

SERİ  
SERIES  
SERIE  
SÉRIE

**A**

CİLT  
VOLUME  
BAND  
TOME

**44**

SAYI  
NUMBER  
HEFT  
FASCICULE

**2**

**1994**

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ  
**ORMAN FAKÜLTESİ**  
D E R G İ S İ

REVIEW OF THE FACULTY OF FORESTRY,  
UNIVERSITY OF ISTANBUL

ZEITSCHRIFT DER FORSTLICHEN FAKULTÄT  
DER UNIVERSITÄT ISTANBUL

REVUE DE LA FACULTÉ FORESTIÈRE  
DE L'UNIVERSITÉ D'ISTANBUL



# HÜCRESEL İMALAT SİSTEMİ VE BİR MOBİLYA FABRİKASINDA BİLGİSAYAR DESTEKLİ UYGULAMASI

Y. Doç.Dr. Ercan TANRITANIR<sup>1)</sup>

## Kısa Özet

Günümüzün imalat sistemlerinden biri olan Hücresel İmalat Sistemi'nin amacı; makina gruplarından oluşan hücrelerde parça ailelerini imal ederek iş akışını basitleştirmek, makinalar arası taşıma mesafesinden ve fabrika alanından tasarruf sağlamaktır.

Bu imalat sistemi, büyük ölçekli bir mobilya fabrikasında uygulanarak iş akışı basitleştirilmiş, taşıma mesafesinden % 44.3 oranında, fabrikada alanından ise % 36 oranında tasarruf sağlanmıştır.

## 1. GİRİŞ

Dönüşüm sürecindeki malzeme akış şeklinin sürekli olduğu duruma ideal olarak hammadde ile ürün arasında bir dizi işlemin ve sürekli bir akışın olan gaz veya sıvı haldeki kimyasal ürünlerin imalatı verilebilir. Burada hammadde ile ürün arasında bir dizi işlem ve sürekli bir akış vardır. Üretim hızı yüksek, akış hızı düzgündür (BARUTÇUGİL 1988, TANYAŞ 1992). Kesikli ve sürekli malzeme akışını su gibi bir akışa yaklaştırmak, ancak imalatta dolaşan parti miktarlarının küçültülmesi, hatta ideal olarak bir birime indirilmesi ile mümkündür. Bu uzlaşmayı sağlayacak yaklaşım Hücresel İmalat Sistemi ve Grup Teknolojisi'dir (DURMUŞOĞLU 1986 ve 1988).

Hücresel imalat sistemi (Cellular Manufacturing System), benzer imalat karakteristiklerine sahip belirli bir parçalar grubunun (parça ailesi) tamamen imalatı için işlem, insan ve özellikle makina gruplarının oluşturulduğu sistemlerdir. Hücredeki tesis ve birimler, hücre içine giren tüm parçaları kendine yeter seviyede imal etmek üzere organize edilmiştir. Böyle bir yaklaşım, küçük bir sistemin etkin ve denetlenebilir olma özelliğini büyük bir sisteme yansıtmak amacıyla taşır. Bu amaç, büyük sistemin içinde birbirinden bağımsız hücreler oluşturma şeklinde gerçekleşir. Böylece tüm sistemin karmaşıklığı yerine oluşturulan hücrelerin problemleri ile uğraşılır.

Grup Teknolojisi (GT) ve hücresel imalat, birlikte kullanılan kavramlardır. GT ile belirlenen parça ailesi ve makina hücrelerinin tasarımı olan grup düzenleme, temelde hücresel imalat sis-

1) İ.Ü. Orman Fakültesi, Orman Endüstrisi, Makinaları ve İşletme Anabilim Dalı.

teminin tasarımıdır. Bazı kaynaklar ise hücresel imalatı başlı başına bir sistem olarak tanıtmakta ve bu sistemin tasarımı için GT'yi bir araç olarak görmektedir. GT'nin temel avantajı fonksiyonel düzenlemeye göre iş akışını basitleştirmesi ve makina zaman verimlerinde büyük dengesizlikler olmadan akış tipi imalata izin vermesidir (DEVRIES/HARVEY/TIPNIS 1976).

Hücresel imalatla diğer bir önemli nokta, stok kontrolü yerine akış kontrolü sağlanmasıdır. Akış kontrolü için temelde iki yaklaşım vardır : Birincisi satış tahminlerine dayalı geleceğe yönelik planlamanın üretimde itici rol oynadığı "İtme Sistemi (Push System)" dir. İkincisi ise, bir prosesin işini bitirdiğinde kendisinden önceki prosten malzeme sipariş ettiği ve aldığı "Çekme Sistemi (Pull System)" dir.

GT yardımıyla belirlenen parça ailesinin tümüyle işlendiği makina gruplarına "**Hücre**" adı verilir. Birden fazla hücrede imal edilebilen parçalar "**İstinai Parçalar**" dır ve iş akışını daha karmaşık hale getirirler. Bu nedenle istisnai parçalar;

- satıcılara yaptırarak,
- parçanın hücreler arasında dolaşmasına neden olan makina, hücreler arasında ortak tesis (common facilities) olarak kullanarak,
- ek makina yatırıma gidip, gerekli makina diğer hücre için de temin ederek,
- veya iş etüdü çalışmaları ile yöntem değişimine giderek,

imal edilirler.

U- tipi yerleşimin tercih edildiği hücrelerdeki işçiler, bir makinadan diğerine bir işlemden daha acil olanına gidebilirler. Ardışık işlemler arasındaki mesafeler kısa, makinalar ve donanım esnek, ancak kullanımı mümkün olduğunca kolay olmalıdır. Makina operatörleri donanımın olağan bakım ve onarımını yapabilmeli; makina kapasitelerinin tamamıyla yüklenmesi yerine kritik makina kapasitesi veya işgücüne göre yükleme yapılmalıdır (KONE 1989).

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Materyal

Bu çalışmada uygulama alanı olarak İstanbul'da standart mobilya üretimi yapan bir fabrika alınmıştır. Kapalı üretim alanı 1435 m<sup>2</sup> olan fabrikada 3 imalat şefi, 2 ustabaşı, 9 postabaşı ve 106 işçi çalışmaktadır.

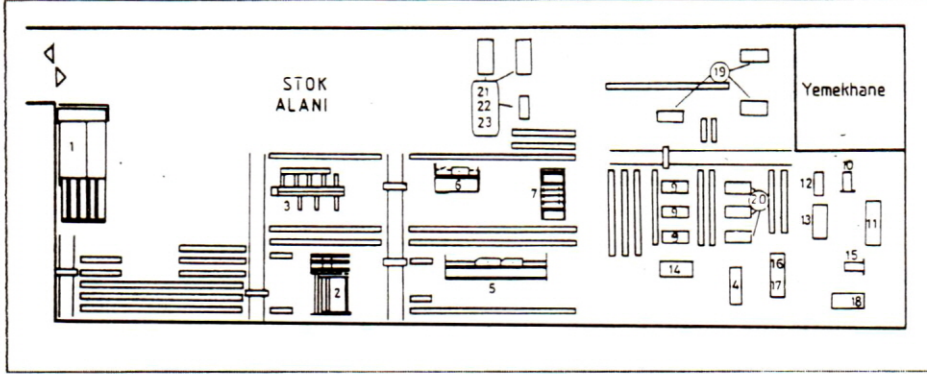
Fabrikanın, orta ve yüksek gelirli tüketici sınıfına hitap eden ürünleri; standart hale gelen konutlarda alan tasarrufu sağlayan standart mobilyalardır. Bu mobilyaların özellikle yatak elemanları, kullanımı sona erdiğinde amortisörleri yardımıyla kolayca kapatılabilmektedir.

Mobilya Fabrikası'nda üretilen mobilyalar, dokuz adet modülden oluşmaktadır. Bunlar Tek Kişilik, Yatak, Gardrop, Tek Kapılı Gardrop, Çalışma Masası, Küçük Vitrin, Çift Kişilik Yatak, Ranza, Köşe Modülü ve Oturma Seti'dir.

#### 2.1.1. Mobilya Fabrikasının Yerleşim Düzeni ve İş Akışı

Fabrikanın şekle göre sol kenarına Levha Kaba Ebatlama Makinası yerleştirilmiştir. Burada hammadde deposundan getirilen lamine kaplı yongalevhalar (suntalam) üst üste konularak üçlü levha grupları halinde kesilmektedir. Bu makinadan çıkan parçalar Çift Taraflı Levha Net Ebatlama Makinası veya NC Levha Ebatlama Makinası'na getirilmektedir.

Bazı dar parçalar ile küçük parçaların net boyuta getirilmesi Arabalı Yatar Daire Testere'de yapılmaktadır. Ancak çekmece biriminin alt katına yerleştirilen makinenin konumu hat düzenlemeye göre işlem sırasını bozmakta ve gereksiz taşımalara sebep olmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1 : Fabrikada makinaların yerleşimi

Figure 1 : The layout of the machines in the factory.

Çift Taraflı Net Ebatlama Makinası'ndan ve NC Levha Ebatlama Makinası'ndan çıkan parçalar, kenarların bantlanması için Kenar İşleme Makinaları'nda işlenmektedir. Bu işlem, parça kenarlarının 180°C'de 18 mm genişliğindeki PVC folyolarla kaplanmasından ibarettir.

Kenar İşleme Makinalarından çıkan parçalar, menteşe ve metal aksamın takılabilmesi amacıyla Çoklu Delik Delme Makinası'nda işlenmektedir. Kulp yuvaları ise El Matkabı ile delinmektedir. Çoklu Delik Delme Makinası'ndan çıkan parçalar göreceleri işleme göre Baza Toplama Tezgahı'na, Yatak Elemanları Toplama Tezgahı'na veya Etajer Montajı'na gönderilmektedir.

Baza toplama tezgahlarında modüllerin alt ve üst tablaları ile bu tablaların bazaları; bağlantı çitası, ağaç malzeme tutkalı ve havalı tabanca yardımı ile birleştirilmektedir. Birleştirme yapılmadan önce alt ve üst tablolarda freze yardımı ile baza yuvaları açılmaktadır.

Etajer montajının yapıldığı tezgahta önce parçalara kavelalar takılmakta daha sonra etajer alt ve üst tablaları, etajer dikmeleri, etajer bazası ile çalışma masa tablası elemanları işkenceli veya pnömomatik pres yardımı ile monte edilmektedir.

Yatak elemanların toplamak için üç adet tezgah bulunmaktadır. Tümü pnömomatik olan bu tezgahların yalnızca birinde çift kişilik yatak montajı yapılmaktadır. Bu tezgahlarda yatak kapağı, seren, yatak başlığı, yatak birleştirme çitası (MDF) ve metal aksam birbirlerine vidalar yardımı ile birleştirilmektedir.

Temizlik Tezgahları fabrika alanının sonunda baza toplama tezgahları ile birlikte bulunmaktadır. Burada tutkal artıkları temizlenerek hafif bir zımparalama işlemi yapılmakta ayrıca dübeller çakılmaktadır.

Çekmece biriminde gardrop çekmecesini, çalışma masası çekmecesini ve etajer çekmecesini imal edilmektedir. Önce, çekmece kutusu 12 mm kalınlığındaki kontrplaktan ve çekmece altı 4 mm kalınlığındaki kontrplaktan Masalı Daire Testere'de net boyutlarda kesilmektedir. Sonra bir defada ortalama 20 çekmece kenarı (5 çekmece) olmak üzere Bantlı Zımpara Makinası'nda zımparalanmakta ve arkasından bu kenarlara çekmece altı yerleştirebilmek için gene Masalı Daire Testere'de kızak kanalları açılmaktadır. Bu işlemler bitince çekmece kenarlarına frezede "pah" açılmak-

tadır. Daha sonra çekmece kutusu oluşturulmakta, altlık çakılmakta ve frezede çekmecenin kızak kanalları açılmaktadır. Son olarak, lamine levhali çekmece önü havalı tabanca yardımı ile çekmece kutusuna monte edilmekte, el matkabı ile kulp yeri delinmekte ve kızakların alıştıırılması yapılmaktadır.

Fabrikada özellikle delik delme işleminden sonra karmaşık bir akış izleyen bu işlemler tamamlandıktan sonra üç tezgahtan oluşan son temizlik, rötuş ve ambalajlama işlemleri yapılmaktadır. Önce tinerle temizlenen parçalarda ciddi kusurlar varsa kalite kontrol elemanlarınca müdahale edilerek tekrar imalata gönderilmekte veya ıskartaya ayrılmaktadır. Diğer parçalara gerekirse küçük rötuşlar atılmakta ve mukavva kutular içinde ambalajlanmaktadır. Üzerine modül, desen, kalite kontrolü ve fabrikayla ilgili kaşeler vurulduktan sonra ürün ambarında stoklanmaktadır.

Parçalar makinalar arasında rulmanlı konveyörler yardımıyla ve partiler halinde taşınmaktadır.

Bu fabrikada hücresel imalat sistemini uygulamanın amacı; iş akışı oldukça karmaşık olan bir üretim sisteminde, alan yetersizliğinden kaynaklandığı zannedilen sorunları çözümlenektir.

Fabrikada yerleşimi ve iş akışını gösteren şekillerde açıkça görüldüğü gibi Levha Kaba Ebatlama Makinası, Çift Taraflı Net Ebatlama Makinası, NC Levha Ebatlama Makinası, Kenar İşleme Makinaları ve Çoklu Delik Delme Makinası arasında Hat Düzenleme uygulanırken; el işçiliğinin ağırlıklı olduğu Baza Toplama, Yatak Elemanlarının Toplanması, Temizlik İşlemi ve Rötuş İşlemi-Aksesuarların Takılması-Ambalajlama tezgahlarının yerleşiminde Fonksiyonel Düzenleme tercih edilmiştir. Bunun sonucu olarak hat düzenlemenin uygulandığı kısımda iş akışı basit, fonksiyonel düzenlemenin tercih edildiği kısımda ise karmaşıktır.

Çoklu Delik Delme Makinası'nda hazırlık süresinin uzun olması, bu makina önünde fazla miktarda yarımamül stoğu tutulmasına neden olmaktadır. Buradaki makinalar U şeklinde yerleştirilmesine rağmen parçalar U-tipi iş akışı göstermemektedir. Çünkü makinalar iş akışına göre ardışık olarak yerleştirilmemiştir.

### 2.1.2. Yöntem

Hücrelerin belirlenmesinde King'in geliştirdiği "Derece Sıralamasıyla Kümelendirme Yöntemi" uygulanmıştır (KING 1980, DURMUŞOĞLU 1989).

Derece Sıralaması İle Kümelendirme Yöntemi, parça-makina gruplarının oluşturulmasını mümkün kılan basit ve etkin bir analitik tekniktir. Bu algoritma, parça-makina matrisinde diyagonal olarak yerleştirilmiş grupların türetilmesi yardımı ile gruplandırma yapmaktadır.

Algoritma aşağıdaki gibi gerçekleşmektedir :

**1. Adım :** Parçalara işlem gördüğü makinalarda "1", işlem görmediği makinalarda "0" değerini vererek parça-makina matrisini düzenle.

**2. Adım :** Parça-makina matrisinin her satırı için, "1" girdilerini ikili sistemde oku. Satırları azalan ikili değer sırasında derecele. Aynı değerli satırlar için derecelenmeyi satırların sırasına uygun bir şekilde yap.

**3. Adım :** Şimdiki matris satır sırası 2. adımda belirlenen derece sırasının aynısı ise, algoritmayı durdur. Aksi taktirde 4. adıma git.

**4. Adım :** Azalan derece sırasına göre satırları düzenleyerek parça-makina matrisini yeniden oluştur. Matrisin her sütunu için, "1" değerlerini ikili sistemde oku. Sütunları azalan ikili değer sırasında derecele. Aynı değerli sütunlar için derecelenmeyi, sütunların sırasına uygun bir şekilde yap.

**5. Adım :** Şimdiki matris sütun sırası 4. adımda belirlenen derece sırasının aynısı ise algoritmayı durdur aksi takdirde 6. Adıma git.

**6. Adım :** Azalan derece sırasında sütunları yeniden düzenleyerek parça-makina matrisini yeniden oluştur. Sonra 2. adıma geri dön.

### 3. UYGULAMA

#### 3.1. Makinaların Kodlanması

Derece sıralamasıyla kümelendirme yöntemini bilgisayar destekli olarak gerçekleştirebilmek için makinaların ve parçaların kodlanması gerekmektedir. Makinaların kodlanması imalatın akışına uygun olarak yapılmıştır. El tezgahları da makina olarak değerlendirilmiştir.

**Tablo 1 :** Makinaların kod numaraları

**Table 1 :** The code number of the machines

MAKİNA KOD NO Code	MAKİNANIN ADI The Name of Machine	MAKİNA SAYISI The Number of Machine
M1	Levha Kaba Ebatlama Makinası .....	1
M2	Çift Taraflı Levha Net Ebatlama Makinası .....	1
M3	NC Levha Ebatlama Makinası .....	1
M4	Arabalı Yatar Daire Testere .....	1
M5	Kenar İşleme Makinası .....	1
M6	Kenar İşleme Makinası .....	1
M7	Çoklu Delik Delme Makinası .....	1
M8	El Matkabı .....	3
M9	Baza Toplama .....	3
M10	Masalı Daire Testere .....	1
M11	Banlı Zımpara Makinası .....	1
M12	Çekmece Kasnağının Toplanması .....	2
M13	Çekmece Altının Çakılması .....	2
M14	Freze (bazalama için) .....	1
M15	Tablalı Freze (çekmece için) .....	1
M16	Çalışma Masası Tabla Tezgahı .....	1
M17	Etajer Montajı .....	1
M18	Havalı Tabanca (argraf tabancası) .....	3
M19	Yatak Elemanlarının Toplanması .....	3
M20	Temizlik İşlemi .....	1
M21	Rötuş İşlemi .....	3
M22	Aksesuarların Takılması .....	3
M23	Ambalajlama .....	3

### 3.2. Parçaların Kodlanması

Parçalar kodlanmadan önce benzer parçalar birbirleri ile alt tablalar, üst tablalar, yan tablalar şeklinde gruplandırılmıştır. Aynı modül içindeki benzer işlemleri gören aynı boyutlu parçalara aynı kod numarası verilmiştir.

Makina ve parça kod numaraları oluşturulduktan sonra derece sıralama ile kümelenendirme yöntemindeki başlangıç matrisine temel oluşturacak iş akış şemaları hazırlanmıştır.

### 3.3. Hücrelerin Belirlenmesi

Hazırlanan iş akış şemaları yardımıyla parçalara işlem gördüğü makinalar için "1", işlem görmediği makinalar için ise "0" değeri verilerek parça-makina matrisi düzenlenmiştir.

Tablo 2'deki parçaların tamamına yakın bir kısmının M20 (temizlik işlemi), M21 (rötuş işlemi), M22 (aksesuarların takılması) ve M23 (ambalajlama) işlemlerinden geçmesi, gruplandırma üzerine herhangi bir yarar sağlamayacağından matristen çıkarılarak sonuncu hücre olarak değerlendirilmiştir.

Yeni parça-makina matrisine "**Derece Sıralamasıyla Kümelenendirme Yöntemi**" bilgisayar desteğinde uygulanmıştır.

6. İterasyon sonucunda elde edilen parça-makina matrisi (Tablo 3) incelendiğinde; diyagonal yönde kümelenmiş üç ayrı grup olduğu görülmektedir. Grupların dışında bulunan ve daire içine alınanlar, birden fazla hücre içinde imal edilebilen "istisnai parçalar" dır.

Hücreler işlem tipine göre ele alındığında 1. ve 2. hücrelerin Ebatlama Hücreleri, 3. hücrenin Çekmece Hücresi, 4. hücrenin Temizlik ve Ambalaj Hücresi olduğu görülecektir. İki adet ebatlama hücresi oluşmasının nedeni M2 (çift taraflı levha net ebatlama makinası)'nin 25 cm'den daha dar parçaları işleyememesi ve bu parçaların işlenmek için M5 (kenar işleme makinası)'e gönderilmesidir. Buna bağlı olarak, geniş parçaların toplama işlemi 1. hücredeki M9 (baza toplama)'da, dar parçaların toplama işlemi 2. hücredeki M16 (çalışma masası tabla montajı), M17 (etajer montajı) ve M19 (yatak elemanlarının toplanması)'da yapılmaktadır.

### 3.4. Hücresel İmalat Sistemine Geçişte Yapılan İyileştirmeler

Tablo 3'deki parça-makina matrisinde bazı parçaların istisnai parçalar olduğu ve hücre oluşumunu olumsuz yönde etkilediği görülmektedir. İstisnai parçaların ortadan kaldırılması, iş akışında ve makinelerin hücrelere dağılımında bazı değişikliklerin yapılmasıyla mümkündür.

Bu bağlamda gerçekleştirilen değişiklikler iki kategoride toplanabilir :

- 1- Parçaların iş akışında yapılan değişimler.
- 2- Makinaların hücrelere dağılımında yapılan değişimler.

#### 3.4.1. Parçaların İş Akışında Yapılan Değişimler

Bu aşamada önce parça-makina matrisinde görülmeyen geri hareketler de dikkate alınarak, her hücre içinde benzer işlem gören parçalar gruplanmıştır. Daha sonra bu parça alt gruplarının aynı hücre içinde imal edilebilmesi için çözümler geliştirilmiştir.

Tablo 2 : Başlangıç parça-makine matrisi  
 Table 2 : The first part-machine matrix

PARTİ NUMERİ		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849	850	851	852	853	854	855	856	857	858	859	860	861	862	863	864	865	866	867	868	869	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	880	881	882	883	884	885	886	887	888	889	890	891	892	893	894	895	896	897	898	899	900	901	902	903	904	905	906	907	908	909	910	911	912	913	914	915	916	917	918	919	920	921	922	923	924	925	926	927	928	929	930	931	932	933	934	935	936	937	938	939	940	941	942	943	944	945	946	947	948	949	950	951	952	953	954	955	956	957	958	959	960	961	962	963	964	965	966	967	968	969	970	971	972	973	974	975	976	977	978	979	980	981	982	983	984	985	986	987	988	989	990	991	992	993	994	995	996	997	998	999	1000
--------------	--	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------



**Tablo 3 :** Sonuncu iterasyonda elde edilen parça-makina matrisi  
**Table 3 :** The last part-machine matrix

The diagram shows a matrix with a grid of dots. Several vertical columns of dots are highlighted with rounded rectangular boxes. A larger rectangular box highlights a section of the grid in the lower-left quadrant. The right side of the grid is partially obscured by a vertical list of small, illegible text or numbers.

### 3.4.2. Makinaların Hücelere Dağılımında Yapılan Değişimler

King algoritması ile yapılan gruplandırmaya göre makinaların hücelere dağılımı aşağıdaki gibidir :

1. Hücre : M1-M2-M5-M9-M14
2. Hücre : M3-M4-M6-M16-M17-M19
3. Hücre : M10-M11-M12-M13-M15-M18
4. Hücre : M20-M21-M22-M23

Bu hücreler arasında düzgün bir parça akışı sağlayabilmek için M3 (NC ebatlama makinası) 2. ve 3. hücreler arasında; M4 (arabalı yatay daire testere), M7 (delik delme makinası) ile M14 (freze) 1. ve 2. hücre arasında ortak olarak kullanılmıştır. Ciddi bir maliyet oluşturmayan M8 (el matkabi), M18 (havalı tabanca) 1., 2. ve 3. hücelere gerektiği kadar temin edilmiştir.

Buna göre makinaların hücelere göre yeni dağılımı;

1. Hücre : M1-M2-M4-M5-M7-M8-M9-M14-M17-M18
2. Hücre : M3-M4-M6-M7-M8-M14-M16-M17-M18-M19
3. Hücre : M3-M10-M11-M12-M13-M15-M18-M20
4. Hücre : M20-M21-M22-M23

şeklinde olmuştur.

### 3.6. Makina Yerleşiminin Hücresel İmalat Sistemine Göre Yeniden Yapılması

Fabrikada halen mevcut olan yerleşim, hücresel imalatı gerçekleştirebilmek amacıyla yeniden düzenlenmiştir. Bu düzenlemede grup teknolojisine göre belirlenen dört hücrenin en uygun konuma getirilmesine çalışılmıştır. Öncelikle büyük parçaları işleyen 1. hücre ile küçük parçalı işleyen 2. hücre arasında M4, M7, M14 ve M17 ortaklaşa kullanılarak, 1. ve 2. hücre ebatlama ve önmontaj işlemlerinin yapıldığı hücreler olarak ele alınmıştır. Böylece tek sayıdaki makinaların hücreler arasında ortak kullanımı mümkün olmuş, parça trafiği daha basit hale gelmiştir (Şekil 2).

Hücre içi makina yerleşiminde U-tipi akış modeli esas alınmıştır. Hücrelerin stok alanları ortalama talep miktarına göre belirlenmiştir.

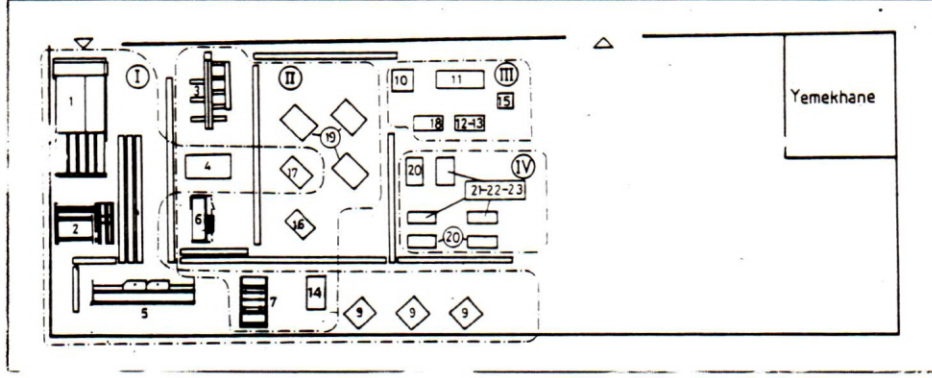
Komşu iki makina arasındaki uzaklık en az 1.82 m olarak alınmıştır. Bu uzunluk, normal bir işçinin kollarının açık durumundaki uzunluğuna eşittir ve işçinin rahat çalışabilmesi için gerekli en küçük mesafedir (ÖZOK 1985).

Çekmece hücresi (3. hücre), Ebatlama ve Önmontaj Hücrelerine yaklaştırılmış; makinaları iş akışına göre yeniden düzenlenmiştir. Böylece M3'ten bu hücreye gelen parçaların taşıma süresi kısalmış, hücre içi parça trafiği basitleşmiş ve gereksiz hareketler en aza inmiştir.

M20, M21, M22 ve M23'ün oluşturduğu 4. hücreye 1., 2. ve 3. hücrelerde işlem gören parçaların tamamına yakın kısmı uğramaktadır. Bu durum, 4. hücrenin diğer hücreler arasında uygun bir konuma sahip olmasını zorunlu kılmaktadır. 4. hücre içindeki tezgahlar da kendisine daha fazla parça gönderen 1. hücre sınırında konumlandırılmıştır.

## 4. SONUÇ

Hücresel imalat sistemine geçiş ile işçilerin makinalar üzerindeki egemenliği artmış ve Tablo 4'de görüldüğü gibi makinalar arasındaki taşıma mesafesi % 44,3 oranında (442 m-246.1 m = 195.9 m) azalmıştır. Özellikle M7'de işlem gördükten sonra M9, M16, M17 ve M19 gibi el



**Şekil 2** : Mobilya fabrikasının hücresel imalat sistemine göre yeniden düzenlenmesi  
**Figure 2** : U-Shaped layout of the cells in the factory

tezgahlarına giden parçaların taşıma uzaklığı, ortak tesis uygulamasıyla çarpıcı şekilde azalmıştır. Buna ek olarak fabrikada % 36 oranında ( $1435,2 \text{ m}^2 - 912 \text{ m}^2 = 523,2 \text{ m}^2$ ) alan tasarrufu sağlanmıştır.

**Tablo 4 :** Makinalar arasındaki mesafeler  
**Table 4 :** The distances between machines

İlk istasyon First Station	Son istasyon Last Station	Uzaklık (m) Distance		İlk istasyon First Station	Son istasyon Last Station	Uzaklık (m) Distance	
		Geleneksel Traditional	Hücresel Cellular			Geleneksel Traditional	Hücresel Cellular
M1	M2	20	1.9	M7	M14	11	2
M1	M21-M22-M23	27	27	M7	M17	23	10
M2	M5	8	2.4	M7	M19	17	13
M3	M4	28	1.9	M7	M20	15	15
M3	M6	7	5.8	M9	M14	4	7
M3	M10	42	13	M10	M11	2	1.9
M3	M21-M22-M23	14	22	M11	M15	1	1.1
M4	M6	23	1.9	M12-M13	M18	4	1.9
M4	M9	3	14	M15	M12-M13	2	1.1
M5	M7	4	2.5	M16-M17	M20	18	9
M5	M9	10	18	M18	M20	16	3
M5	M20	14	19	M18	M20	20	2.4
M6	M7	5	5	M16-M17	M20	18	1.8
M6	M18	31	23	M19	M21-M22-M23	22	8
M7	M9	8	10.5	M20	M21-M22-M23	25	1

# CELLULAR MANUFACTURING SYSTEM AND ITS COMPUTER AIDED APPLICATION IN A FURNITURE FACTORY

Y.Doç.Dr. Ercan TANRITANIR

## Abstract

The aim of Cellular Manufacturing System is to simplify the material flow, to save the space and to shorten the transportation distances by means of the cells.

In order to apply this manufacturing system in a furniture factory, four different cells have been determined by the help of group technology clustering technique. The machines of these cells have been designed in a U-shaped layout.

Finally, the material flow has been simplified, the transportation distances between machines have been shortened about % 44.3, the space has been saved % 36.

## 1. INTRODUCTION

As an ideal example to the situation in which the material flow at transformation process is continuous the manufacturing of chemical products, liquid or gas, where there is series of actions between raw material and product, and a continuous flow can be given.

To resemble to a water flow the material flow which is continuous or discontinuous is possible only by making lot size smaller, even reducing to one unit.

This approach will can be provide by using Cellular Manufacturing System and Group Technology.

## 2. MATERIAL AND METHOD

In this study, a factory that produced standard furniture is chosen as an application place. The products that for middle and high classes are the standard furnitures and occupies small place in houses.

The furnitures manufactured in the factory is consist of nine modules.

As seen clearly in the Figure 1, plant layout where product-oriented layout between M1, M2, M3, M5, M6 and M7 has been applied, process-oriented layout has been chosen between M9, M19, M20, M21, M22 and M23. As a result of these, work flow is simple at the product-oriented layout, is complex at process-oriented layout which is preferred. Because of being set up time of M7 longer, lots of work-in-process have been collected in front of this machine. For this reason the places between these machines (M1, M2, M3, M5, M6 and M7) have been kept longer.

King's Algorithm has been applied to determine the cells.

### 3. APPLICATION

In order to have Rank Order Clustering Algorithm aided by computer, machines and parts must be coded. Coding the machines has been done in accordance with work flow. Work benches have been considered as machines.

Before coding, similar parts have been grouped together. The same code number has been given to the parts that have the same size and have similar operations in the same module.

Part-machine matrix has been designed according to King's Algorithm (Table 2). Because of not having an advantage of being operated of almost all parts on M20, M21, M22 and M23 for grouping, they have been taken out of matrix and evaluated as the last cell.

When part-machine matrix which has been got as a result of 6th iteration has been examined, three groups which grouped diagonally have been obtained. The ones that have been circled out of the groups are the exceptional parts which are manufactured in more than one cells (Table 3).

First and second cells are the dimension cells, third cell is drawer cell and fourth cell is cleaning and packing cell.

In order to have a balanced part flow M3 between second and third cells; M4, M7 and M14 have been put as common facilities between first and second cells.

Rearrangement at machine layout has been made according to Cellular Manufacturing System. U-shaped flow has been basic for the machine layout in cell. Stock places of cells have been determined according to amount of average demand (Figure 2).

### 4. CONCLUSION

By the help of Cellular Manufacturing System, the material flow has been simplified, the transportation distances between machines have been shortened about % 44.3, the space has been saved % 36.

### KAYNAKLAR

BARUTÇUGIL, I., 1988: *Üretim Sistemi ve Yöntem Teknikleri*, Uludağ Üniversitesi, No. 3-054-0163, S. 125, Bursa.

DEVRIES, M.F., HARVEY, S.M. and TIPNIS, V.A. 1976: *Group Technology an Overview and Bibliography*, Publication No. MDC 76-601, Army Materials and Mechanics Research Center, August.

DURMUŞOĞLU, B. 1986: *Grup Teknolojisi İmalat Sistemi ve Bu Sistemin Tasarımına Yönelik Yeni Bir Metod*, Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü (yayınlanmamıştır), İstanbul.

*DURMUŞOĞLU, B. 1989: Grup Teknolojisi İçin Bir Kümelendirme Yöntemi ve Bir Őaft Fabrikasında Uygulaması, Yöneylem AraŐtırması XII. Ulusal Kongresi, Bilkent Üniversitesi, 21-23 Haziran.*

*DURMUŞOĞLU, B. 1988: Hücreyel İmalat Sistemlerinin alıŐma Düzeni ve özellikleri, retim Planlama ve Stok Kontrol Sistemleri Semineri, Türkiye Sanayi Sevk ve İdare Enstitüsü, 8-9 Aralık.*

*KING, J.R. 1980: Machine-Component Grouping in Production Flow Analysis, An Approach Using a Rank Order Clustering Algorithm, Int.J.Prod.Res., Vol. 18, No. 2, pp.213-232.*

*KONE, 1980: JIT Production, 2nd Edition, Finland.*

*ÖZOK, A.F., 1985: Küçük Sanayide Daha Verimli Nasıl alıŐabiliriz? ITO, Yayın No. 13, S. 21, İstanbul.*

*TANYAŞ, M. 1992: Bilgisayar Destekli retim Planlama ve Kontrol Semineri, Milli Produktivite Merkezi Seminer Notları, İstanbul, Kasım.*