

MONTAJ HATLARI

Arş.Gör.Murat Kansu KARACA

Süleyman Demirel Üniversitesi

İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi

1. GİRİŞ

Bu çalışmada, montaj hatlarının üretim sistemleri içerisindeki yeri belirtildikten sonra montaj hattı teknolojisinin gelişimi ve bu hatların dengelenmesine yönelik problemler ele alınmıştır.

Üretim sistemleri, üretilen ürünün çeşitliliği ve üretim miktarlarına göre üçe ayrılır.Montaj hatlarının da yer aldığı kitle üretim sistemlerinde, ürün çeşitliliği az olmasına rağmen her üründen yüksek miktarlarda üretilir.Üretilen tüm ürünlerin satılabilmesi için talebin üretim hızına eşit yada fazla olması gerekmektedir.

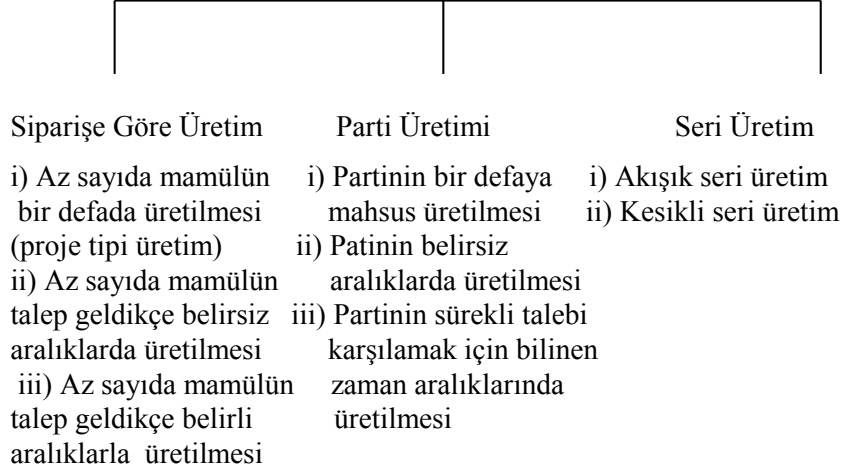
2. ÜRETİM SİSTEMLERİ

İnsan ihtiyaçlarının doğa tarafından tam olarak karşılanamaması sonucu ortaya çıkan, beşeri bir faaliyet olan üretim; ekonomistler tarafından fayda yaratmak şeklinde tanımlansa da; mühendislere göre, bir fiziksel varlık üzerinde onun değerini arttırıcı bir değişiklik yapmak ya da hammadde veya yarı mamülleri kullanılır bir hale dönüştürme işlemidir.

Bir üretim sistemi ise hammadde ve/veya yarı mamüllerin bir dönüşüm birimiyle ürün haline getirildiği sistem olarak

tanımlanabilir. Üretim miktarlarına veya akışlarına göre üretim sistemlerini şekil 1 deki gibi sınıflandırmak mümkündür.¹

ÜRETİM SİSTEMLERİ



Şekil 1. Üretim Sistemleri

3. KİTLE ÜRETİM SİSTEMLERİ :

18. ve 19. yüzyıllarda sanayinin büyük gelişme göstermesi, takım tezgahlarının ve diğer üretim elemanlarının gelişmesiyle ortaya çıkan mekanik üretim yöntemleri kitle üretiminin temelini oluşturmuştur. Kitle üretiminin bir teknoloji olarak gelişmesiyle birlikte, torna, matkap, vargel vb. üretim elemanlarının yaygın olarak kullanılması yüksek hassalık derecelerine sahip ürünlerin büyük miktarlarda üretilmesini sağlamıştır. Bu dönemde karışık ürünler değil, basit tek parçalı ürünler büyük boyutlarda üretilmiştir. Bu nedenle tek parçadan oluşan ürünlerin üretilmesi kitle üretim sürecinin ilk aşamasını oluşturur. Miktar açısından yapılan üretimin büyük boyutlara ulaşması sebe-

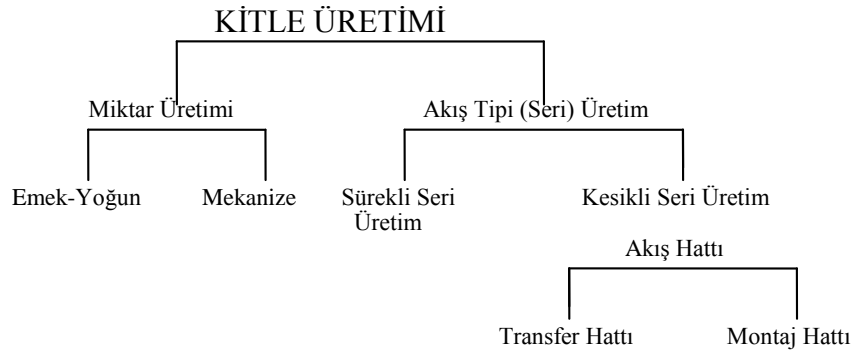
¹ ACAR, Nesime, "Üretim Planlaması Yöntem ve Uygulamaları", MPM Ankara , 1989.

biyle kitle üretimi "miktar üretim (quantity production)" olarak nitelendirilmiştir.

Kitle üretim sürecinin ikinci aşamasında ise karmaşık birimlerin üretilmesine başlanmıştır. Bu dönemde ürünün, akışı olan bir üretim teknolojisiyle üretilmesi nedeniyle kitle üretimi, "akış üretimi (flow production)" olarak nitelendirilmiştir. Karmaşık birimlerin üretilmeleri için en uygun sistem olan akış tipi sistemlerde tezgah ve üretim tesisleri, üretilen ürünün yapısına bağlı olarak değişiklik gösterir. Üretim, ürünün bir seri üretim tesisinden sürekli akışıyla gerçekleştirilir.²

Karmaşık birimlerin üretilmesi için , ürünün akış halinde olması ve ikame edilebilen yani birbirlerinin yerine geçebilen parçaların kullanılması oldukça önemlidir.

Kitle üretimi terimi iki değişik üretim teknolojisini içerir. Kitle üretiminin gelişme süreci iki aşamada gerçekleşmiştir. Göreceli olarak daha basit bir sistem olan miktar üretiminin gelişimi ve bunu izleyen akış tipi üretim sistemlerinin gelişmesi şekil 2 deki gibidir.³

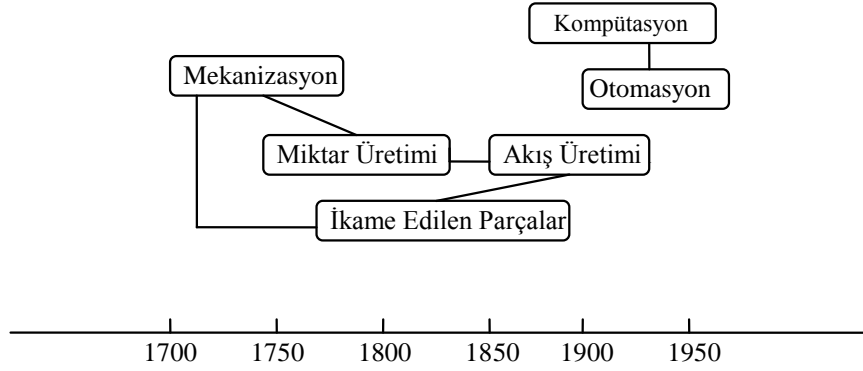


Şekil 2. Kitle Üretim Sistemleri

² ACAR, Nesime, ESTAŞ, Semra, "Kesikli Seri Üretim Sistemlerinde Planlama ve Kontrol Çalışmaları", MPM, Ankara, 1991.

³ WILD, Rey, "Mass Production Management", John Wiley & Sons Ltd., New York, 1972.

Şekil 3 de ise kitle üretim teknolojisinin tarihsel gelişimi özetlenmiştir.⁴



Şekil 3. Kitle Üretim Teknolojisinin Tarihsel Gelişimi

4. AKIŞ HATLARI

Akış hatları, kitle üretim sistemlerinin bir alt kolu olması nedeniyle kitle üretimin en önemli şartı olan kitle talep bunlar için de geçerlidir. Talep düzeyinin yüksek olmasının yanında sürekliliği de önemlidir. Üretilen tüm ürünler her zaman satılabilirse böyle bir sistem kurulabilir. Ayrıca üretilecek ürünün yapısı kitle üretim yöntemlerinin uygulanabilmesine elverişli olmalıdır.

Akış hattı sistemlerinin etkin bir şekilde işleyebilmesi için, hat dengesi, güvenilirlik, sunum ve ürün tasarımının önemi büyüktür. Bir ürünün, akış hattı üzerinde üretilmesi için toplam iş yükünün hattı meydana getiren iş istasyonları arasında mümkün olduğunca eşit bir şekilde dağıtılması gerekir. Ürün akışının düzenli olması için üretim hattının dengelenmesi gereklidir.

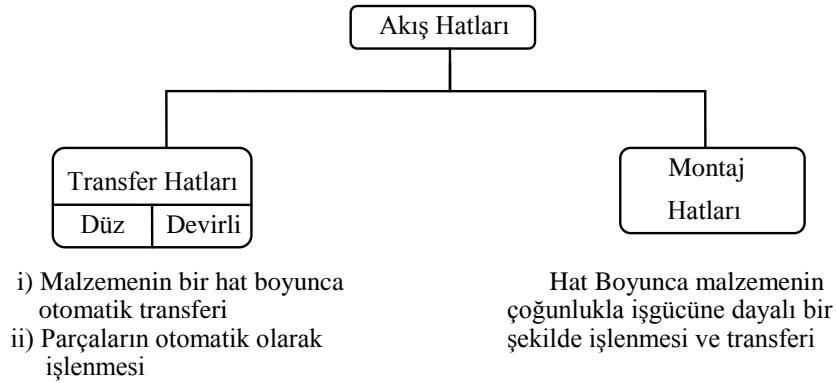
Akış hatlarındaki istasyonların birbirlerine bağımlı olmaları nedeniyle, bunların ve alt sistemlerinin güvenilirliklerini arttırmak için

⁴ WILD, Rey ,a.g.e.

etkin bir bakım planlamasının yapılması gereklidir. Bu sistemlerin düzenli olarak işletilebilmeleri için gerekli girdilerin istenilen zamanda ve istenilen yerde bulunması oldukça önemlidir.

Akış hatları ikiye ayrılır.⁵

1) Transfer Hatları : Transfer aletleri ile birbirine bağlanmış otomatik imalat makina serilerinin oluşturduğu üretim hatları, Transfer Hatları olarak adlandırılırlar. Transfer makinaları olarak da bilinirler. Büyük ve karmaşık makinalardan oluşan üretim sistemleridir. Bu hatlar düz (in-line) yada devirli (rotary) tiplerden olabilir. Bu hatlar, önceleri metal (yada malzeme) kesme ve işleme işlerinde kullanılmışlardır. Eski transfer hatlarında ürün yada malzemenin bir yerden bir yere geçirilmesi işgücü ile sağlanmaktaydı. Bugün ise otomatik hareket ve transfer yöntemleri kullanılmaktadır. Bu otomatik transfer, çeşitli otomatik makinalarla birlikte, transfer hatlarının en belirgin karakteristiğidir.



Şekil 4. Akış Hatlarının Sınıflandırılması ve Özellikleri

2) Montaj Hatları : Bu hatların en belirgin özelliği, malzemelerin bir hat boyunca işgücünden yararlanarak transfer edilmeleri ve

⁵ ACAR, Nesime, ESTAŞ, Semra, “Kesikli Seri Üretim Sistemlerinde Planlama ve Kontrol Çalışmaları”, MPM, Ankara, 1991.

parça üzerindeki işlemlerin bir hat boyunca sıralanmasıdır. Tek, Çok ve Karışık Modelli Hatlar olarak üç kısımda incelenir.

i) Tek Modelli Hatlar :

Bu hatlar tek tip ürün yada modelin üretiminde kullanılırlar.

ii) Çok Modelli Hatlar :

Bu tür montaj hatlarında farklı ürünler yada bir ürünün değişik modelleri partiler halinde ve değişik zamanlarda üretilir. Bir modelin üretimi bittikten sonra diğerinin üretimine geçilir. Montaj hattı birinci model için hazırlandıktan sonra ikinci, üçüncü vb. modellerin üretimi için hatta gerekli düzeltmeler yapılır. Ürünler aynı olmayan fakat benzer üretim özellikleri gösterirler.

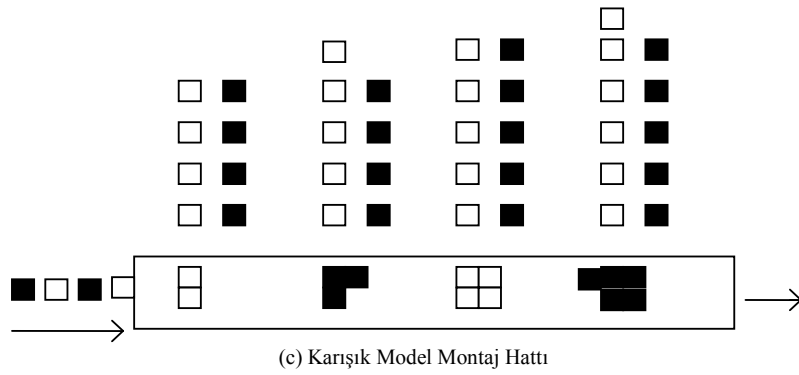
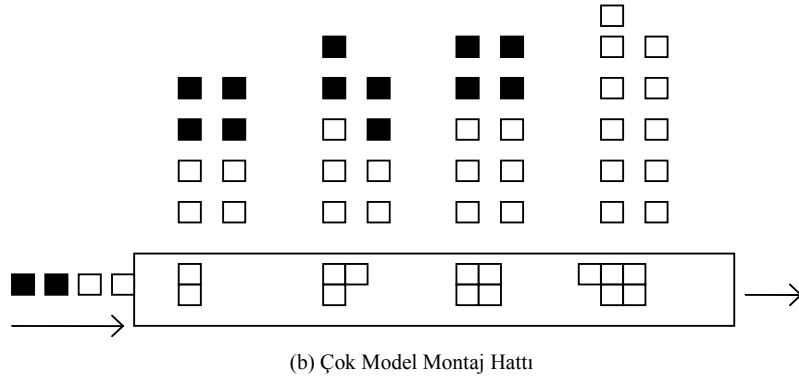
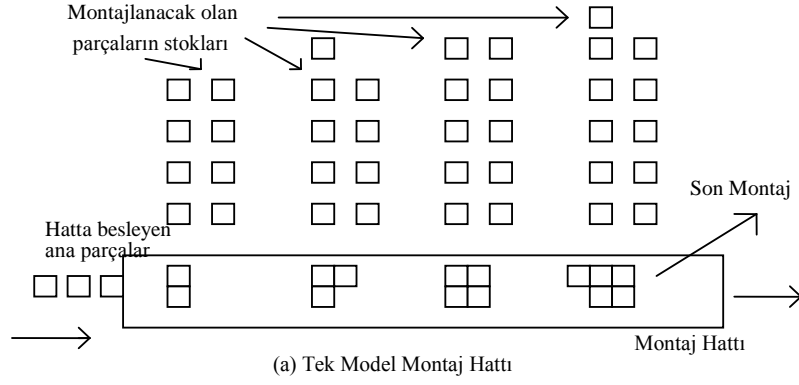
iii) Karışık Modelli Hatlar :

Benzer tipteki modeller montaj hattında aynı anda üretilir. Bitmiş ürün stoklarına ihtiyaç yoktur ve sürekli olarak değişik modellerin üretilmesi sayesinde müşteri isteklerinin karşılanması kolaylaşır. Modellerin değişik işlem zamanlarına sahip olması nedeniyle iş akışında düzensizliklere ve dolayısıyla istasyon boş zamanlarında ve yarı mamül stoklarında artış olmaktadır.

5. MONTAJ HATTI DENGELEME PROBLEMLERİ

Denge, bir hat boyunca birbirini izleyen işlemlerin her birinin çıktısının eşitliğini belirtir. Şayet hepsi eşit ise tam bir dengeye sahip olduğumuzu söyleyebiliriz. Eşit değilse, hattaki bir bütün olarak olası en fazla çıktı, sıradaki en yavaş işlem tarafından belirlenecektir. Bu yavaş işlem çoğu zaman darboğaz işlemi olarak adlandırılır. Darboğaz işlemi dışında diğer tüm işlemlerde boşa harcanmış kapasite ortaya çıkar.⁶

⁶ BUFFA, E.S., TAUBERT, W.H., "Production Inventory Systems : Planning and Control", Richard O. Irwin Homewood III, 1972.



Şekil 5. Montaj Hattı Çeşitleri

Montaj Hattı Dengeleme Problemi (MHDP), montaj işleminin yapılabilmesi için gerekli görevler, bu görevlerin aldıkları süreler ve aralarındaki öncelik ilişkileri verildiğinde, bir performans ölçüsü eniyilenecek şekilde görevlerin sıralı istasyonlara atanmasıdır.⁷

Kullanılan performans ölçüleri, iki ana grupta toplanabilir. Birinci grup, hat boyunca yerleştirilen istasyon sayısı; ikinci grup ise, istasyonlara verilen sürelerdir (çevrim zamanı). Birinci grup insangücü maliyetini enküçüklemekte, ikinci grup ise üretim miktarını en büyüklemektedir. Problemin formüle edilmesinin kolaylığına rağmen, yukarıdaki performans ölçülerini en iyileyen iş gruplarının belirlenip istasyona atanması, diğer bir deyişle problemin çözümü oldukça güçtür.⁸

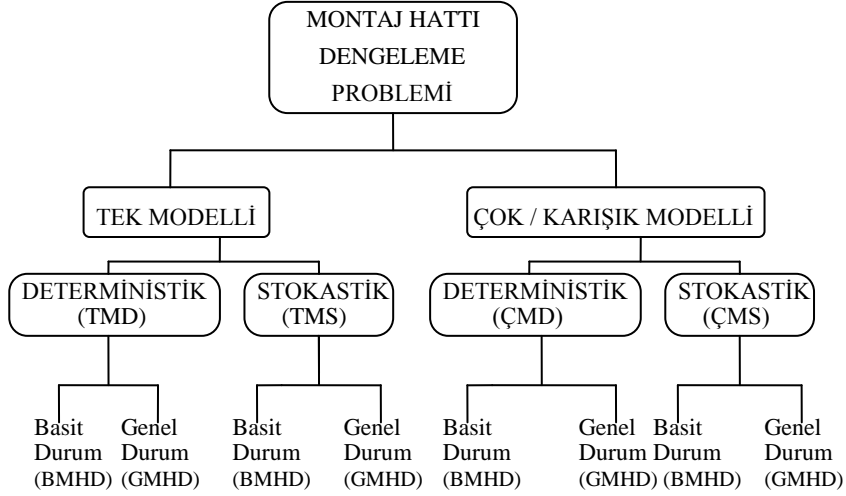
Montaj Hattı Dengeleme Problemleri, dört grupta toplanabilir. Şekil 6 ' de bu sınıflandırma görülmektedir.

Basit Montaj Hattı Dengeleme (BMHD) , montaj hattı dengeleme problemlerinin en basit ve orjinal şeklidir. Eğer modele birtakım kısıtlamalar veya faktörler (paralel istasyonlar, bölgeleme kısıtları vb.) dahil edilirse, problem Genel Montaj Hattı Dengeleme (GMHD) problemine dönüşür.⁹

⁷ GÖKÇEN, Hadi, “Karışık Modelli Deterministik Montaj Hattı Dengeleme Problemleri için Yeni Modeller”, Gazi Üni., Fen Bil. Ens. Doktora Tezi, 1994.

⁸ EREL, Erdal, “Stokastik Montaj Hattı Dengeleme Problemi Üzerine Yapılan Araştırmalar”, Endüstri Mühendisliği Dergisi, Yıl 3, Sayı 13, 1991.

⁹ GHOSH, S, GAGON, J, “A Comprehensive Literature Review and Analysis of The Design, Balancing and Scheduling of Assembly Systems”, IJPR, vol.27, no.4, 1989.



Şekil 6. Montaj Hattı Dengeleme Problemlerinin Sınıflandırılması

Hat dengeleme problemlerinde, problemin yapısına bağlı olarak birçok amacı geliştirmek mümkündür. Yapılan incelemelerde çalışan sistemlerde olabilecek amaçlar aşağıdaki gibi belirlenmiştir:

- 1) İşçi ve istasyon sayısının minimum edilmesi
- 2) Bir istasyondaki görev zamanları toplamının çevrim zamanını yada çevrim zamanının bir yüzdesini geçmemesi
- 3) Aynı istasyon yada işçiye belirlenenden fazla iş yükü verilmesinden kaçınılması
- 4) Son dengelemeden sonra iş istasyonlarına veya işçilere atanan işyükünde artma olmaması
- 5) Fabrikanın yerleşim şartlarına uyulması.
- 6) Daha az sıkıcı (veya daha ilginç) işlerde, işçiye verilen görevlerin kombinasyonunun yapılması

- 7) Sıralamanın teknolojik kısıtlamalarına uyulması
- 8) Ortak aletli işlerin aynı istasyona verilmesi. (Bu ihtiyaç duyulan malzemeyi azaltacaktır)
- 9) Ortak parçalı işlerin aynı istasyona verilmesi.(Bu parça stokları sayısını azaltacaktır)
- 10) Uyumsuz işlerin farklı iş istasyonlarına verilmesinin sağlanması.
- 11) Benzer beceri ve kabiliyetleri gerektiren işlerin aynı istasyona verilmesi
- 12) Hareket eşzamanlılığı gerektiren işlerin beraber yapılması.
- 13) İş istasyonları kurulması için harcanacak paranın belirlenen bütçeyi aşmamasının sağlanması
- 14) Bir işçiye fiziksel gücünün üstünde iş yüklenmemesi

6. MONTAJ HATTI DENGELEME YÖNTEMLERİ

Montaj Hattı Dengeleme Problemleriyle ilgili olarak pek çok yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntemler iki grupta incelenebilir. Birinci grupta "kesin yöntemler" dediğimiz problemin en iyi (optimal) çözümünü bulan yöntemler (bunlar matematiksel programlama yöntemleridir) yer alır. İkinci grup ise (en yaklaşık) çözümler veren "sezgisel (heuristic) yöntemler" den oluşur. Sezgisel yöntemler, optimal çözümü garantilememekle beraber, belirli kısıtlar altında, göreceli (nispi) olarak iyi ve geçerli çözümleri daha az bir hesaplama ile sağlamaktadırlar.¹⁰

Bugün uygulamada karşılaşılan problemlerin büyük ölçekli olması (iş elemanları ve iş istasyonları sayısı açısından), sezgisel yöntemleri kullanım açısından daha geçerli kılmıştır. Örneğin, N=70 iş elemanı ve r=105 öncelik ilişkisi bulunan bir üretim

¹⁰ ACAR, Nesime, ESTAŞ, Semra a.g.e.

hattında $N! / 2^r = 70! / 2^{105} = 10^{85}$ uygun (feasible) sıralama vardır.¹¹

Montaj hatlarının dengelenmesi ile ilgili olarak geliştirilen optimal yöntemler çok uzun bilgi işlem zamanına gerek duyduklarından genellikle akademik araştırmalar olarak kalan ve pratikte fazla uygulama olanağı bulunmayan yöntemlerdir. Sezgisel yöntemler ise problemin bir çözümünü oldukça hızlı elde eden yöntemlerdir; optimal çözüme oldukça yakın çözümleri kısa bilgi işlem zamanlarında elde eden sezgisel yöntemler geliştirilmiştir.¹²

Aşağıda ki tabloda montaj hattı dengelenme yöntemlerinin kullanım sıklıkları görülmektedir.

Tablo 1. MHD Yöntemlerinin Kullanım Sıklıkları

MHD Yöntemleri	<u>Kullanım Sıklıkları</u>				Toplam
	TMD	TMS	KMD	KMS	
<i>Optimal Yöntemler</i>					
Doğrusal Programlama	1	0	0	0	1
Tamsayılı Programlama	7	0	1	0	8
Dinamik Programlama	4	2	0	0	6
Amaç Programlama	3	0	0	0	3
En Kısa Yol	2	0	2	0	4
Maximum Yol	1	0	0	0	1
Dal - Sınır	11	1	0	1	<u>13</u>

36

¹¹ EREL, Erdal, "Stokastik Montaj Hattı Dengeleme Problemi Üzerine Yapılan Araştırmalar", Endüstri Mühendisliği Dergisi, Yıl 3, Sayı 13, 1991.

¹² GHOSH, S, GAGON, J, "A Comprehensive Literature Review and Analysis of The Design, Balancing and Scheduling of Assembly Systems", IJPR, vol.27, no.4, 1989.

Sezgisel Yöntemler

Öncelikleme ve Atama	10	5	7	2	24
Ağaç Arama	8	1	0	0	9
Değişme ve Transfer	1	2	1	0	4
Rassal Örnekleme	3	1	0	0	4
Diğer	5	3	1	2	<u>11</u>
					52

KAYNAKLAR

- 1) ACAR, Nesime, “**Üretim Planlaması Yöntem ve Uygulamaları**”, MPM Ankara, 1989.
- 2) ACAR, Nesime, ESTAŞ, Semra, “**Kesikli Seri Üretim Sistemlerinde Planlama ve Kontrol Çalışmaları**”, MPM, Ankara, 1991.
- 3) BUFFA, E.S., TAUBERT, W.H., “**Production Inventory Systems : Planning and Control**”, Richard O. Irwin Homewood III , 1972.
- 4) EREL, Erdal, “Stokastik Montaj Hattı Dengeleme Problemi Üzerine Yapılan Araştırmalar”, **Endüstri Mühendisliği Dergisi** , Yıl 3, Sayı 13, 1991.
- 5) GHOSH, S, GAGON, J, “A Comprehensive Literature Review and Analysis of The Design, Balancing and Scheduling of Assembly Systems”, **IJPR**, vol.27 no.4, 1989.
- 6) GÖKÇEN, Hadi, “Karışık Modelli Deterministik Montaj Hattı Dengeleme Problemleri için Yeni Modeller”, Gazi Üni., Fen Bil.Ens. **Doktora Tezi**, 1994.
- 7) WILD, Rey, “**Mass Production Management**”, John Wiley & Sos Ltd., New York, 1972.