	73
9	0,00	75

TOPLAM TRANSFER 31330
GERİ DÖNÜŞ MİKTARI 5400
GERİ DÖNÜŞ ORANI 17,23%

EK-5 (Devam) Sonuç matrisine göre elde edilen hücreler



Şekil EK-5.4. 5.hücre i  akış  eması

EK-5 (Devam) Sonuç matrisine göre elde edilen hücreler

HÜCRE 6

Çizelge EK-5.21. Sonuç matrisine göre elde edilmiş 6.hücre

Parçalar	Makineler								
	PARÇA NO	RESİM NO	x73-20	73	30 - 13	5 - 5	6-6	10	34-3
	1.28.121	5147816	1	1	1	1	1		
	1.26.243B	5089356	1	1	1	1		1	
	1.26.243B	5128070	1	1	1	1		1	
	1.28.121	5162671	1					1	
	1.21.015	5195411	1						1
	1.10.052	5085945		1				1	

Çizelge EK-5.22. 6.hücreye ait makine yükleri

PARÇA NO	RESİM NO	x73-20	73	30-13	5-5	6-6	10	34-3
1.28.121	5147816	341,1	914,4	3157,2	1420,2	5142,6		
1.26.243B	5089356	258,7	83,4	771,8	573,8		880,0	
1.26.243B	5128070	1193,6	384,7	3560,6	2647,1		4060,0	
1.28.121	5162671	1238,8					2388,3	
1.21.015	5195411	477,7						1720,0
1.10.052	5085945		854,0				241,6	
Makine Ayar Süresi (Dakika)		75,0	80,0	135,0	180,0	200,0	240,0	45,0
Aylık Toplam Süre (Dakika)		3585,0	2316,5	7624,6	4821,1	5342,6	7809,9	1765,0
Günlük Toplam Süre (Saat)		2,7	1,8	5,8	3,7	4,0	5,9	1,3
Gereken Makine Sayısı		1	1	1	1	1	1	1

EK-5 (Devam) Sonuç matrisine göre elde edilen hücreler

Çizelge EK-5.23. 6.hücreye ait parçaların rota bilgisi

Aylık Adet	PARÇA NO	RESİM NO	x73-20	73	30 - 13	5 - 5	6-6	10	34-3
900	1.28.121	5147816	4	3	5	2	1		
220	1.26.243B	5089356	3	4	5	2		1	
1015	1.26.243B	5128070	3	4	5	2		1	
1115	1.28.121	5162671	2					1	
430	1.21.015	5195411	2						1
290	1.10.052	5085945		1				2	

Çizelge EK-5.24. 6.hücreye ait “Den-E” tablosu

DEN	E									
	MAKİNELER	x73-20	73	30-13	5 - 5	6-6	10	34-3	“DEN” Toplamı	“DEN / E”
	x73-20		1235	900					2135	0,58
	73	900		1235			290		2425	1,14
	30-13								0	0,00
	5-(4,5)	1235	900						2135	1,00
	6-6				900				900	∞
	10	1115			1235				2350	8,10
	34-3	430							430	∞
	“E” Toplamı	3680	2135	2135	2135	0	290	0	<u>10375</u>	

Çizelge EK-5.25. 6.hücreye ait makinelerin uygun sıra ile dizimi

Sıralama	“Den / E” Oranı	Makine Kodları
1	∞	6-6
2	∞	34-3
3	8,10	10
4	1,14	73
5	1,00	5-5
6	0,58	X 73-20
7	0,00	30-13

TOPLAM TRANSFER 10375
GERİ DÖNÜŞ MİKTARI 2425
GERİ DÖNÜŞ ORANI 23,37%

EK-5 (Devam) Sonuç matrisine göre elde edilen hücreler

HÜCRE 7

Çizelge EK-5.26. Sonuç matrisine göre elde edilmiş 7.hücre

	Makineler										
	PARÇA NO	RESİM NO	26	10	11	75-14	25-1	75	70	32-4	18-1
Parçalar	1.29.101	5110265	1	1	1	1	1	1	1		
	1.32.202	5117282	1	1	1	1	1	1	1		
	1.32.202	5123868	1	1	1	1	1	1	1		
	1.29.101	5123867	1	1	1	1	1	1			
	1.29.101	5088890	1	1	1	1	1		1		
	1.58.206	5085268	1	1	1					1	
	1.58.206	5085277	1	1	1					1	
	1.58.206	5088167	1	1	1					1	
	1.58.206A	5095603	1	1	1					1	
	1.58.206	5095589	1	1					1	1	
	1.58.206A	5088251	1	1					1	1	
	1.82.831	5144280	1	1					1	1	
	1.65.315	5143999	1	1					1	1	
	1.32.416	5094841	1	1						1	1
	1.32.416	5094840	1	1						1	1
	1.32.416	5089373	1	1						1	1
	1.82.813	5122356	1	1						1	1
	1.82.813	5125648	1	1						1	1
	1.82.815	5150987	1	1						1	
	1.82.542	5156606	1	1						1	
	1.82.542	5158046	1	1						1	
	1.82.533	5086071	1	1							1
	1.29.018	5109831	1		1	1				1	
	1.29.018	5088533	1		1	1				1	
	1.29.018	5088889	1		1	1				1	
	1.89.023	5116252	1						1	1	
	1.82.512	5154559			1				1		1

EK-5 (Devam) Sonuç matrisine göre elde edilen hücreler

Çizelge EK-5.27. 7.hücreye ait makine yükleri

PARÇA NO	RESİM NO	26	10	11	75-14	25-1	75	70	32-4	18-1
1.29.101	5110265	216,0	900,0	146,0	393,0	900,0	159,0	372,0		
1.32.202	5117282	216,0	900,0	146,0	393,0	900,0	159,0	372,0		
1.32.202	5123868	540,0	2250,0	365,0	981,0	1688,0	397,0	931,0		
1.29.101	5123867	540,0	2347,0	994,0	981,0	1688,0	796,0			
1.29.101	5088890	432,0	1800,0	292,0	785,0	1800,0		744,0		
1.58.206	5085268	1302,4	1984,9	1984,9					2085	
1.58.206	5085277	506,0	936,0	771,0					896,0	
1.58.206	5088167	108,0	148,0	164,0					156,0	
1.58.206A	5095603	262,0	336,0	300,0					380,0	
1.58.206	5095589	117,0	150,0					170,0	170,0	
1.58.206A	5088251	108,0	128,0					157,0	173,0	
1.82.831	5144280	581,0	818,0					6000,0	432,0	
1.32.416	5094841	656,0	1142,0						486,0	2430,0
1.32.416	5094840	895,0	1558,0						663,0	3315,0
1.32.416	5089373	178,0	310,0						132,0	800,0
1.82.813	5122356	1235,0	2002,0						1424,0	1194,0
1.82.813	5125648	581,0	1256,0						900,0	870,0
1.82.815	5150987	5,6	7,9						2,5	
1.65.315	5143999	7,8	11,0					38,0	6,0	
1.82.542	5156606	232,0	332,0						400,0	
1.82.542	5158046	581,0	831,0						997,0	
1.82.533	5086071	581,0	981,0							1384,0
1.29.018	5109831	212,0		1533,0	953,0				850,0	
1.29.018	5088533	138,0		1000,0	621,0				554,0	
1.29.018	5088889	348,0		540,0	675,0				702,0	
1.89.023	5116252	613,0						1117,0	656,0	
1.82.512	5154559			1148,0				9358,0		1588,0
Makine Ayar Süresi (Dakika)		1300,0	1350,0	650,0	150,0	300,0	80,0	200,0	320,0	350,0
Aylık Toplam Süre (Dakika)		12492	22479	10034	5932,0	7276,0	1591	19459	12384	11931
Günlük Toplam Süre (Saat)		9,5	17,0	7,6	4,5	5,5	1,2	14,7	9,4	9,0
Gereken Makine Sayısı		1	2	1	1	1	1	2	1	1

EK-5 (Devam) Sonuç matrisine göre elde edilen hücreler

Çizelge EK-5.28. 7.hücreye ait parçaların rota bilgisi

Aylık Adet	PARÇA NO	RESİM NO	26	10	11	75-14	25-1	75	70	32-4	18-1
360	1.29.101	5110265	2	3	4	1	5	7	6		
360	1.32.202	5117282	2	3	4	1	5	7	6		
900	1.32.202	5123868	2	3	4	1	5	7	6		
900	1.29.101	5123867	2	3	4	1	5	6			
720	1.29.101	5088890	2	3	4	1	5		6		
1390	1.58.206	5085268	1	2	3					4	
540	1.58.206	5085277	1	2	3					4	
115	1.58.206	5088167	1	2	3					4	
280	1.58.206A	5095603	1	2	3					4	
125	1.58.206	5095589	1	2					3	4	
115	1.58.206A	5088251	1	2					3	4	
900	1.82.831	5144280	1	2					3	4	
10	1.65.315	5143999	1	2					3	4	
810	1.32.416	5094841	1	2						4	3
1105	1.32.416	5094840	1	2						4	3
220	1.32.416	5089373	1	2						4	3
1235	1.82.813	5122356	1	2						4	3
900	1.82.813	5125648	1	2						4	3
5	1.82.815	5150987	1	2						3	
360	1.82.542	5156606	1	3						2,4	
900	1.82.542	5158046	1	3						2,4	
900	1.82.533	5086071	1	2							3
545	1.29.018	5109831	2		4,5,7	1,6				3,8	
355	1.29.018	5088533	2		4,5,7	1,6				3,8	
900	1.29.018	5088889	2		4	1				3	
875	1.89.023	5116252	1						2	3	
900	1.82.512	5154559			3				2		1

EK-5 (Devam) Sonuç matrisine göre elde edilen hücreler

Çizelge EK-5.29. 7.hücreye ait “Den-E” tablosu

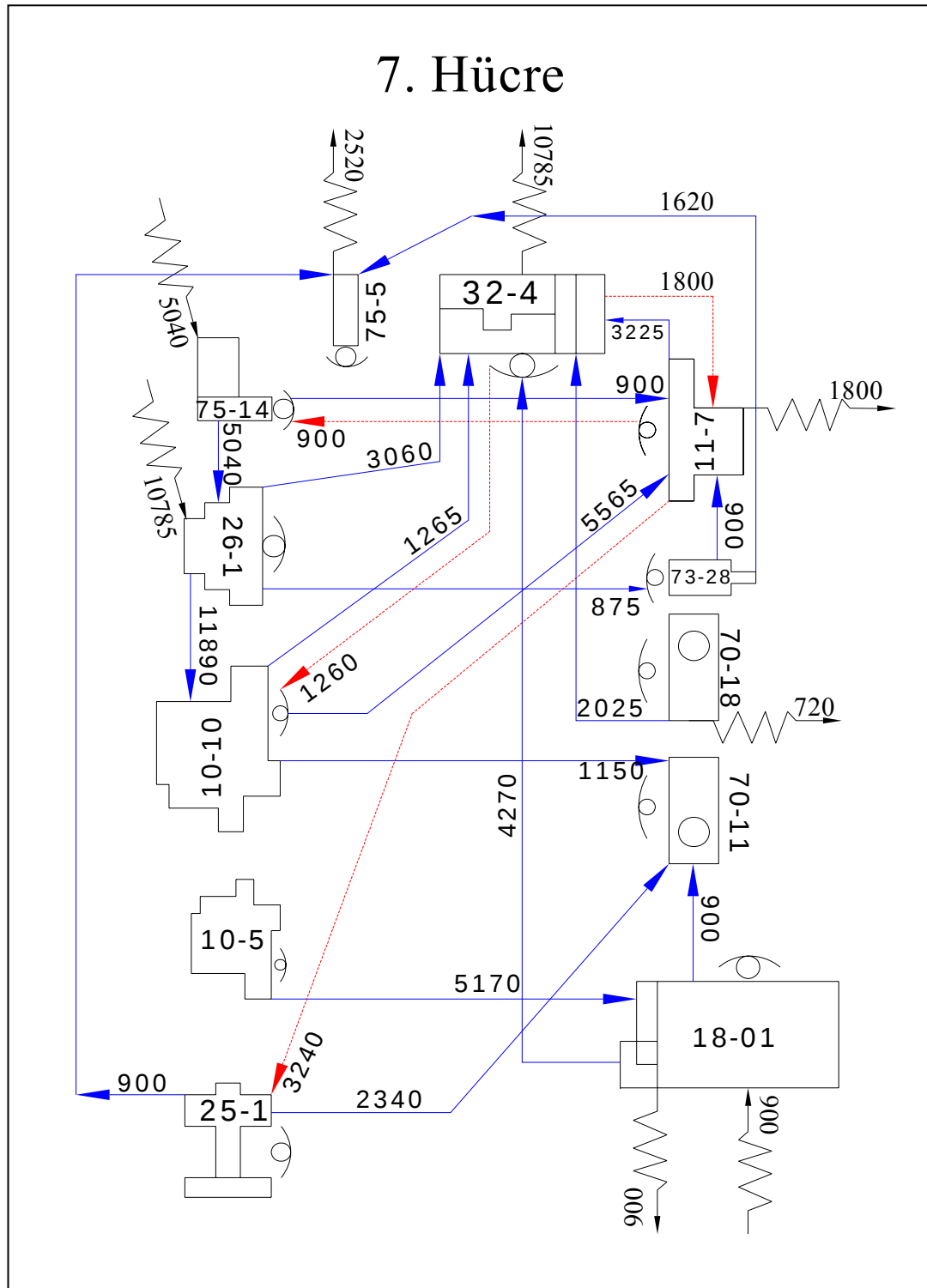
DEN	E											
	MAKİNELER	26	10	11	75-14	25-1	75	70	32-4	18-1	“DEN” Toplamı	“DEN / E”
	26		11890					875	3060		15825	3,14
	10			5565				1150	1265	5170	13150	1,00
	11				900	3240			3225		7365	0,80
	75-14	5040		900							5940	6,60
	25-1						900	2340			3240	1,00
	75										0	0,00
	70			900			1620		2025		4545	0,86
	32-4		1260	1800							3060	0,22
	18-1							900	4270		5170	1,00
	“E” Toplamı	5040	13150	9165	900	3240	2520	5265	13845	5170	<u>58295</u>	

Çizelge EK-5.30. 7.hücreye ait makinelerin uygun sıra ile dizimi

Sıralama	“Den / E” Oranı	Makine Kodları
1	75-14	6,60
2	26	3,14
3	10	1,00
4	25-1	1,00
5	18-1	1,00
6	70	0,86
7	11	0,80
8	32-4	0,22
9	75	0,00

TOPLAM TRANSFER	58295
GERİ DÖNÜŞ MİKTARI	7200
GERİ DÖNÜŞ ORANI	12,35%

EK-5 (Devam) Sonuç matrisine göre elde edilen hücreler



Şekil EK-5.6. 7.hücre iş akış şeması

EK-5 (Devam) Sonuç matrisine göre elde edilen hücreler

HÜCRE 8

Çizelge EK-5.31. Sonuç matrisine göre elde edilmiş 8.hücre

Parçalar	Makineler						
	PARÇA NO	RESİM NO	10	20-3	8-32	70	13-1
	1.82.810B	5087649	1	1	1	1	1
	1.82.811A	5171471	1	1	1	1	
	1.82.810A	5123957	1	1	1		
	1.82.811A	5150988	1	1	1		
	1.82.811A	5153066	1	1	1		
	1.28.150	5122797	1	1			

Çizelge EK-5.32. 8.hücreye ait makine yükleri

PARÇA NO	RESİM NO	10	20-3	8-32	70	13-1
1.82.810B	5087649	34	5	3,845	54,55	5,66
1.82.811A	5171471	7375	1115	857,435	2676	
1.82.810A	5123957	7375	1115	857,435		
1.82.811A	5150988	34	5	3,845		
1.82.811A	5153066	11250	1790	1376,51		
1.28.150	5122797	3525	1076,3			
Makine Ayar Süresi (Dakika)		360,0	300,0	150,0	40,0	60,0
Aylık Toplam Süre (Dakika)		29953,0	5406,3	3249,1	2770,6	65,7
Günlük Toplam Süre (Saat)		22,69	4,096	2,461	2,099	0,05
Gereken Makine Sayısı		2	1	1	1	1

EK-5 (Devam) Sonuç matrisine göre elde edilen hücreler

Çizelge EK-5.33. 8.hücreye ait parçaların rota bilgisi

Aylık Adet	PARÇA NO	RESİM NO	10	20-3	8-32	70	13-1
5	1.82.810B	5087649	1	3	5	4	2
1115	1.82.811A	5171471	1	3	4	2	
1115	1.82.810A	5123957	1	2	3		
5	1.82.811A	5150988	1	2	3		
1790	1.82.811A	5153066	1	2	3		
2350	1.28.150	5122797	1	2			

Çizelge EK-5.34. 8.hücreye ait “Den-E” tablosu

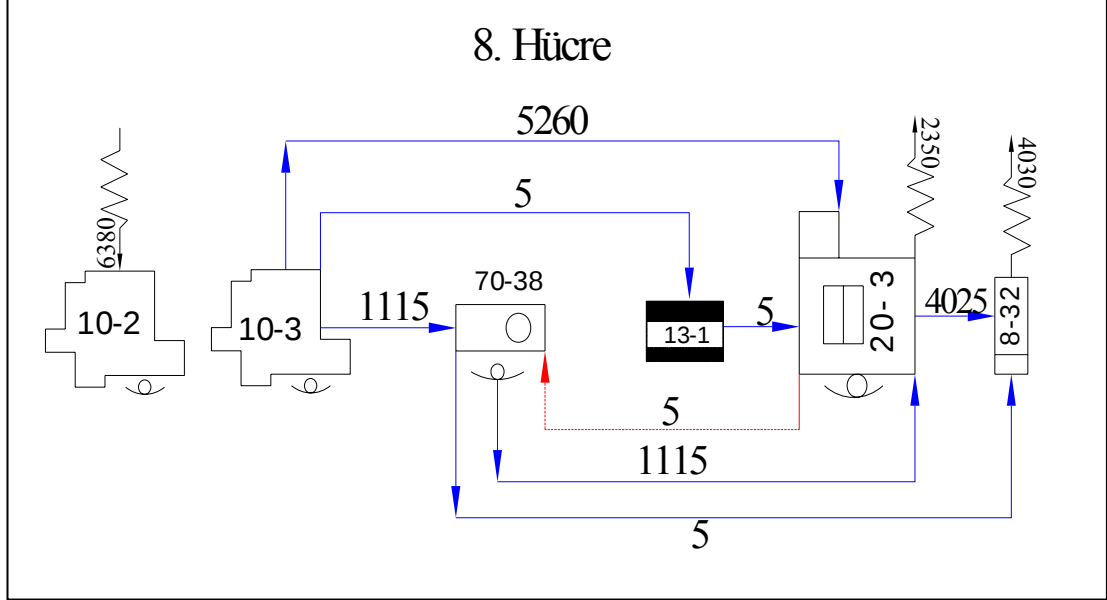
DEN	E							
	MAKİNELER	10	20-3	8-32	70	13-1	“DEN” Toplamı	“DEN / E”
	10		5260		1115	5	6380	∞
	20-3			4025	5		4030	0,63
	8-32						0	0
	70		1115	5			1120	1
	13-1		5				5	1
	“E” Toplamı	0	6380	4030	1120	5	<u>11535</u>	

Çizelge EK-5.35. 8.hücreye ait makinelerin uygun sıra ile dizimi

Sıralama	“Den / E” Oranı	Makine Kodları
1	∞	10
2	1,00	70
3	1,00	13-1
4	0,63	20-3
5	0,00	8-32

TOPLAM TRANSFER 11535
GERİ DÖNÜŞ MİKTARI 5
GERİ DÖNÜŞ ORANI 0,04%

EK-5 (Devam) Sonuç matrisine göre elde edilen hücreler



Şekil EK-5.7. 8.hücree iş akış şeması

HÜCRE 9

Çizelge EK-5.36. Sonuç matrisine göre elde edilmiş 9.hücree

	Makineler					
	PARÇA NO	RESİM NO	19-1	70	36	75
Parçalar	1.80.136A	4952725	1	1	1	1
	1.80.136A	4962094	1	1	1	1
	1.82.542A	5158048	1	1		
	1.82.542A	5089184	1	1		
	1.82.542A	5156607	1	1		
	1.82.810A	5150985	1		1	1

EK-5 (Devam) Sonuç matrisine göre elde edilen hücreler

Çizelge EK-5.37. 9.hücreye ait makine yükleri

PARÇA NO	RESİM NO	99-1	70	36	75
1.80.136A	4952725	402,6	3980,0	366	183
1.80.136A	4962094	191,4	1900,0	174	87
1.82.542A	5158048	1045,2	1802,0		
1.82.542A	5089184	348	271		
1.82.542A	5156607	432	337,32		
1.82.810A	5150985	9,385		15	3
Makine Ayar Süresi (Dakika)		90,0	100,0	30,0	60,0
Aylık Toplam Süre (Dakika)		2518,6	8390,3	585,0	333,0
Günlük Toplam Süre (Saat)		1,9	6,4	0,4	0,3
Gereken Makine Sayısı		1	3	1	1

Çizelge EK-5.38. 9.hücreye ait parçaların rota bilgisi

Aylık Adet	PARÇA NO	RESİM NO	99-1	70	36	75
610	1.80.136A	4952725	2	4	3	1
290	1.80.136A	4962094	2	4	3	1
871	1.82.542A	5158048	1	2		
290	1.82.542A	5089184	1	2		
360	1.82.542A	5156607	1	2		
5	1.82.810A	5150985	2		3	1

EK-5 (Devam) Sonuç matrisine göre elde edilen hücreler

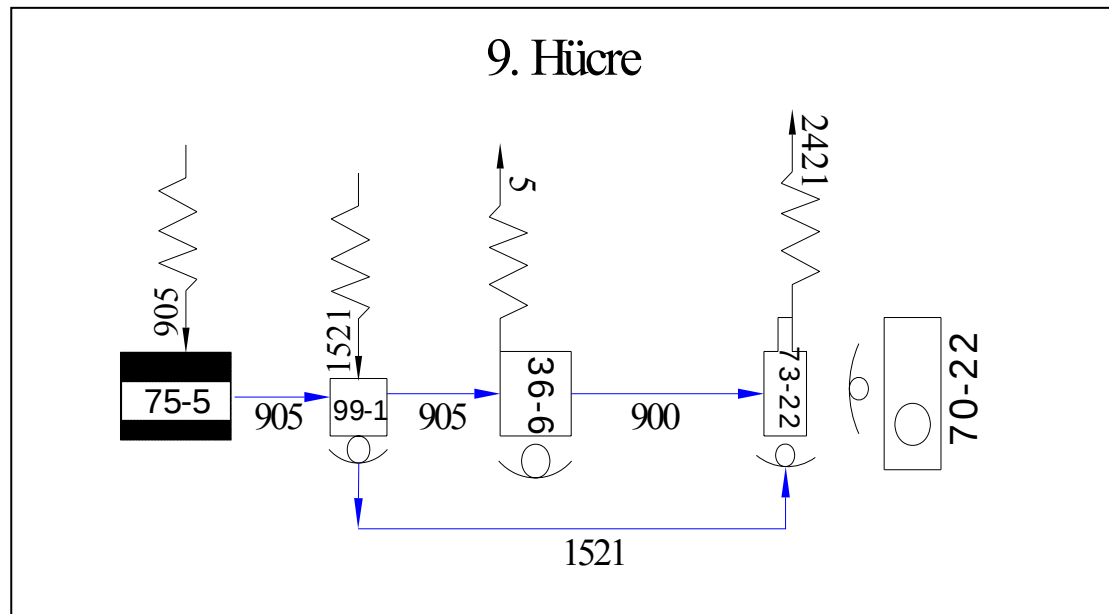
Çizelge EK-5.39. 9.hücreye ait “Den-E” tablosu

DEN	E						
	MAKİNELER	99-1	70	36	75	“DEN” Toplamı	“DEN / E”
	99-1		1521	905		2426	2,68
	70					0	0,00
	36		900			900	0,99
	75	905				905	∞
	“E” Toplamı	905	2421	905	0	<u>4231</u>	

Çizelge EK-5.40. 9.hücreye ait makinelerin uygun sıra ile dizimi

Sıralama	“Den / E” Oranı	Makine Kodları
1	∞	75
2	2,68	99-1
3	0,99	36
4	0,00	70

TOPLAM TRANSFER 4231
GERİ DÖNÜŞ MİKTARI 0
GERİ DÖNÜŞ ORANI 0,0%



Şekil EK-5.8. 9.hücre iş akış şeması

EK-5 (Devam) Sonuç matrisine göre elde edilen hücreler

HÜCRE 10

Çizelge EK-5.41. Sonuç matrisine göre elde edilmiş 10.hücre

Parçalar	Makineler							
	PARÇA NO	RESİM NO	47-(3,4)	42	10-(19,20,22)	70	75	34-2
	54-1411	4770056	1	1	1	1		
	54-1411	5090119	1	1	1	1		
	54-1411	98459486	1	1	1	1		
	54-1411	98459487	1	1	1	1		
	54-1055	4812932	1	1	1		1	
	54-1002	98435129	1	1	1		1	
	54-3509	4769592	1	1	1			1
	54-0805	4772693	1	1	1			
	54-0805	4809524	1	1	1			
	54-0805	5090120	1	1	1			
	54-1056	4600363	1	1	1			
	54-1204	4769412	1	1	1			

EK-5 (Devam) Sonuç matrisine göre elde edilen hücreler

Çizelge EK-5.42. 10.hücreye ait makine yükleri

PARÇA NO	RESİM NO	47-(3,4)	42	10- (19,20,22)	70	75	34-2
54-1411	4770056	3354,04	3354,04	4156,34	4482,94		
54-1411	5090119	4136,46	4135,04	5875,96	5999,5		
54-1411	98459486	2648,0	2648,0	3767,0	3849,0		
54-1411	98459487	1484,0	1484,0	2111,0	2157,0		
54-1055	4812932	1288,26	1288,26	2088		510	
54-1002	98435129	2840	2840	5430		1420	
54-3509	4769592	2130	2130	3704,78			1851,68
54-0805	4772693	1474,0	1474,0	2566,0			
54-0805	4809524	826,0	826,0	1438,0			
54-0805	5090120	2303,24	2303,24	4010,08			
54-1056	4600363	255	510	1020			
54-1204	4769412	3043,06	3041,64	4010,08			
Makine Ayar Süresi (Dakika)		840,0	860,0	840,0	80,0	40,0	20,0
Aylık Toplam Süre (Dakika)		26622,1	26894,2	41017,2	16568,4	1970,0	1871,7
Günlük Toplam Süre (Saat)		20,2	20,4	31,1	12,6	1,5	1,4
Gereken Makine Sayısı		2	2	3	2	1	1

Çizelge EK-5.43. 10.hücreye ait parçaların rota bilgisi

Aylık Adet	PARÇA NO	RESİM NO	47-(3,4)	42	10- (19,20,22)	70	75	34-2
1420	54-1411	4770056	4	3	1	2		
1420	54-1411	5090119	4	3	1	2		
910	54-1411	98459486	4	3	1	2		
510	54-1411	98459487	4	3	1	2		
510	54-1055	4812932	3	2	1,5		4	
1420	54-1002	98435129	3	2	1,5		4	
1420	54-3509	4769592	3	2	1			4
910	54-0805	4772693	3	2	1			
510	54-0805	4809524	3	2	1			
1420	54-0805	5090120	3	2	1			
510	54-1056	4600363	3	2	1			
1420	54-1204	4769412	3	2	1			

EK-5 (Devam) Sonuç matrisine göre elde edilen hücreler

Çizelge EK-5.44. 10.hücreye ait “Den-E” tablosu

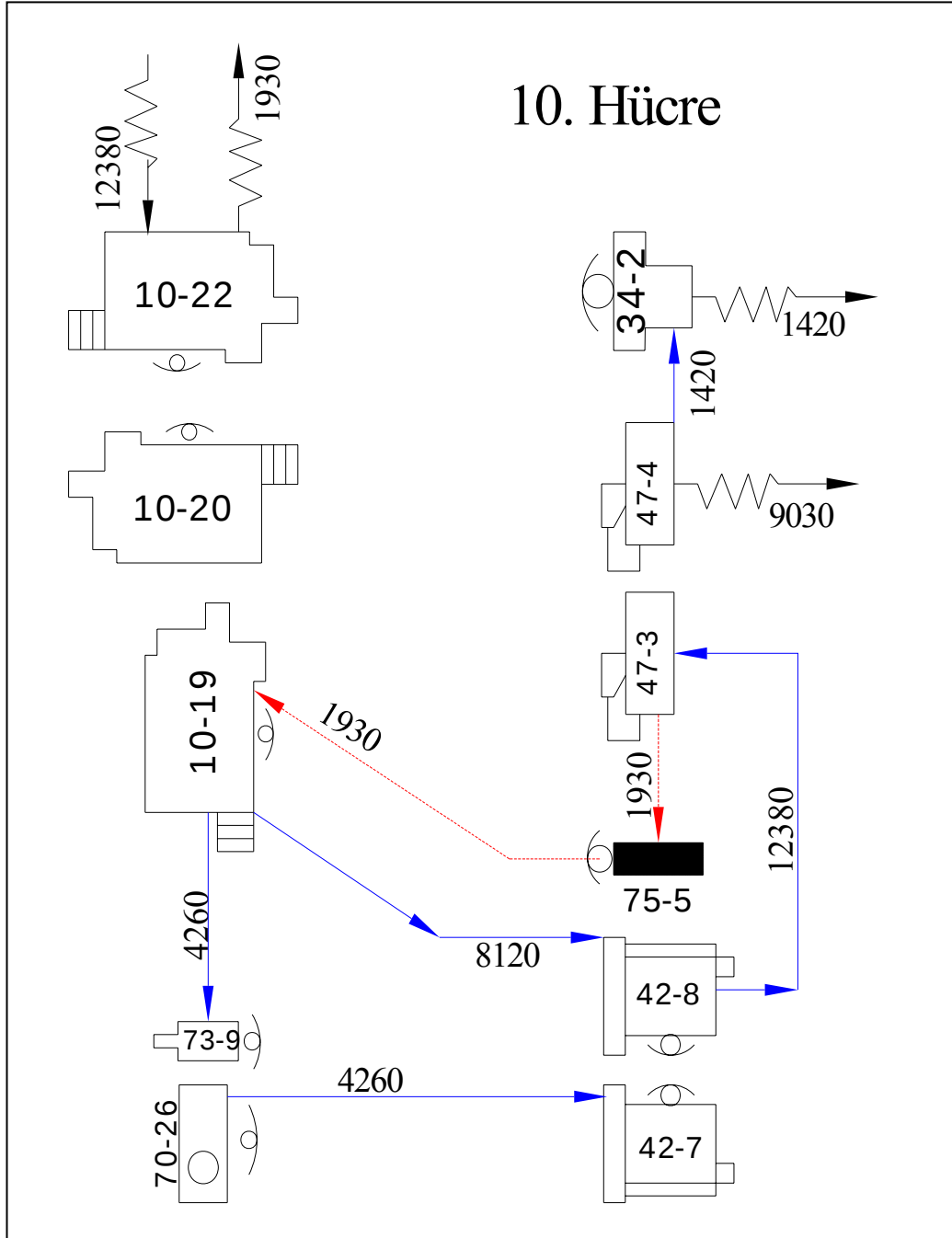
DEN	E							
	MAKİNELER	47-(3,4)	42	10-(19,20,22)	70	75	34-2	“DEN” Toplamı
	47-(3,4)					1930	1420	3350
	42	12380						12380
	10-(19,20,22)		8120		4260			12380
	70		4260					4260
	75			1930				1930
	34-2							0
	“E” Toplamı	12380	12380	1930	4260	1930	1420	<u>34300</u>

Çizelge EK-5.45. 10.hücreye ait makinelerin uygun sıra ile dizimi

Sıralama	“Den / E” Oranı	Makine Kodları
1	6,41	10 -(19,20,22)
2	1,00	70
3	1,00	42
4	1,00	75
5	0,27	47-(3,4)
6	0,00	34-2

TOPLAM TRANSFER 34300
GERİ DÖNÜŞ MİKTARI 3860
GERİ DÖNÜŞ ORANI 11,25%

EK-5 (Devam) Sonuç matrisine göre elde edilen hücreler



Şekil EK-5.9. 10.hücre iş akış şeması

EK-5 (Devam) Sonuç matrisine göre elde edilen hücreler

HÜCRE 11

Çizelge EK-5.46. Sonuç matrisine göre elde edilmiş 11.hücre

Parçalar	Makineler										
	PARÇA NO	RESİM NO	10-(8,9)	26-6	30	42	75	17-70	45-3	47-1	75-14
	1.32.103	5089213	1	1	1	1	1	1	1		
	1.32.103	5094864	1	1	1	1	1	1	1		
	1.32.103	5094907	1	1	1	1	1	1	1		
	1.32.103	5088875	1	1	1	1	1	1	1		
	1.48.102	5141650	1	1	1	1	1			1	1
	1.48.102	5144052	1	1	1	1	1			1	1
	1.48.102	5144278	1	1	1	1	1			1	1
	1.48.103	5089366	1	1	1	1	1			1	1
	1.48.103	5119241	1	1	1	1	1			1	1
	1.48.103	5141651	1	1	1	1	1			1	1
	1.48.103	5144053	1	1	1	1	1			1	1
	1.48.103	5144279	1	1	1	1	1			1	1
	1.48.102	5089365	1	1	1	1	1			1	1
1.48.102	5119240	1	1	1	1	1			1	1	

EK-5 (Devam) Sonuç matrisine göre elde edilen hücreler

Çizelge EK-5.47. 11.hücreye ait makine yükleri

PARÇA NO	RESİM NO	10-(8,9)	26-6	30	42	75	17-70	45-3	47-1	75-14
1.32.103	5089213	4068	1011	4766,9	1802,5	1072,5	6402,8	3299,7		
1.32.103	5094864	750	183,82	866,71	327,73	195	1322	599,95		
1.32.103	5094907	1705	498,55	1966,8	746,65	442,5	1017,2	1608,9		
1.32.103	5088875	750	219,7	866,71	329,03	195	448,24	709,02		
1.48.102	5141650	6844,5	1620	4750,0	8250,0	2113,3			3738,2	1012,5
1.48.102	5144052	6109,7	1670	6462,0	6950,0	2087,5			3036,1	1002
1.48.102	5144278	600,0	130	552,0	535,0	162,5			236,34	78
1.48.103	5089366	1859	440	1702,0	1810,0	573,98			1015,3	275
1.48.103	5119241	1500	410	1586,0	1646,0	512,5			745,38	246
1.48.103	5141651	6844,5	1620	4742,0	6671,0	2113,3			3738,2	1012,5
1.48.103	5144053	6109,7	1670	6462,0	6877,0	2087,5			3036,1	1002
1.48.103	5144279	599,95	130	552,0	535,0	162,5			236,34	78
1.48.102	5089365	1859	440	1702,0	2240,0	573,98			1015,3	275
1.48.102	5119240	1500,0	410	1586,0	1677,0	512,5			745,38	246
Makine Ayar Süresi (Dakika)		840,0	840,0	840,0	840,0	280,0	240,0	240,0	480,0	300,0
Aylık Toplam Süre (Dakika)		41939,3	11293,1	39403,1	41236,9	13084,5	9430,2	6457,6	18022,5	5527,0
Günlük Toplam Süre (Saat)		31,8	8,6	29,9	31,2	9,9	7,1	4,9	13,7	4,2
Gereken Makine Sayısı		2	1	2	2	1	1	1	1	1

Çizelge EK-5.48. 11.hücreye ait parçaların rota bilgisi

Aylık Adet	PARÇA NO	RESİM NO	10-(8,9)	26-6	30	42	75	17-70	45-3	47-1	75-14
715	1.32.103	5089213	2,7	1	8	3	6	4	5		
130	1.32.103	5094864	2,7	1	8	3	6	4	5		
295	1.32.103	5094907	2,7	1	8	4	6	3	5		
130	1.32.103	5088875	2,7	1	8	4	6	3	5		
810	1.48.102	5141650	3	2	7	4	1			5	6
835	1.48.102	5144052	3	2	7	4	1			5	6
65	1.48.102	5144278	3	2	7	4	1			5	6
220	1.48.103	5089366	3	2	7	4	1			5	6
205	1.48.103	5119241	3	2	7	4	1			5	6
810	1.48.103	5141651	3	2	7	4	1			5	6
835	1.48.103	5144053	3	2	7	4	1			5	6
65	1.48.103	5144279	3	2	7	4	1			5	6
220	1.48.102	5089365	3	2	7	4	1			5	6
205	1.48.102	5119240	3	2	7	4	1			5	6

EK-5 (Devam) Sonuç matrisine göre elde edilen hücreler

Çizelge EK-5.49. 11.hücreye ait “Den-E” tablosu

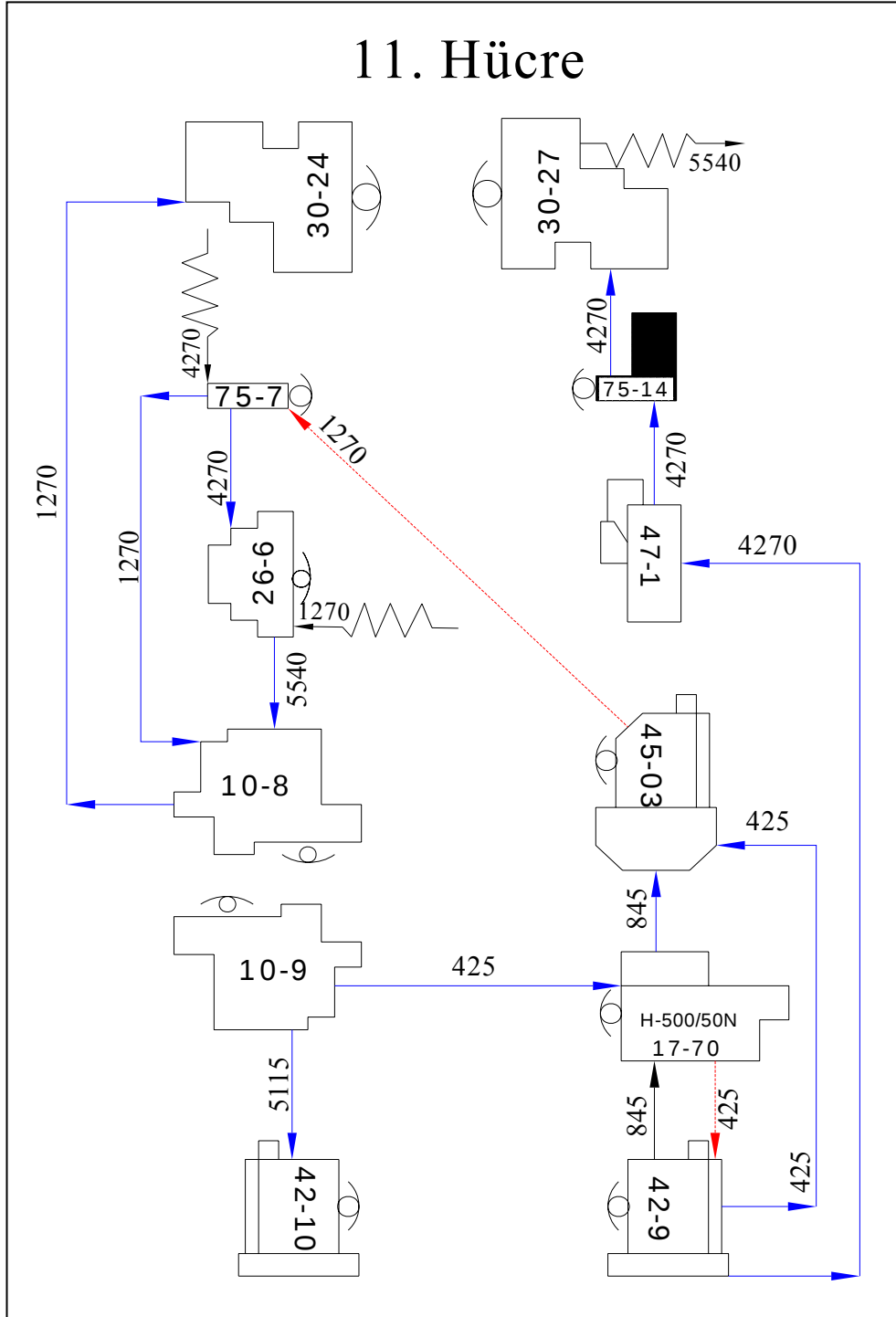
DEN	E											
	MAKİNELER	10-(8,9)	26-6	30	42	75	17-70	45-3	47-1	75-14	“DEN” Toplamı	“DEN / E”
	10-(8,9)			1270	5115		425				6810	1,00
	26-6	5540									5540	1,30
	30										0	0,00
	42						845	425	4270		5540	1,00
	75	1270	4270								5540	4,36
	17-70				425			845			1270	1,00
	45-3					1270					1270	1,00
	47-1									4270	4270	1,00
	75-14			4270							4270	1,00
	“E” Toplamı	6810	4270	5540	5540	1270	1270	1270	4270	4270	<u>34510</u>	

Çizelge EK-5.50. 11.hücreye ait makinelerin uygun sıra ile dizimi

Sıralama	“Den / E” Oranı	Makine Kodları
1	4,36	75
2	1,30	26-6
3	1,00	10-(8,9)
4	1,00	42
5	1,00	17-70
6	1,00	45-3
7	1,00	47-1
8	1,00	75-14
9	0,00	30-(24,27)

TOPLAM TRANSFER 34510
GERİ DÖNÜŞ MİKTARI 1695
GERİ DÖNÜŞ ORANI 4,91%

EK-5 (Devam) Sonuç matrisine göre elde edilen hücreler



Şekil EK-5.10. 11.hücre i  akış  eması

EK-5 (Devam) Sonuç matrisine göre elde edilen hücreler

HÜCRE 12

Çizelge EK-5.51. Sonuç matrisine göre elde edilmiş 12.hücre

PARÇA NO	RESİM NO	7-(7,8)	42	47-2	20-3
1.48.106	563485	1	1	1	1
1.48.106	593249	1	1	1	1
1.48.106	5089367	1	1	1	1
1.48.106	5118431	1	1	1	1
1.48.106	5128907	1	1	1	1
1.48.106	5140198	1	1	1	1

Çizelge EK-5.52. 12.hücreye ait makine yükleri

PARÇA NO	RESİM NO	7-(7,8)	42	47-2	20-3
1.48.106	563485	14156,0	15181,97	10020	5010
1.48.106	593249	1133,0	1950	780	390
1.48.106	5089367	4334,0	6600	2778,6	1320
1.48.106	5118431	3237,0	3727,31	2460	1230
1.48.106	5128907	14694,0	21129,66	11045,16	4860
1.48.106	5140198	4156,0	5738,92	2999,92	1320
Makine Ayar Süresi (Dakika)		180,0	360,0	360,0	360,0
Aylık Toplam Süre (Dakika)		41890,0	54687,9	30443,7	14490,0
Günlük Toplam Süre (Saat)		31,7	41,4	23,1	11,0
Gereken Makine Sayısı		2	2	1	1

EK-5 (Devam) Sonuç matrisine göre elde edilen hücreler

Çizelge EK-5.53. 12.hücreye ait parçaların rota bilgisi

Aylık Adet	PARÇA NO	RESİM NO	7-(7,8)	42	47-2	20-3
1670	1.48.106	563485	1	3	4	2
130	1.48.106	593249	1	3	4	2
440	1.48.106	5089367	1	3	4	2
410	1.48.106	5118431	1	3	4	2
1620	1.48.106	5128907	1	3	4	2
440	1.48.106	5140198	1	3	4	2

Çizelge EK-5.54. 12.hücreye ait “Den-E” tablosu

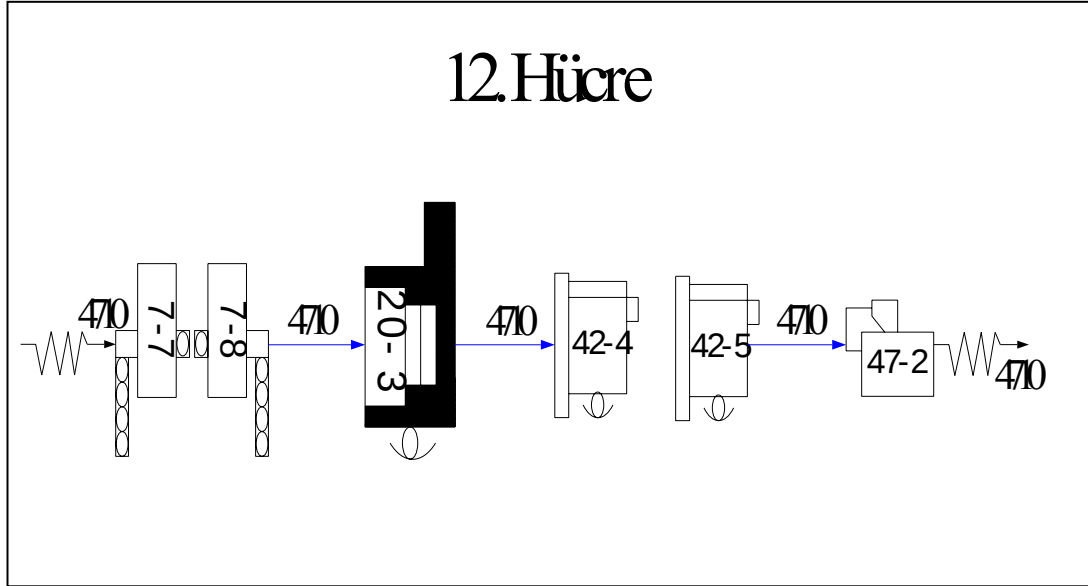
DEN	E					
	MAKİNELER	7-(7,8)	42	47-2	20-3	“DEN” Toplamı
	7-(7,8)				4710	4710
	42			4710		4710
	47-2					0
	20-3		4710			4710
	“E” Toplamı	0	4710	4710	4710	<u>14130</u>

Çizelge EK-5.55. 12.hücreye ait makinelerin uygun sıra ile dizimi

Sıralama	“Den / E” Oranı	Makine Kodları
1	∞	7-(7,8)
2	1	20-3
3	1	42
4	0	47-2

TOPLAM TRANSFER	14130
GERİ DÖNÜŞ MİKTARI	0
GERİ DÖNÜŞ ORANI	0,0%

EK-5 (Devam) Sonuç matrisine göre elde edilen hücreler



Şekil EK-5.11. 12.hücre iş akış şeması

HÜCRE 13

Çizelge EK-5.56. Sonuç Matrisine Göre Elde Edilmiş 13.Hücre

PARÇA NO	RESİM NO	12-6	17-(1,4	x73-18
1.21.008	5089413	1	1	1
1.21.009	5149253	1	1	
1.21.009	599824	1	1	
1.21.009	5088887	1		

EK-5 (Devam) Sonuç matrisine göre elde edilen hücreler

Çizelge EK-5.57. 13.hücreye ait makine yükleri

PARÇA NO	RESİM NO	12-6	17-(1,4)	x73-18
1.21.008	5089413	3528,9	16875	315
1.21.009	5149253	14	46,875	
1.21.009	599824	2443	6712,5	
1.21.009	5088887	2454,3		
Makine Ayar Süresi (Dakika)		60,0	180,0	20,0
Aylık Toplam Süre (Dakika)		8500,2	23814,4	335,0
Günlük Toplam Süre (Saat)		6,4	18,0	0,3
Gereken Makine Sayısı		1	3	1

Çizelge EK-5.58. 13.hücreye ait parçaların rota bilgisi

Aylık Adet	PARÇA NO	RESİM NO	12-6	17-(1,4)	x73-18
900	1.21.008	5089413	1	3	2
5	1.21.009	5149253	1	2	
895	1.21.009	599824	1	2	
900	1.21.009	5088887	1		

Çizelge EK-5.59. 13.hücreye ait “Den-E” tablosu

DEN	E					
	MAKİNELER	12-6	17-(1,2,4)	X 73-18	“DEN” Toplamı	“DEN / E”
	12-6		900	900	1800	∞
	17-(1,2,4)				0	0
	X 73-18		900		900	1
	“E” Toplamı	0	1800	900	<u>2700</u>	

EK-5 (Devam) Sonuç matrisine göre elde edilen hücreler

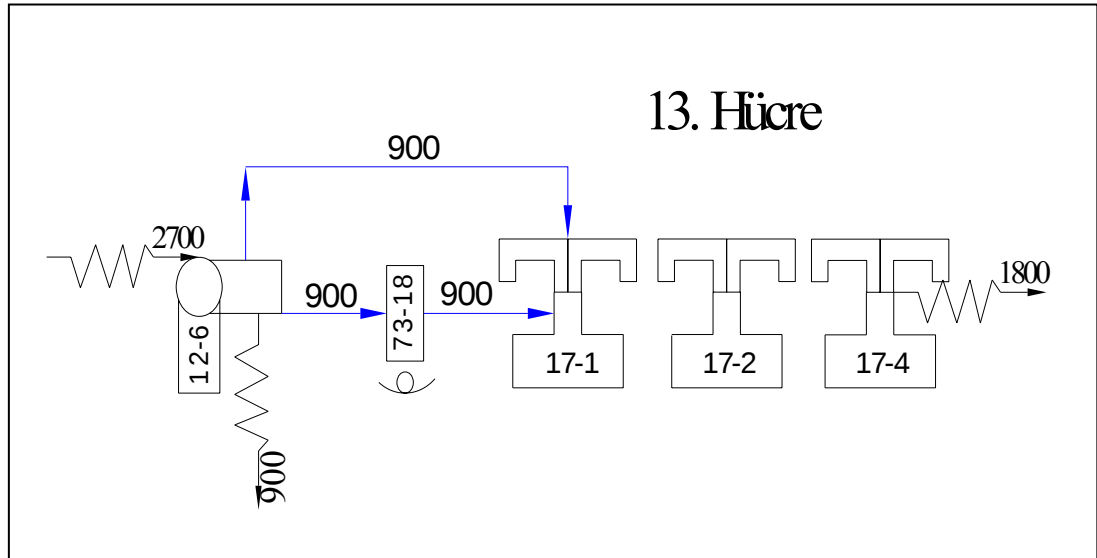
Çizelge EK-5.60. 13.hücreye ait makinelerin uygun sıra ile dizimi

Sıralama	“Den / E” Oranı	Makine Kodları
1	∞	12-6
2	1	X73-18
3	0	17-(1,2,4)

TOPLAM TRANSFER 2700

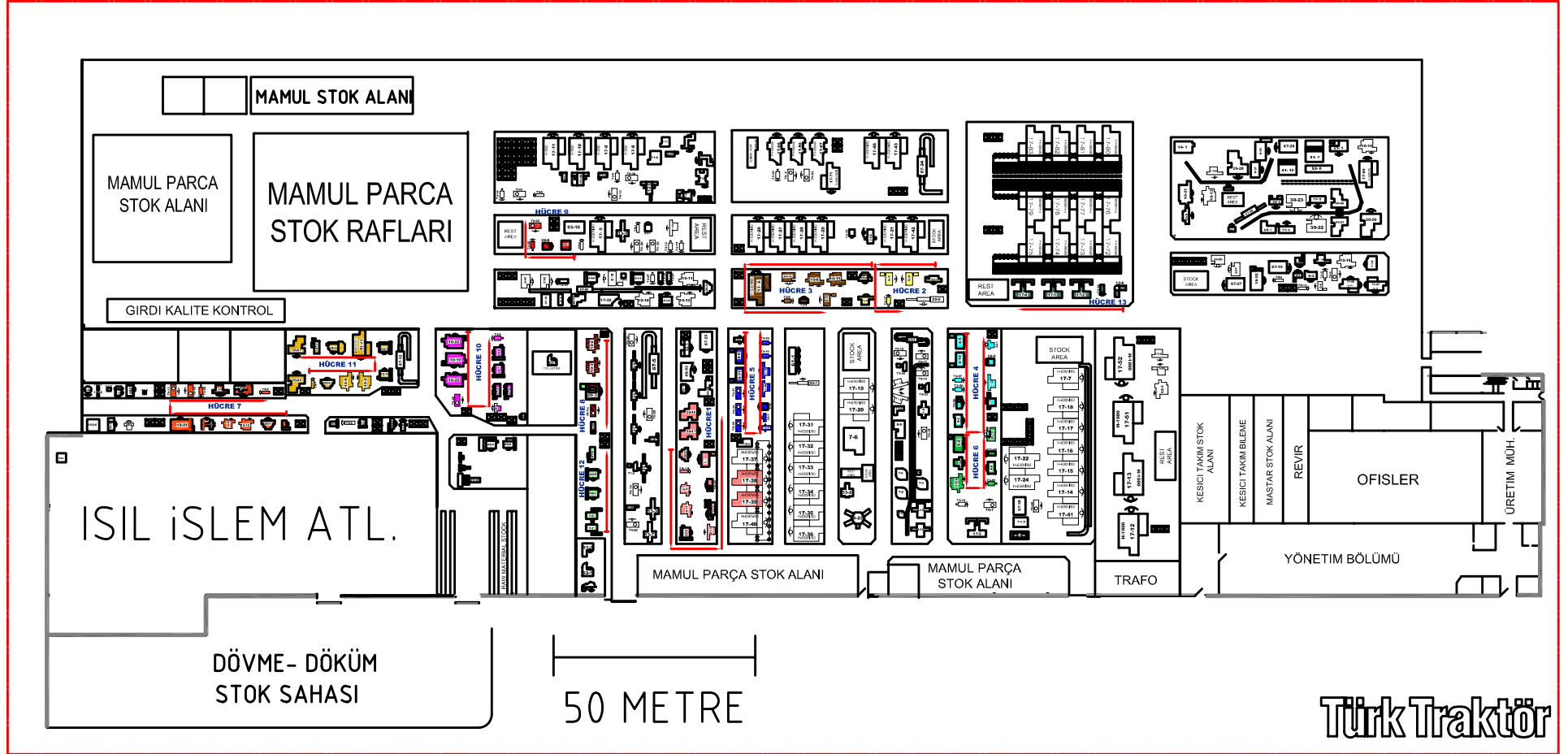
GERİ DÖNÜŞ MİKTARI 0

GERİ DÖNÜŞ ORANI 0,0%



Şekil EK-5.12. 13.hücre iş akış şeması

EK-6 Tasarım Yerleşim Planı



EK-7 Mevcut Yerleşimde Makineler Arası Mesafeler

[illegible]

[illegible]

EK-12 Elde edilen hücelere ait parçaların kanban sayıları

Çizelge EK-12.1. Hücre 1`in parçaları için kanban sayısı

Parça No	Resim No	Parti Büyüklüğü	İmalat Ön Süresi (gün)	Montaj Süresi (gün)	Kutu Kapasitesi	Hesaplanan Kanban Sayısı
1.82.533A	5190221	41	1,89	0,13	14	6,20
1.89.650	5146784	41	1,89	0,13	14	6,20
1.29.004	598293	41	1,89	0,13	14	6,20
1.82.550A	5088959	16	1,89	0,04	5	6,49
1.82.506A	5089121	16	1,89	0,04	5	6,49
1.82.550B	5089122	16	1,89	0,04	5	6,49
1.82.550	5190215	96	1,89	0,29	32	6,88
1.80.107	4959916	41	1,89	0,13	14	6,20
54-1004	98414013	65	1,89	0,20	22	6,48
1.28.104	598174	41	1,89	0,13	14	6,20
1.33.133	5124329	6	1,89	0,02	2	6,01
1.82.530	5146616	41	1,89	0,13	14	6,20
1.26.530	5087033	41	1,89	0,13	14	6,20
1.26.530	5087034	47	1,89	0,14	16	6,27
1.26.530	5089370	10	1,89	0,03	4	6,72
1.82.812	5125647	41	1,89	0,13	14	6,20
1.82.812	5121221	57	1,89	0,17	19	6,50
1.82.550	5089245	98	1,89	0,30	33	6,83

Çizelge EK-12.2. Hücre 2`nin parçaları için kanban sayısı

Parça No	Resim No	Parti Büyüklüğü	İmalat Ön Süresi (gün)	Montaj Süresi (gün)	Kutu Kapasitesi	Hesaplanan Kanban Sayısı
1.32.211	593767	41	0,65	0,13	14	2,39
1.58.048	5085385	64	0,65	0,19	22	2,58
1.58.048	5085388	25	0,65	0,08	9	2,12
1.58.048	5087260	12	0,65	0,03	4	2,15
1.58.048	5085258	99	0,65	0,30	33	3,00

EK-12 (Devam) Elde edilen hücrelere ait parçaların kanban sayıları

Çizelge EK-12.3. Hücre 3`ün parçaları için kanban sayısı

Parça No	Resim No	Parti Büyüklüğü	İmalat Ön Süresi (gün)	Montaj Süresi (gün)	Kutu Kapasitesi	Hesaplanan Kanban Sayısı
1.82.506	5122530	96	1,15	0,29	32	4,55
1.82.506	5088957	14	1,15	0,04	5	4,38
1.58.202	5090312	11	1,15	0,03	4	4,55
1.58.203	5090137	44	1,15	0,14	15	4,24
1.58.202	5090136	44	1,15	0,14	15	4,24
1.89.955	5103860	133	1,15	0,41	45	4,84
1.58.302	5090500	88	1,15	0,27	30	4,37

Çizelge EK-12.4. Hücre 4`ün parçaları için kanban sayısı

Parça No	Resim No	Parti Büyüklüğü	İmalat Ön Süresi (gün)	Montaj Süresi (gün)	Kutu Kapasitesi	Hesaplanan Kanban Sayısı
1.26.214	5089355	10	1,05	0,03	4	3,78
1.26.214	5147787	86	1,05	0,27	29	3,97
1.26.514	4993816	96	1,05	0,30	33	4,00
1.29.028	593675	41	1,05	0,13	14	3,62
1.32.625	562073	41	1,05	0,13	14	3,62
1.32.215	567871	41	1,05	0,13	14	3,62
1.32.209	593668	41	1,05	0,13	14	3,62
1.65.311	5145471	82	1,05	0,25	28	4,00

EK-12 (Devam) Elde edilen hücrelere ait parçaların kanban sayıları

Çizelge EK-12.5. Hücre 5`in parçaları için kanban sayısı

Parça No	Resim No	Parti Büyüklüğü	İmalat Ön Süresi (gün)	Montaj Süresi (gün)	Kutu Kapasitesi	Hesaplanan Kanban Sayısı
1.29.011	593670	82	1,06	0,25	28	3,90
1.29.007	593667	58	1,06	0,18	20	3,76
1.65.324	5145472	82	1,06	0,25	28	3,90
1.26.213	4993814	152	1,06	0,47	51	3,94
1.26.213	5124803	41	1,06	0,13	14	3,64
1.82.535	5144178	41	1,06	0,13	14	3,65
1.82.527	5129397	57	1,06	0,17	19	3,88
1.80.136	4952724	41	1,06	0,13	14	3,65

Çizelge EK-12.6. Hücre 6`nın parçaları için kanban sayısı

Parça No	Resim No	Parti Büyüklüğü	İmalat Ön Süresi (gün)	Montaj Süresi (gün)	Kutu Kapasitesi	Hesaplanan Kanban Sayısı
1.28.121	5147816	41	0,72	0,13	14	2,60
1.26.243B	5089356	10	0,72	0,03	4	2,63
1.26.243B	5128070	47	0,72	0,14	16	2,66
1.28.121	5162671	51	0,72	0,16	17	2,76
1.21.015	5195411	20	0,72	0,06	7	2,34
1.10.052	5085945	14	0,72	0,04	5	2,24

EK-12 (Devam) Elde edilen hücrelere ait parçaların kanban sayıları

Çizelge EK-12.7. Hücre 7'nin parçaları için kanban sayısı

Parça No	Resim No	Parti Büyüklüğü	İmalat Ön Süresi (gün)	Montaj Süresi (gün)	Kutu Kapasitesi	Hesaplanan Kanban Sayısı
1.29.101	5110265	17	2,63	0,05	6	6,84
1.32.202	5117282	17	2,63	0,05	6	6,84
1.32.202	5123868	41	2,63	0,13	14	6,98
1.29.101	5123867	41	2,63	0,13	14	6,98
1.29.101	5088890	33	2,63	0,10	11	6,76
1.58.206	5085268	64	2,63	0,19	22	6,78
1.58.206	5085277	25	2,63	0,08	9	6,46
1.58.206	5088167	7	2,63	0,02	2	6,48
1.58.206A	5095603	13	2,63	0,04	5	6,54
1.58.206	5095589	7	2,63	0,02	2	6,49
1.58.206A	5088251	7	2,63	0,02	2	6,48
1.82.831	5144280	41	2,63	0,13	14	6,98
1.32.416	5094841	1	2,63	0,00	0	0,01
1.32.416	5094840	37	2,63	0,11	13	6,66
1.32.416	5089373	51	2,63	0,15	17	6,78
1.82.813	5122356	10	2,63	0,03	4	6,98
1.82.813	5125648	57	2,63	0,17	19	6,71
1.82.815	5150987	41	2,63	0,13	14	6,59
1.65.315	5143999	1	2,63	0,00	0	0,01
1.82.542	5156606	17	2,63	0,05	6	6,84
1.82.542	5158046	41	2,63	0,13	14	6,98
1.82.533	5086071	41	2,63	0,13	14	6,98
1.29.018	5109831	25	2,63	0,08	9	6,46
1.29.018	5088533	17	2,63	0,05	6	6,83
1.29.018	5088889	41	2,63	0,13	14	6,98
1.89.023	5116252	40	2,63	0,12	14	6,80
1.82.512	5154559	41	2,63	0,13	14	6,98

EK-12 (Devam) Elde edilen hücrelere ait parçaların kanban sayıları

Çizelge EK-12.8. Hücre 8'in parçaları için kanban sayısı

Parça No	Resim No	Parti Büyüklüğü	İmalat Ön Süresi (gün)	Montaj Süresi (gün)	Kutu Kapasitesi	Hesaplanan Kanban Sayısı
1.82.810B	5087649	1	0,84	0,00	0	0,01
1.82.811A	5171471	51	0,84	0,16	17	3,35
1.82.810A	5123957	51	0,84	0,16	17	3,35
1.82.811A	5150988	1	0,84	0,00	0	0,01
1.82.811A	5153066	82	0,84	0,25	28	3,31
1.28.150	5122797	107	0,84	0,33	36	3,21

Çizelge EK-12.9. Hücre 9'un parçaları için kanban sayısı

Parça No	Resim No	Parti Büyüklüğü	İmalat Ön Süresi (gün)	Montaj Süresi (gün)	Kutu Kapasitesi	Hesaplanan Kanban Sayısı
1.80.136A	4952725	28	0,43	0,09	10	1,52
1.80.136A	4962094	14	0,43	0,04	5	1,38
1.82.542A	5158048	40	0,43	0,12	14	1,66
1.82.542A	5089184	14	0,43	0,04	5	1,38
1.82.542A	5156607	17	0,43	0,05	6	1,43
1.82.810A	5150985	1	0,43	0,00	1	0,01

EK-12 (Devam) Elde edilen hücrelere ait parçaların kanban sayıları

Çizelge EK-12.10. Hücre 11'in parçaları için kanban sayısı

Parça No	Resim No	Parti Büyüklüğü	İmalat Ön Süresi (gün)	Montaj Süresi (gün)	Kutu Kapasitesi	Hesaplanan Kanban Sayısı
1.32.103	5089213	33	1,4	0,10	11	4,33
1.32.103	5094864	6	1,4	0,02	2	4,47
1.32.103	5094907	14	1,4	0,04	5	4,24
1.32.103	5088875	6	1,4	0,02	2	4,47
1.48.102	5141650	37	1,4	0,11	13	4,52
1.48.102	5144052	38	1,4	0,12	13	4,66
1.48.102	5144278	3	1,4	0,01	1	4,44
1.48.103	5089366	10	1,4	0,03	4	5,00
1.48.103	5119241	10	1,4	0,03	4	5,00
1.48.103	5141651	37	1,4	0,11	13	4,52
1.48.103	5144053	38	1,4	0,12	13	4,66
1.48.103	5144279	3	1,4	0,01	1	4,44
1.48.102	5089365	10	1,4	0,03	4	5,00
1.48.102	5119240	10	1,4	0,03	4	5,00

Çizelge EK-12.11. Hücre 12'nin parçaları için kanban sayısı

Parça No	Resim No	Parti Büyüklüğü	İmalat Ön Süresi (gün)	Montaj Süresi (gün)	Kutu Kapasitesi	Hesaplanan Kanban Sayısı
1.48.106	563485	76	1,15	0,23	26	3,94
1.48.106	593249	6	1,15	0,02	2	3,68
1.48.106	5089367	20	1,15	0,06	7	3,63
1.48.106	5118431	19	1,15	0,06	7	3,44
1.48.106	5128907	74	1,15	0,23	25	3,96
1.48.106	5140198	20	1,15	0,06	7	3,63

EK-12 (Devam) Elde edilen hücelere ait parçaların kanban sayıları

Çizelge EK-12.12. Hücre 13`ün parçaları için kanban sayısı

Parça No	Resim No	Parti Büyüklüğü	İmalat Ön Süresi (gün)	Montaj Süresi (gün)	Kutu Kapasitesi	Hesaplanan Kanban Sayısı
1.21.008	5089413	41	1,03	0,13	14	3,55
1.21.009	5149253	1	1,03	0,00	1	0,01
1.21.009	599824	41	1,03	0,13	14	3,55
1.21.009	5088887	41	1,03	0,13	14	3,55

ÖZGEÇMİŞ

1981`de Kırşehir`de doğdu. İlk ve orta öğrenimini Ankara`da tamamladı. 1998`de girdiği Selçuk Üniversitesi M.M.F Makine Mühendisliği bölümünden 2002 yılında mezun oldu. 2003 yılında Gazi Üniversitesi Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalında yüksek lisans eğitimini kazandı ve 2006`da mezun oldu. Bu arada Toplam Kalite Yönetimi ve Yalın Üretim konularında çeşitli kuruluşlarda görev aldı. Halen dışli üretimi yapan bir fabrikada İmalat Mühendisliği bölümünde Proses Mühendisi olarak çalışmaktadır.