



# SERVİS SİSTEMLERİNDE HAT DENGELEME

**Hadi GÖKÇEN\*, Kürşad AĞPAK\*\*, Oğuz ERGUN\***

\*Gazi Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Teknikokullar/Ankara

\*\*Gaziantep Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Gaziantep

Geliş Tarihi : 15.08.2001

## ÖZET

Bu makalede; özellikle mal üreten sistemlerde bilinen Montaj Hattı Dengeleme (MHD) metodlarının hizmet üreten sistemlere uygulanabilirliği incelenmiştir. Bu amaç doğrultusunda müşterilere tedavi hizmeti üreten bir Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Kliniğinde uygulama çalışması yapılmıştır. Hastalara sunulan standart hizmetlerin her biri bir ürün çeşidi olarak düşünülmüş ve problem karışık modelli MHD problemi olarak çözülmüştür. Neticede, sadece üretim sistemlerine uygulandığını düşündüğümüz bu metodların servis sistemlerine de uygulanabileceği görülmüştür. Dolayısıyla, benzer çalışmaların, Hastaneler, Vergi Daireleri, Ehliyet-Ruhsat ve Pasaport Büroları, Fast Food Restoranları, vb. sınırsız alanlarda da yapılması mümkündür.

**Anahtar Kelimeler :** Servis sistemleri, Hat dengeleme

## LINE BALANCING IN SERVICES

### ABSTRACT

This paper investigates how the Assembly Line Balancing (ALB) methods known for the production systems can be applied in service systems. For this purpose, an application study is done in a Physical therapy and rehabilitation clinic. Each standart service provided to patients is taken into consideration as a product, and problem is solved as a mixed model ALB problem. In conclusion, it is seen that the ALB methods developed for the production systems are also applicable in service systems. So, it is possible to do similar studies at hospitals, tax offices, driving licence and passport offices, fast food restaurants, etc.

**Key Words :** Service systems, Line balancing

### 1. GİRİŞ

Üretim (manufacturing) kavramı, sadece somut, yani dokunulabilir ya da görülebilir fiziksel çıktılarla ilgilidir. Servis ise genellikle bir faaliyettir ve soyuttur (Stevenson, 1993). Mal ve hizmetleri birbirinden ayırt eden diğer özellikler şöyle ifade edilebilir:

- Mallar daha homojen ve standart sunulabilir, fakat hizmetler daha heterojen yapıdadırlar. Aynı isim altında sunulan hizmet, bir hizmet sağlayıcıdan diğerine, bir müşteriden diğerine,

ya da bir andan başka bir ana değişiklik gösterebilmektedir.

- Müşteriler, hizmetlerin üretim aşamasında rol alırlar. Mallar ise üretildikten sonra müşteriye ulaştırılırlar ve genellikle üretim işlemi bittikten sonra faydalı ve tüketilebilir hale gelirler. Oysa hizmetler genelde üretim aşamasında aynı zamanda tüketilirler. Hizmetler, mallar gibi depolanamazlar ve biryerden bir yere taşınamazlar.
- Müşteri hizmet satın aldığı anda somut bir şeyin sahibi olmaz. Müşteri bir malı satın aldığı anda o malın mülkiyeti müşteriye geçer.

- Hizmetler, faaliyetler ve işlemler bütünüdür. Satın alınmadan veya tüketilmeden önce genellikle test edilemezler (Lewis and Booms, 1983; Garvin, 1984; Fitzsimmons and Mona, 1994; Erkut, 1995).

Toplumsal yaşamın yaygınlaşması, teknolojik gelişmeler ve insanların refah seviyesinin artmasına paralel olarak tüketici bilincinde meydana gelen değişimler doğal olarak hizmet sektörünün önemini her geçen gün daha çok ön plana çıkarmaktadır (Yetiş, 2001).

Bu makalede, özellikle fiziksel ürünlerin üretilmesine yönelik kullanılan Montaj Hattı Dengeleme (MHD) metodlarının, hizmet sistemlerine de uygulanabilirliği gösterilmiştir. Bu amaç doğrultusunda müşterilere tedavi hizmeti sunan bir Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Kliniğinde uygulama çalışması yapılmıştır. Hastalara sunulan standart hizmetlerin her biri bir ürün çeşidi olarak düşünülmüş ve problem karışık modellenmiş MHD problemi olarak çözülmüştür. Böylece, üretim sistemleri için geliştirilen daha pek çok metodun, hizmet sistemlerinde karşılık bulacağı ve pratik uygulamalar açısından önem kazanacağı düşünülmektedir.

Makalenin kalan kısmı şu şekilde organize edilmiştir. İkinci bölümde, montaj hatları ve hat dengeleme kavramları incelenmiştir. Üçüncü bölümde servis sistemlerinde yapılan bir hat dengeleme uygulaması yer almaktadır. Makale, konuyla ilgili değerlendirmenin yapıldığı sonuç bölümüyle sona ermektedir.

## 2. MONTAJ HATLARI VE HAT Dengeleme Kavramı

Endüstrileşme sürecinde, toplam işin öğelerine ayrılarak, bu parçaların ayrı ayrı işçiler tarafından yapılmasıyla, daha hızlı, kitlesel (seri) ve daha ucuz üretim yapılabileceği görüşü ortaya çıkmıştır. Bunun sonucu olarak üretim, üzerinde değişik iş istasyonlarının bulunduğu belirli bir hat üzerinden malzemelerin geçirilmesi yolu ile yapılmaktadır. Malzemelerin, akış hattı boyunca işgücü veya donanımdan yararlanılarak transfer edildiği ve parça üzerindeki işlemlerin; aralarındaki (öncelik ilişkileri ve çevrim süresi gibi) kısıtlar göz önüne alınarak birleştirilmesiyle oluşturulan istasyonların, yine bir hat boyunca sıralandırılmasıyla oluşan sisteme montaj hattı adı verilir. Hat üzerindeki iş istasyonlarında bulunan işçiler, ürün durumuna getirilecek yarı ürün önlerinden geçerken, kendilerine ait iş öğeleriyle ilgili bir veya birkaç

işlemi yaparlar. Bu işlem sonucunda, hatta giren parça ve yarı ürünler, gereken tüm işler yapılmış şekilde, hattın sonundan ürün olarak çıkarlar.

Bir veya birkaç ürün için yapılacak montaj hattı üretimi tasarlandığında, üretim hattındaki iş istasyonlarına ilişkin işlem sürelerinin dengelenmesi sorunu ortaya çıkar. Buradaki amaç, kurulan montaj hattının verimli olarak çalışabilmesi için, üretim süresi içinde her bir montajcıya çok az süre bırakılacak veya hiç boş zaman bırakılmayacak şekilde işlemlerin istasyonlara dağılması, yani varolan kısıtlar altında iş istasyonları arasındaki işlem süresi farklarının en küçüklenmesidir. Sorunun bu noktasında, sürekli üretim yapan sistemlerin yerleşim düzeninin kurulmasında, hat dengeleme problemi ortaya çıkmaktadır (Başkak, 1998).

Montaj Hattı Dengeleme Problemi (MHDP) şu şekilde tanımlanabilir: Montaj işleminin yapılabilmesi için gerekli görevler, bu görevlerin aldıkları süreler ve aralarındaki öncelik ilişkileri verildiğinde, bir performans ölçüsü en iyileenecek şekilde, görevlerin sıralı istasyonlara atanmasıdır (Gökçen, 1994). MHD problemi ile ilgili olarak literatürde pek çok çalışmaya rastlanmaktadır. Detaylı bilgi için literatür araştırması çalışmalarına bakılabilir (Baybars, 1986; Ghosh and Gagnon, 1989; Erel and Sarin, 1998; Amen, 2000).

## 3. SERVİS SİSTEMLERİNDE HAT Dengeleme Uygulaması

Bu çalışmada; özellikle mal üreten sistemlerde bilinen MHD metodlarının hizmet üreten sistemlere uygulanabilirliği incelenmiştir. Bu amaç doğrultusunda; bir Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Kliniğinde uygulama çalışması yapılmıştır. Hastalara sunulan standart hizmetlerin her biri bir ürün çeşidi olarak düşünülmüş ve problem karışık modellenmiş MHD problemi olarak çözülmüştür.

Bu bölüm içerisinde Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon kavramı, problemin çözümünde uygulanacak MHD metodu ve problemin çözümü yer almaktadır.

### 3. 1. Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon

Kas-İskelet Sistemi hastalıklarının tedavisi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon yöntemleri ile yapılmaktadır. Fizik Tedavi kliniklerinde, Fizik Tedavi Hekimleri ve Fizyoterapistler birlikte çalışmaktadırlar.

Kas-İskelet Sistemi hastalıklarının tedavisi için alçak, orta ve yüksek frekanslı tedavi ajanlarının,

klasik ya da vibratör masaj, traksiyon aleti, vb. cihazlar ve değişik tedavi egzersizlerinin birlikte kullanılması ile yapılan tedaviler Fizik Tedavi olarak tanımlanmaktadır.

### 3. 2. Yöntem

Karışık ürünli hatlarda, kuramsal olarak büyük miktarlarda ürün stoklarına ihtiyaç olmayıp, çok modellenmiş hatların tersine, tüketici istekleri, sürekli bir şekilde yapılan üretimle karşılanmaktadır. Değişik ürünlerin üretimi, aynı montaj hattında yapılmaktadır. Karışık modellenmiş hatların dengelenmesi için kullanılan sezgisel metodların büyük çoğunluğunda, görevlerin operatörlere atanmasında, tek ürünli hatlarda olduğu gibi çevrim zamanına göredan ziyade, genellikle günlük ya da bütün bir çalışma devresinin esas alındığı görülmektedir. Bu durum, ürün akışındaki düzensizliğin etkisini ortadan kaldıracak niteliktedir (Wild, 1989). Yine Thomopoulos (1970), 2 ya da daha fazla ürüne ait öncelik diyagramlarını tek bir diyagram halinde birleştirerek, birleştirilmiş öncelik diyagramı kavramını geliştirmiş, bunu bilimsel bir şekilde Macaskill (1972) formüle etmiştir. Öncelik diyagramlarının birleştirilmesi, görev sürelerinin bütünleştirilmesi ve tek bir çevrim zamanıyla (toplam zaman) problemin ifade edilmesi, aynı zamanda tek ürünli MHD metodlarının da kullanılabilceğini göstermektedir. Bu çalışmada, Tek ürünli MHD problemleri için Helgeson and Birnie (1961) tarafından geliştirilmiş RPWT (Sıralı

pozisyon ağırlık metodu) kullanılarak istasyon atamaları gerçekleştirilecektir. Metod, basit ama etkili bir sezgiseldir. Sezgiselin temel fikri, kendisinden sonra gelen görevleri büyük zincir oluşturan, başka bir ifadeyle ilgili görevden sonraki görevlerin büyük işlem zamanı gerektirdiği görevlerin öncelikli olarak atanması prensibine dayanmaktadır.

Metod her bir görev için bir pozisyon ağırlığı hesaplamakta ve büyükten küçüğe sıralanmış bu pozisyon ağırlıklarına göre istasyon atamalarını yapmaktadır. Bir görevin pozisyon ağırlığı: görevin kendi süresiyle kendisinden sonraki görevlerin sürelerinin toplanmasıyla bulunur.

$$PW(i) = t_i + \sum_{j \in S(i)} t(j) \quad (1)$$

Burada,  $t_i$ ,  $i$  görevinin görev süresini,  $S(i)$  ise,  $i$  görevini izleyen görevlerin kümesini ifade etmektedir.

### 3. 3. Problemin Tanımı

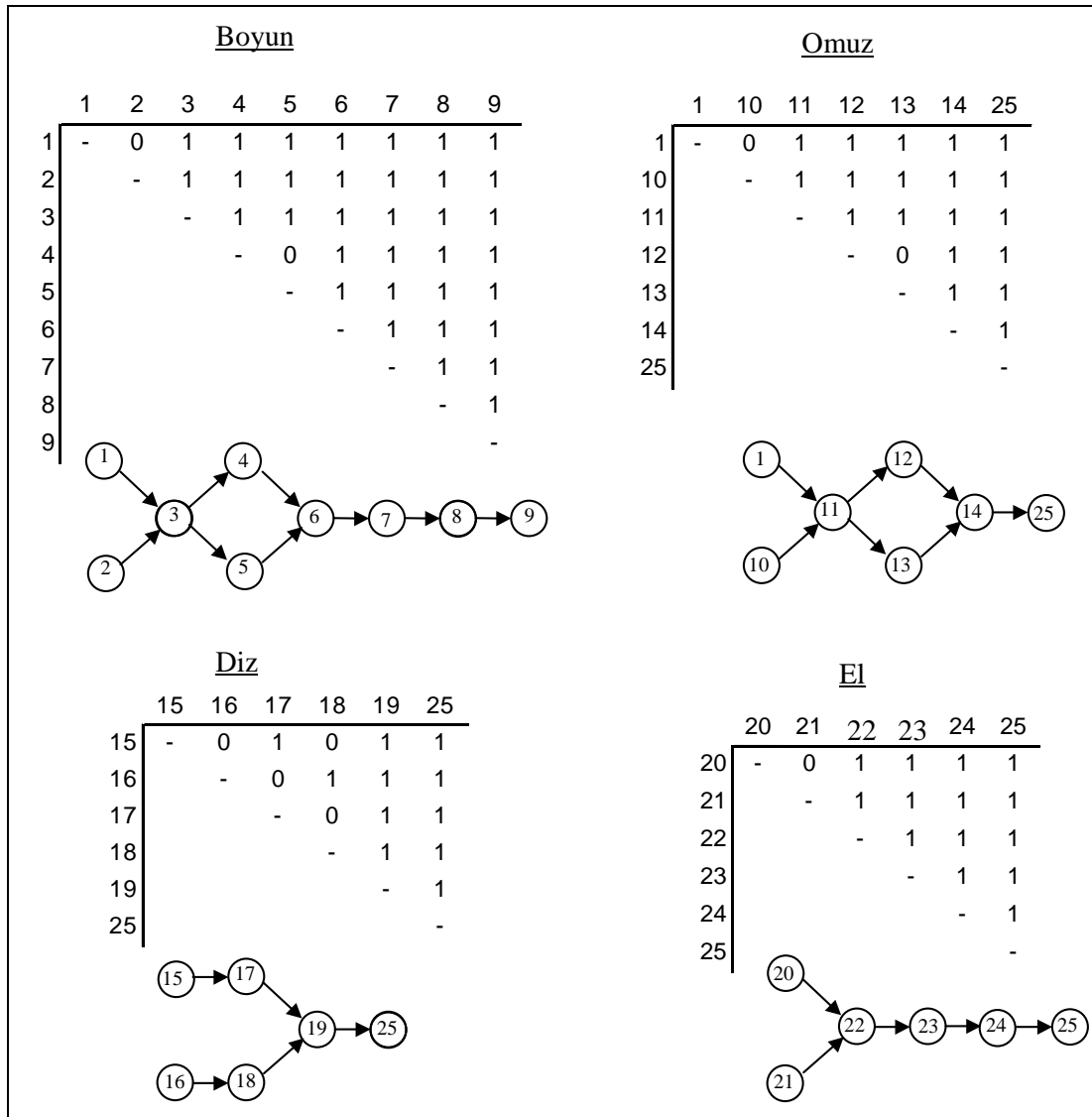
Bu bölümde, servis hattını oluşturan dört standart hizmet (yani üretim mantığıyla dört ürün) kapsadığı operasyonlarla birlikte açıklanmıştır. Buna ilaveten operasyon tanımlarında kullanılan bazı tıbbi terimler, uygulamanın daha rahat anlaşılabilmesi bakımından tanımlanmıştır.

<u>Boyun</u>	<u>Omuz</u>	<u>Diz</u>	<u>El</u>
① - Boyun-Omuz Isıtma	① - Boyun-Omuz Isıtma	⑮ - Diz Isıtma	⑳ - El Isıtma
② - Boyun Tens	⑩ - Omuz Tens	⑯ - Diz Tens	㉑ - El Tens
③ - Boyun Diadinami	⑪ - Omuz Diadinami	⑰ - Diz Vakum	㉒ - El Diadinami
④ - Boyun Vakum	⑫ - Omuz Vakum	⑱ - Diz Enterferans	㉓ - El Enterferans
⑤ - Boyun Enterferans	⑬ - Omuz Enterferans	⑲ - Diz Ultrasound	㉔ - El Ultrasound
⑥ - Boyun Ultrasound	⑭ - Omuz Ultrasound	㉕ - Egzersiz	㉖ - Egzersiz
⑦ - Klasik Masaj	㉗ - Egzersiz		
⑧ - Boyun Egzersiz			
⑨ - Boyun Traksiyon			

- Isıtma : Hot-Pack, infraruj veya baker adı verilen cihazlarla yapılır. Tedavi edilecek bölgenin yüzeysel ısıtılmasını sağlar.
- Tens : Modifiye edilmiş, alçak frekanslı akımın ağrı kesici olarak uygulanmasıdır.
- Diadinami : Alçak frekanslı akımın ağrı kesici ve tedavi amaçlı uygulanmasıdır.
- Vakum : Tedavi edilecek bölgeye vakum uygulanmasıdır.
- Enterferans : İki farklı alçak frekanslı doğru akımın tedavi edilen bölgede karşılaştırılarak uygulanmasıdır.
- Ultrasound : Yüksek frekanslı ses dalgalarının derin dokuda ısınma, mikro masaj ve yapışıklıkları çözme amaçlı uygulanmasıdır.
- Klasik Masaj : Elle yapılan masajdır.
- Vibratör Masaj : Vibratör cihazıyla yapılan masajdır.
- Egzersiz : Tedaviye yönelik ağrı kesici, kuvvetlendirici, koruyucu ve tutuklukları açıcı hareketlerdir.
- Boyun Traksiyonu : Özel dizayn edilmiş traksiyon cihazıyla boyun çekmedir.

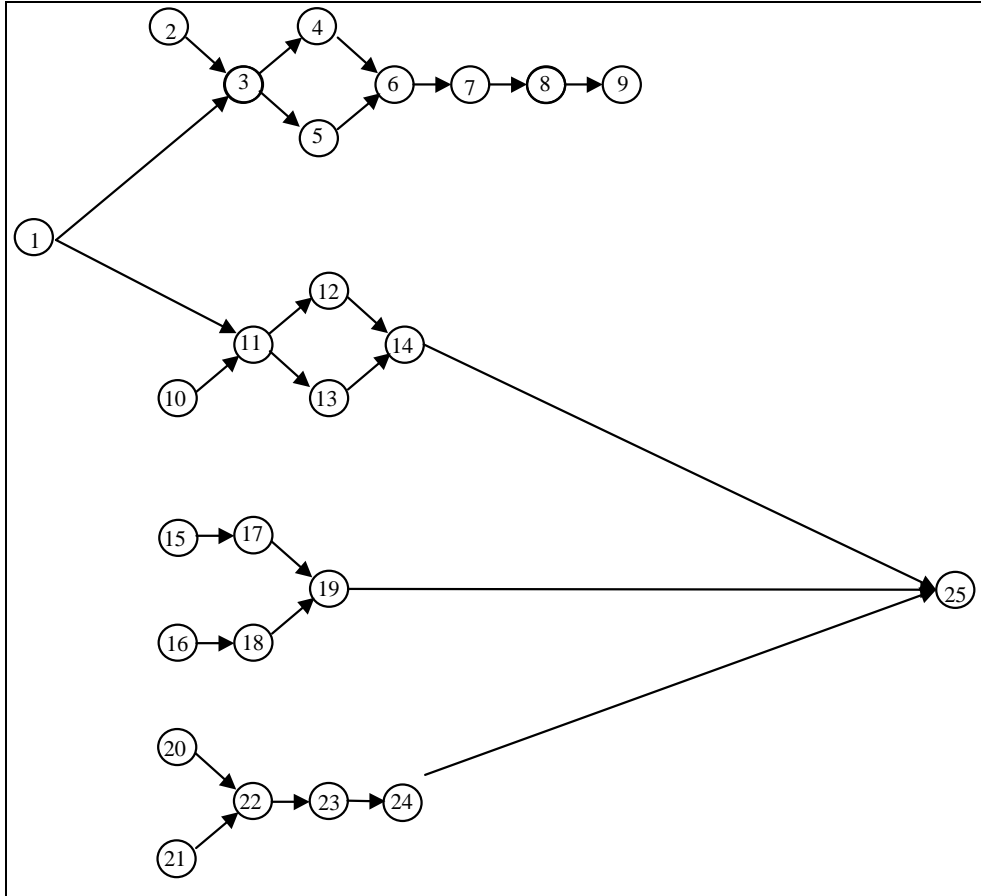
Boyun, omuz, diz ve el olarak gruplanan standart tedavi hizmetlerine ait öncelik matrisleri ve öncelik diyagramları Şekil 1'de verilmiştir. Problem, karışık modelli (ürünlü) MHD problemi olarak ifade edileceği için, her bir standart hizmete karşılık gelen

öncelik diyagramları, tek bir diyagram şeklinde birleştirilmiştir. Birleştirilmiş (combined) öncelik matrisi ve öncelik diyagramı Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Tedavi çeşitlerine göre öncelik matrisleri ve öncelik diyagramları

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
1	-	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2		-	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3			-	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4				-	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5					-	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6						-	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7							-	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8								-	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9									-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10										-	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
11											-	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
12												-	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
13													-	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
14														-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
15															-	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1
16																-	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
17																	-	0	1	0	0	0	0	0	0	1
18																		-	1	0	0	0	0	0	0	1
19																			-	0	0	0	0	0	0	1
20																				-	0	1	1	1	1	1
21																					-	1	1	1	1	1
22																						-	1	1	1	1
23																							-	1	1	1
24																								-	1	1
25																									-	1



Şekil 2. Birleştirilmiş öncelik matrisi ve öncelik diyagramı

Klinik dahilinde günde 23 hasta alınması istenmektedir, bu hastaların tedavi çeşitlerine göre dağılımı aşağıdaki gibidir:

BOYUN - : 12 hasta/gün  
 OMUZ - : 3 hasta/gün  
 DİZ - : 6 hasta/gün  
 EL - : 2 hasta/gün

Toplam süre, yani bu problem için çevrim zamanı olarak düşünülebilecek zaman, 1 gün = 8 saat = 8 x 60 dk = 480 dakika olarak belirlenmiştir. Görevlerin zamanları, bütünleştirilmiş toplam süre ve her bir görevin pozisyon ağırlıkları ve büyüklüklerine göre sıraları Tablo 1'de verilmiştir. Toplam süre, her bir görev için gerekli süre ile toplam sütununun çarpımından oluşmuştur. 1. görev için toplam süre: 15\*20 = 300 dk'dır. Yine 1. görev için PW(1) = 300

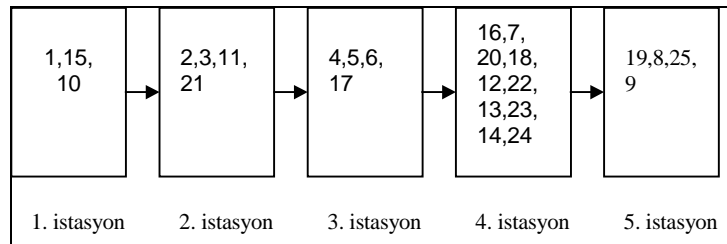
+ 240 + 144 + 180 + 120 + 72 + 120 + 120 + 120 + 60 + 36 + 45 + 30 + 15 ++ 209 = 1811 olarak bulunabilir. Benzer şekilde bütün görevler için PW(i) hesaplanır ve hesaplanan değerler büyükten küçüğe doğru sıralanır. Bu sıraya (pozisyon ağırlık sıralarına) göre sırasıyla görevler istasyonlara atanırlar. Her bir istasyona atanan görevlerin sürelerinin toplamı, problem için belirlenen 480 dakikayı geçmemelidir. Geçme durumu sözkonusu olduğunda, ilgili istasyon kapatılır ve yeni bir istasyon açılır. Yeni açılan istasyona da yine sıradaki kaldığımız görevden başlamak üzere atama yapılır. Bu görev atama işlemleri, tüm görevler istasyonlara atanana kadar devam eder. Görev atamalarında, birleştirilmiş öncelik diyagramındaki görevlerin öncelik sıralarının ihlal edilmemesine özellikle dikkat edilmelidir.

Tablo 1. Pozisyon Ağırlıklarının Belirlenmesi ve Sıralanması

Görev No	t <sub>i</sub> (dk)	Boyun	Omuz	Diz	El	Toplam	Toplam Süre	Pozisyon Ağırlığı(PW <sub>i</sub> )	Sıra
1	20	12	3	-	-	15	300	1811	1
2	20	12	-	-	-	12	240	1116	2
3	12	12	-	-	-	12	144	876	3
4	15	12	-	-	-	12	180	612	4
5	10	12	-	-	-	12	120	552	5
6	6	12	-	-	-	12	72	432	7
7	10	12	-	-	-	12	120	360	10
8	10	12	-	-	-	12	120	229	21
9	10	12	-	-	-	12	120	120	25
10	20	-	3	-	-	3	60	395	9
11	12	-	3	-	-	3	36	335	11
12	15	-	3	-	-	3	45	269	16
13	10	-	3	-	-	3	30	254	18
14	5	-	3	-	-	3	15	224	22
15	20	-	-	6	-	6	120	443	6
16	20	-	-	6	-	6	120	413	8
17	15	-	-	6	-	6	90	323	12
18	10	-	-	6	-	6	60	293	15
19	4	-	-	6	-	6	24	233	20
20	20	-	-	-	2	2	40	299	14
21	20	-	-	-	2	2	40	299	13
22	12	-	-	-	2	2	24	259	17
23	10	-	-	-	2	2	20	235	19
24	3	-	-	-	2	2	6	215	23
25	19	-	3	6	2	11	209	209	24

Pozisyon ağırlık sıralarına göre ve 480 dakika geçilmeyecek şekilde görevlerin sıralı iş

istasyonlarına atanması Tablo 2'de, yine aynı atamaların şematik gösterimi Şekil 3'de verilmiştir.



Şekil 3. İstasyon atamaları

Tablo 2. İstasyonlara Görev Atamaları

İstasyon No	Görev No	İstasyon Süresi	Boş Zaman
1	1	480	0
	15		
	10		
2	2	460	20
	3		
	11		
	21		
3	4	462	18
	5		
	6		
	17		
4	16	480	0
	7		
	20		
	18		
	12		
	22		
	13		
	23		
	14		
	24		
	5		
8			
25			
9			

Tablo 2'den görüleceği üzere, beş adet istasyonla (servis istasyonu) servis hattı dengelenmiştir. Örneğin, 1. servis istasyonunda, Boyun-omuz ısıtma, Omuz tens ve diz ısıtma operasyonları yapılabilmektedir. Dengelenen bu servis hattının denge gecikmesi (d);

$$d = \frac{TBZ}{C.K}, d = \frac{45}{480 * 5}, = 0.0187 \quad (2)$$

şeklinde hesaplanabilir. Burada TBZ, toplam boş zamanı, C, çevrim zamanını ve K ise istasyon sayısını ifade etmektedir. Servis hattının denge gecikmesi, % 1.87 olarak bulunmuştur. Yani uygulaması yapılan servis hattı, yeni dengesiyle  $1 - 0.0187 = \% 98.13$  etkinlikle çalışacaktır. Bu oran, ideal dengeye oldukça da yakındır.

#### 4. SONUÇ

Bu makalede, sadece imalat sistemlerinde uygulama alanı bulduğunu bildiğimiz MHD konusunun, hizmet sistemlerinde de uygulanabilirliği gösterilmiştir. Kesikli-seri üretim yapan imalat sistemlerinde kurulan montaj hatlarında toplam işin rasyonel parçalara ayrılması gibi, bazı hizmet sistemlerinde müşteriye sunulan standart hizmetlerin de benzer mantıkla rasyonel parçalara ayrılması mümkündür. Yine ürünü oluşturmak için gerekli iş sıralarının olması gibi, hizmeti oluşturan iş sıralarının olduğuna da dikkat edilmelidir. Dolayısıyla standart hizmetin üretildiği yer bir servis

hattı gibi düşünüldüğünde, montaj hattı için yapılması gerekenlerin tümü, servis hattı için de geçerli olacaktır.

Bu durumun daha iyi anlaşılması açısından bu makalede, standart tedavi hizmetlerinin sunulduğu bir Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Kliniğinde dengeleme çalışması yapılmıştır. Problem, karışık modellenmiş MHD problemine benzetilerek çözülmüştür.

Neticede, MHD metodlarının hizmet sistemleri için de uygulanabileceği gösterilmiştir. Benzer çalışmaların Hastaneler, Vergi Daireleri, Emniyet Genel Müdürlüğü Ehliyet, Ruhsat ve Pasaport Büroları, Fast Food Restoranları, vb. sınırsız alanda yapılması da mümkündür.

Şu ana kadar literatürde çalışılmamış olan bu konunun, özellikle hızlı bir gelişme trendine sahip hizmet sistemleri için büyük önem taşıdığına dikkat edilmeli ve bu yönde yapılacak olan çalışmalar özendirilmeli ve desteklenmelidir.

#### 5. KAYNAKLAR

- Amen, M. 2000. Heuristic Methods for Cost Oriented Assembly Line Balancing: A Survey, Int. Journal of Prod. Econ. 68 1-14.
- Baybars, İ. 1986. A Survey of Exact Algorithms for the Simple Assembly Line Balancing Problem. Management Science 32, 909-932.

Başkık, M. 1998. Çok Modelli/Ürünli Montaj Hatlarının Dengelemesi İçin Yeni Bir Model ve Çözüm Yöntemi, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Erel, E., Sarin, S. C. 1998. A Survey of the Assembly Line Balancing Procedures, Production Planning Control. 9 (5) 414-434.

Erkut, H. 1995. Hizmet Kalitesi, Toplam Kalite Yönetim Dizisi, Interbank Yayını, No. 2.

Fitzsimmons, J. A., Mona J. 1994. Service Management For Competitive Advantage, McGraw-Hill International Editions, Management and Organization Series, Singapore.

Garvin, D. A. 1984. What Does 'Product Quality' Really Mean?, Sloan Management Review, 24-28.

Ghosh, S., Gagnon, R. J. 1989. A Comprehensive Literature Review and Analysis of the Design, Balancing and Scheduling of Assembly Systems, International Journal of Operations Research (27), 637-670.

Gökçen, H. 1994. Karışık Modelli Deterministik Montaj Hattı Dengeleme Problemleri İçin Yeni

Modeller, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Helgeson, W. B., Birnie, D. P. 1961. Assembly Line Balancing using the Ranked Positional Weight Technique. Journal of Industrial Engineering. 12 (6).

Lewis, R. C., Booms, B. H. 1983. The Marketing Aspects of Quality in Emerging Perspectives on Service Marketing, American Marketing Association, Chicago.

Macaskill, J. L. C. 1972. Production Line Balances for Mixed Model Lines. Management Science. 19 (4).

Stevenson, W. J. 1993. Production and Operations Management, Irwin, Fourth Edition.13-15.

Thomopoulos, N. T. 1970. Mixed Model Line Balancing with Smoothed Station Assignments. Management Science, 16 (9).

Wild, R. 1989. Production and Operations Management, Cassell Educational Limited. Fourth Edition. 482-483.

Yetiş, H. 2001. Hizmet Kalitesinin Servqual Modeli ile Ölçülmesi, Master Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.