

ÇOK YERDE ÇALIŞMA

Doç. Dr. Melikşah YILDIRIM¹⁾

Kısa Özet

Genel olarak endüstride gerek insandan gerekse üretim araçlarından tam kapasite ile yararlanmak esastır. Ancak bu her zaman mümkün olmamaktadır. Bu konuda çalışma yerlerinin insan-makina uyumuna göre düzenlenmesi çok önemlidir. Bu makalede bir kişinin birden daha çok yerde veya makinada çalışma imkânları, ağaç endüstrisi örnek alınarak işlenmiştir.

1. GİRİŞ

Çok yerde çalışma, bir kişinin veya grubun, birden fazla üretim aracında veya çalışma yerinde verilen görevi yerine getirmesidir. Otomatik freze veya otomatik tornalarla çalışma, çok yerde çalışmaya örnek olarak verilebilir. Bu makinelerde aynı veya değişik imalat programı uygulanabilir. Diğer taraftan tek kişi veya grup çalışması da mümkündür.

Çok yerde çalışmada çalışan insanın görevleri genel olarak aşağıda verilmiştir

- Makinaların yüklenmesi ve boşaltılması,
- Arızaların giderilmesi,
- Makinaların veya sistemin gözlenmesi.

1.1 Çok Yerde Çalışmanın Önkoşulları

İş sistemlerinin çok yerde çalışmaya uygun olması için bazı koşulların yerine getirilmesi gerekir. Bunlar aşağıda verilmiştir.

- İş sisteminde, birbirinden bağımsız çok sayıda üretim aracı bulunmalıdır.
- Üretim aracının etkilenemeyen (otomatik) ana kullanım zamanının, toplam süre için-deki oranı büyük olmalıdır.

1) İ. Ü. Orman Fakültesi, Orman Endüstri Makinaları ve İşletme Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

- Birim miktar başına imalat giderleri içindeki işçilik giderlerinin miktarı büyük olmalıdır.
- Üretim aracı birim zamanı (t_{cB}), parça zamanından (t_c) en az % 50 daha fazla olmalıdır.
- İş akışı, bir yerde ana kullanım zamanı, diğer yerde ise yan kullanım zamanı karşı karşıya gelecek şekilde düzenlenebilmelidir.
- Üretim araçlarının işletme açısından mekân düzeni çok yerde çalışmaya uygun biçimde düzenlenebilmelidir.

1.2 Optimum Çalışma Yeri Sayısı

Çok yerde çalışmada önemli olan, optimum iş sistemi büyüklüğünün belirlenmesi sorunudur. Bu optimum iş sistemi, bir kişinin çalıştığı ve belirli sayıda çalışma yerlerini içermektedir. Yer sayısının optimumu iki açıdan incelenmektedir.

- Faydalanma bakımından elverişlilik.
- Maliyet bakımından elverişlilik.

Yukarıda verilen iki bakış açısının yanında hatasız üretim bakımından elverişlilik de önemlidir.

Faydalanma bakımından elverişlilikte çalışma yeri büyüklüğü esastır. Böylece çalışanın % 100 performansı aşacağı ve daha fazla kazanç sağlayacağı düşünülür.

Çok yerde çalışma sisteminde yer sayısının artmasıyla birlikte, üretim araçlarının akış gereği bekleme süreleri de teorik olarak artış gösterir. Parça başına imalat giderlerini oluşturan, üretim aracı giderleri ve işçilik giderlerinin oranları çalışma yeri sayısının belirlenmesinde önemli bir yer tutar. Buna göre iş sistemi içinde optimum çalışma yeri sayısı tespit edilirken, pahalı üretim araçları ile çalışılıyorsa, bunlara ait bekleme süreleri minimuma indirilmelidir. Aksine işçilik ücretleri yüksekse, çalışanların bekleme sürelerini azaltma imkânları aranmalıdır. Özetlenirse: çalışma yeri sayısı arttıkça parça başına işçilik giderleri azalır, üretim aracı giderleri ise artar. Çünkü artan çalışma yeri sayısı, insanın akış gereği bekleme sürelerini azaltırken üretim araçlarının akış gereği bekleme sürelerini artırır (Şekil 1).

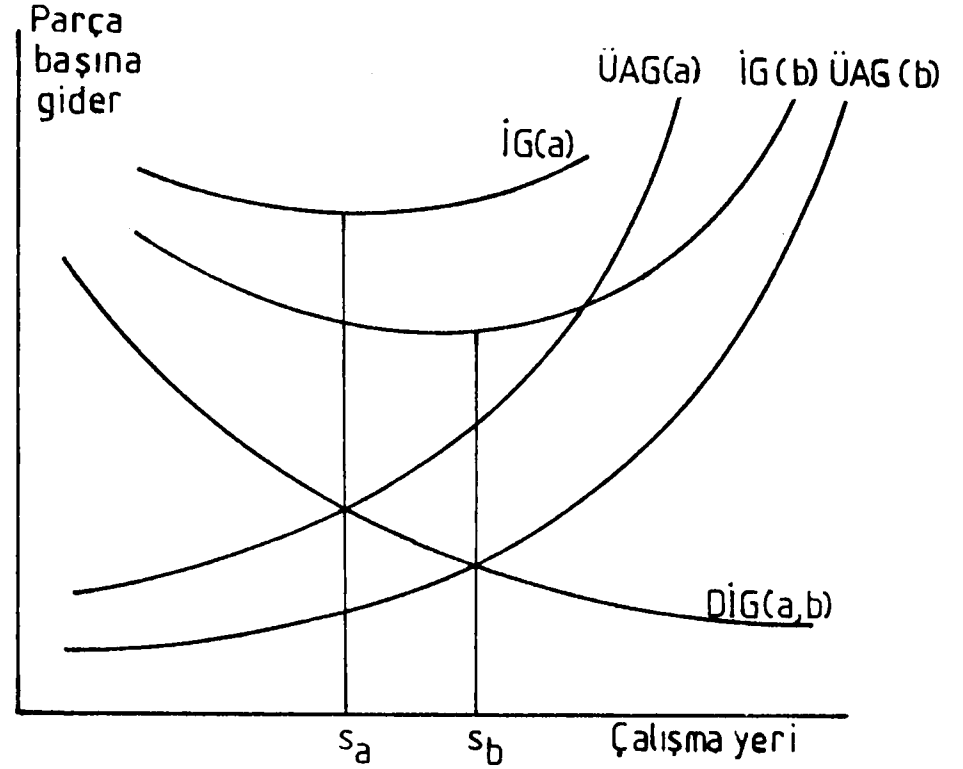
Çalışma yeri sayısının hesaplanması için akış dilimleri bazında zaman etüdü yapılır. Ölçümlerde insana ait faaliyet sürelerinin yanında, bazı faaliyetlerdeki gözlem-kontrol sürelerinin de belirlenmesi gerekir. Ağaç endüstrisinde otomatik tornalar çoğunlukla çok yerde çalışma sisteminde kullanılmaktadır. Çalışanın parçayı istenilen kalitede üretebilmesi için belirli zamana ihtiyacı olduğundan, fazla sayıda (4-5) makineye bakmak zorunda kalması ile kalite düşüklüğü ve iskarta miktarında artıma görülecektir.

2. ÇOK YERDE ÇALIŞMA TÜRLERİ

Çok yerde çalışma, akış türlerine göre 4 değişik şekil gösterir.

- Düzenli, eşit zamanlı çok yerde çalışma.
- Düzenli, farklı zamanlı çok yerde çalışma.
- Düzensiz, eşit zamanlı çok yerde çalışma.
- Düzensiz, farklı zamanlı çok yerde çalışma.

- | | | | |
|-----|--------------------------|-----|-----------------------|
| İG | = İmalat giderleri | (a) | = Ucuz üretim aracı |
| ÜAG | = Üretim aracı giderleri | (b) | = Pahalı üretim aracı |
| DİG | = İşçilik giderleri | s | = Çalışma yeri sayısı |



Şekil 1: En Elverişli Çalışma Yeri Sayısı

Düzenli, eşit zamanlı çok yerde çalışmada; iki veya daha fazla sayıda aynı tip makinadan oluşan iş sisteminde, aynı tür imalat şeklinin yapılması anlaşılır (Örnek: İki veya daha fazla otomatik freze ile çalışma). Düzenli, eşit zamanlı çok yerde çalışmanın uygulamada üç değişik şekline rastlanmaktadır.

- İnsan ve üretim aracı aralıksız çalışır,
- İnsan aralıksız olarak çalışır, üretim aracı ise düzenli aralıklarla akış gereği ara verir. Çünkü insan çalışma yerlerine yetişememektedir.
- İnsan düzenli aralıklarla akış gereği ara verir. Üretim aracı ise aralıksız çalışır.

Düzenli, farklı zamanlı çok yerde çalışma için iki değişik şekil sözkonusu olabilir.

- Benzer üretim araçlarında farklı parçalar üretilir. Üretim tekrarlanan bir akış sırasına sahiptir (Örnek: Aynı tip tornalarda farklı parçaların imal edilmesi).
- Farklı üretim araçlarında aynı parçalar, tekrarlanan akış sırası içinde imal edilir (Örnek: Farklı sistemlerde tutkallama işi).

Düzensiz, eşit zamanlı çok yerde çalışmada akış dilimlerinin sıra ve sayısı önceden belirli değildir. Akış dilimleri düzenli bir şekilde tekrarlanmamakla beraber benzer akış dilimlerinin süreleri aynıdır (Örnek: Batırma yönteminde kazanların cila ve boya maddesi ile doldurulması).

Düzensiz farklı zamanlı çok yerde çalışmada gerek akış dilimlerinin sırası, gerekse süreleri farklıdır. Bu şekilde aşağıdaki özelliklerle karakterize edilir (Örnek: Otomatik tornalarda çalışma).

- Çalışma yerlerinde benzer üretim araçlarına gerek yoktur.
- Çalışma yerlerinde aynı tür sipariş ile çalışma zorunluluğu yoktur.
- Akış dilimlerinin sırası periyodik olarak tekrarlamaz.

3. ÇOK YERDE ÇALIŞMADA ZAMAN ETÜDÜ

Çok yerde çalışmada zaman etüdü yapılarak zaman değerlerinin belirlenmesi çalışmaları bazı zorluklar gösterir. Çalışma yerlerinde iş akışları birbirleri ile çakıştığı için bunlara ait sürelerin ölçülmesi güçleşir. Zaman etüdü yapılırken iki uygulama şekline dayanılır.

Her bir çalışma yeri ayrı ayrı gözlenir.

Genel iş akışı, üretim araçları ile birlikte bir bütün olarak gözlenir.

Herbir çalışma yerinin ayrı ayrı etüt edilmesi ile insana ait faaliyet zamanları yanında, üretim aracına ait faydalanma zamanları ve bekleme süreleri de belirlenir. Buna karşılık, aynı andaki faydalanma zamanlarına rastlayan arızalanma zamanları kaybolur. Bu durumda tek tek ölçümlerden yararlanarak genel iş akışının tespitinde hata yapılabilir.

Genel iş akışının bir bütün olarak gözlenmesi ve ölçülmesi etüt yapan kişinin oldukça tecrübeli olmasını gerektirir. Bu uygulama şeklinde akış dilimlerinin birbirleriyle ilişkileri zamansal olarak belirlenir. Şekil 2'de birim zamanın alt bölümleri insan ve üretim aracı için verilmiştir.

3.1 Örnek 1: Düzenli, Eşit Zamanlı Çok Yerde Çalışma

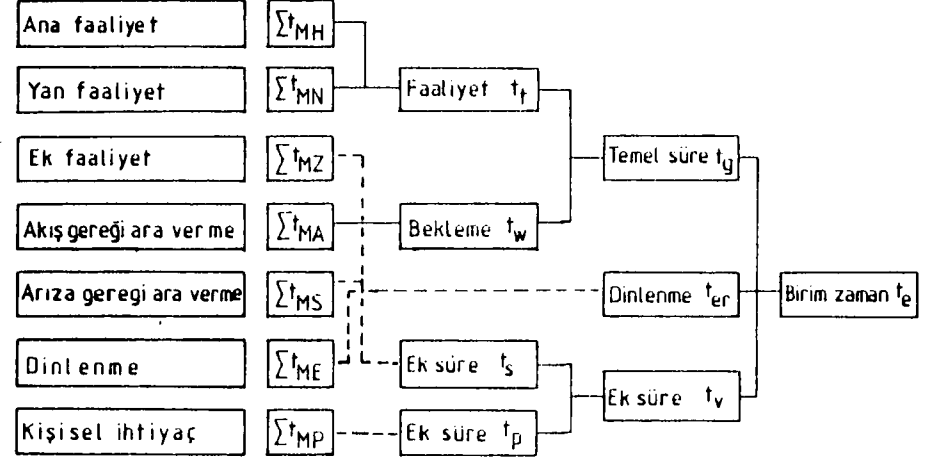
Görev: Dikiş makinası masasının üst tablasının formata göre frezelenmesi ve profil açılması.

Bu iş sisteminde çalışan insan iki adet otomatik masalı frezede çalışmaktadır. İşlenecek parçalar otomatik bir itme sistemi ve şablon yardımıyla freze boyunca sevk edilir. Frezeler, insan hareketlerini minimuma indirecek şekilde düzenlenmiştir (Şekil 3).

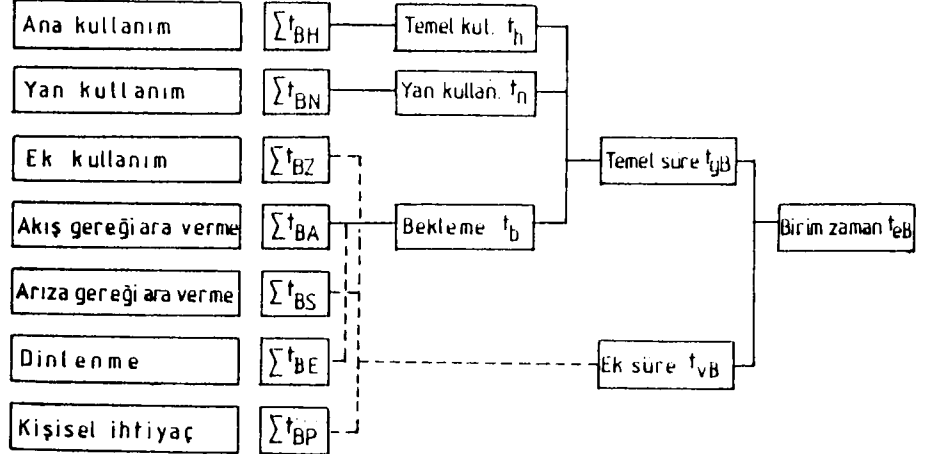
İş sistemi ile ilgili olarak Şekil 3'te görüldüğü gibi, iki adet freze, arasında insanın rahat çalışabileceği kadar yakın bir şekilde yanyana yerleştirilmiştir. Frezelerin yanında bir sevk bantı üzerinde, birinde işlenmemiş diğ erinde işlenmiş malzemenin bulunduğu iki adet araba bulunmaktadır. Bu şekilde çalışan insan, çok az bir hareketle görevini yerine getirir. İş sisteminin normal zaman değerleri ve birim zamanın hesaplanması Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Gerek insan, gerekse üretim aracı için öngörülen parça zamanlarının belirlenmesiyle insanın çalışabileceği yer sayısı (s) hesaplanabilir. Bunun için önce tek çalışma yerinde süresel yararlanma oranı (a) bulunur.

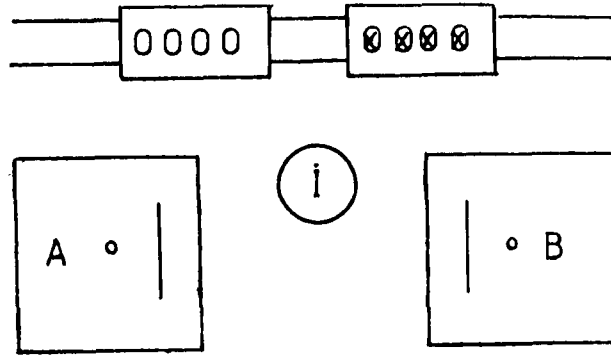
İnsan ile ilgili zaman türleri



Üretim aracı ile ilgili zaman türleri



Şekil 2: Çok Yerde Çalışmada Birim Zamanın Oluşumu



Şekil 3: İş Sisteminin Düzeni

$$a(\%) = \frac{t_e}{t_{eB}} \cdot 100 \quad a = \frac{0,300}{0,614} \cdot 100 \quad a = \% 48,9$$

Buradan toplam yararlanma süresi (a_{top}) iki veya daha fazla yer sayısı için aşağıdaki formül ile hesaplanabilir.

$$a_{top}(\%) = s \cdot \frac{t_e}{t_{eB}} \cdot 100 \quad a_{top} = 2 \cdot \frac{0,300}{0,614} \cdot 100 \quad a_{top} = \% 97,8$$

Çizelge 1: Birim Zamanın Bulunması

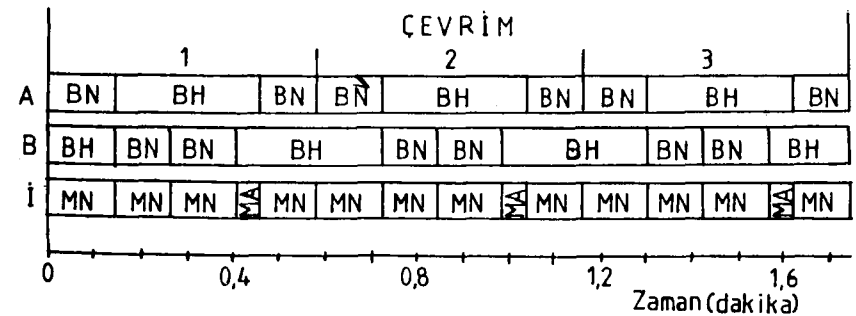
No	Akış Dilimleri	Zaman Türleri		Normal Zamanlar (dak/parça)	
		İ	ÜA	İ	ÜA
1	Yerleştirme	t_{MN}	t_{BN}	0,145	0,145
2	Frezeleme	t_{MA}	t_{BN}	–	0,314
3	Boşaltma	t_{MN}	t_{BN}	0,125	0,120
4	Temel zaman	t_g	t_{gB}	0,265	0,579
5	Dağılım zamanı	t_v ($z_v = \% 10$)	t_{vB}	0,027	0,027
6	Dinlenme zamanı	t_{er} ($z_{er} = \% 3$)	t_{er}	0,008	0,008
7	Çevrim zamanı	t_e	t_{eB}	0,300	0,614
İ = İnsan		ÜA = Üretim Aracı			

Yukarıdaki hesaplamalardan anlaşılacağı gibi, bu sistemde iki yerde çalışan insandan % 98 oranında süresel yararlanma optimum durumu göstermektedir. İnsan ve iki otomatik frezeden oluşan bu sisteme ait çevrim zaman değerleri Çizelge 2'de gösterilmiştir.

Çizelge 2: Çevrime Göre Öngörülen Zamanın Hesaplanması

No	Akış Dilimi	Üretim Araçları					
		İnsan		Freze A		Freze B	
		Zaman türü	dakika	Zaman türü	dak.	Zaman türü	dak.
1	Frezeleme	–	–	t_h	0,314	t_h	0,314
2	Yerleştirme	t_l	0,145	t_h	0,145	–	–
3	Boşaltma	t_l	0,120	–	–	t_h	0,120
4	Yerleştirme	t_l	0,145	–	–	t_h	0,145
5	Bekleme	t_w	0,049	–	–	–	–
6	Boşaltma	t_l	0,120	t_h	0,120	–	–
7	Temel zaman	t_g	0,579	t_{gB}	0,579	t_{gB}	0,579
8	Dağılım zamanı	t_v	0,058	t_{vB}	0,058	t_{vB}	0,058
9	Dinlenme zamanı	t_{er}	0,018	t_{er}	0,018	t_{er}	0,018
10	Çevrim zamanı	t_e	0,655	t_{eB}	0,655	t_{eB}	0,655

Burada açıklanan örnek sistemde; insana ait faaliyet süreleri ile üretim araçlarının insan tarafından etkilenemeyen süreleri karşı karşıya getirildiğinde çalışanın kısa bir süre akış gereği beklemesi söz konusudur. Burada tespit edilen bekleme süresinin, çalışanın performansını artırması ve böylece 3. üretim aracının sisteme sokulması şeklinde yeni bir düzenlemeye gidilmesiyle değerlendirilmesi düşünülebilir. Ancak bu durumda, üretim araçlarının akış gereği beklemesi söz konusudur. Bu şekilde optimal görülen sistem şekil 4'te zaman şeridi şeklinde gösterilmiştir.



Şekil 4: Örnek 1'in Zaman Şeridi Şeklinde Gösterilişi

3.2 Örnek 2: Düzenli, Farklı Zamanlı Çok Yerde Çalışma

Görev: Değişik parçalarda tutkallama işi.

İş sistemi, üç tutkallama düzeniği ve bir çalışandan oluşmaktadır. Tutkallama işi üç düzende farklı akış dilimleri ile yapılmaktadır. Tutkallanan üç değişik malzeme (parça) birbirleri ile birleştirilmektedir. İş sistemi ile ilgili normal zaman değerleri ve birim zamanın hesaplanması Çizelge 3'te gösterilmiştir.

Çizelge 3: Birim Zamanın Bulunması

Üretim Araçları İçin Normal Zamanlar (dak/parça)									
No	Akış Dilimleri	Zaman Türleri		A		B		C	
		İ	ÜA	İ	ÜA	İ	ÜA	İ	ÜA
1	Yerleştirme/ Boşaltma	t _{MN}	t _{BN}	1,00	1,00	1,50	1,50	0,50	0,50
2	Presleme	–	t _{BH}	–	3,00	–	2,00	–	1,50
3	Temel zaman	t _g	t _{gB}	1,00	4,00	1,50	3,50	0,50	2,00
4	Dağılım zamanı	t _v (z _v =% 10)	t _{vB}	0,10	0,10	0,15	0,15	0,05	0,05
5	Dinlenme zamanı	t _{er} (z _{er} =% 3)	t _{er}	0,03	0,03	0,05	0,05	0,02	0,02
6	Çevrim zamanı	t _c	t _{cB}	1,13	4,13	1,70	3,70	0,57	2,07

İnsan ve üretim araçları için öngörülen sürelerin bulunmasıyla, insanın yüklenme oranı (a) ve çalışma yeri sayısı (s) bulunabilir. Her üç düzenek için yüklenme oranları aşağıdaki formülle bulunur.

$$(A) \text{ için: } a (\%) = \frac{t_e}{t_{cB}} \cdot 100 \quad a_A = \frac{1,13}{4,13} \cdot 100 \quad a = \% 27,3$$

$$(A) \text{ için: } a_B = \frac{1,70}{3,70} \cdot 100 \quad a = \% 45,9$$

$$(C) \text{ için: } a_C = \frac{0,57}{2,07} \cdot 100 \quad a = \% 21,1$$

Yukarıdaki değerlerden üç çalışma yerinde çalışan insan için toplam yüklenme oranı bulunur.

$$a_{top} (\%) = a_A + a_B + a_C$$

$$a_{top} (\%) = 27,3 + 45,9 + 21,1$$

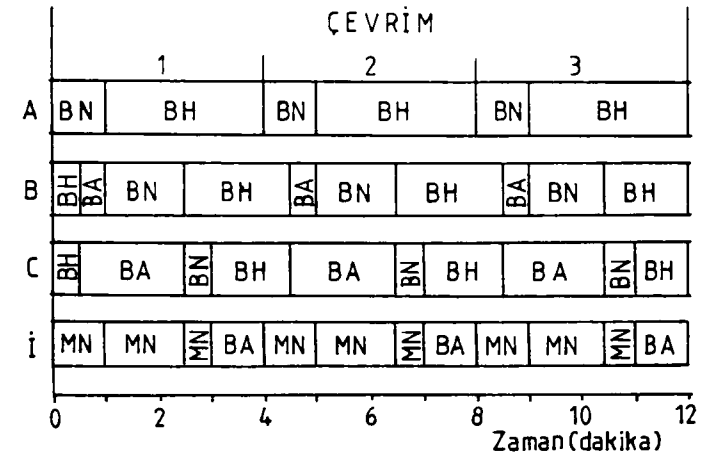
$$a_{top} = \% 94,3$$

Toplam yüklenmenin % 94 civarında olması, ilave bir çalışma yerinin daha eklenmesinin mümkün olamayacağını göstermektedir. Bu çalışma sisteminde akış gereği beklemler, gerek insan gerekse üretim aracı için zorunludur (Çizelge 4).

Çizelge 4: Çevrime Göre Öngörülen Zamanın Hesaplanması

No	Akış Dilimi	İnsan Zaman türü	dak	Üretim Araçları					
				A		B		C	
				Za-man türü	dak.	Za-man türü	dak.	Za-man türü	dak.
1	Presleme	-	-	t _h	3,00	t _h	2,00	t _h	1,50
2	Yerleştirme/Boşaltma	t _i	1,00	t _n	1,00	-	-	-	-
3	Bekleme	t _w	1,00	-	-	t _b	0,50	t _b	2,00
4	Yerleştirme/Boşaltma	t _i	1,50	-	-	t _h	1,50	-	-
5	Yerleştirme/Boşaltma	t _i	0,50	-	-	-	-	t _n	0,50
6	Temel zaman	t _g	4,00	t _{gB}	4,00	t _{gB}	4,00	t _{gB}	4,00
7	Dağılım zamanı	t _v	0,40	t _{vB}	0,40	t _{vB}	0,40	t _{vB}	0,40
8	Dinlenme zamanı	t _{er}	0,12	t _{er}	0,12	t _{er}	0,12	t _{er}	0,12
9	Çevrim zamanı	t _c	4,52	t _{cB}	4,52	t _{cB}	4,52	t _{cB}	4,52

Yukarıdaki sistem incelendiğinde görüleceği gibi birinci üretim aracı beklemesiz olarak çalışırken presleme süreleri daha kısa olan ikinci ve üçüncü üretim araçları akış gereği beklemek zorundadırlar. Aynı şekilde insan için de akış gereği bekleme zorunluluğu vardır. Sistemin işleyiş şeklinin daha iyi anlaşılması bakımından şekil 5'te zaman şeridi şeklinde gösterilmiştir.



Şekil 5: Örnek 2'nin Zaman Şeridi Şeklinde Gösterilişi

3.3 Örnek 3: Düzensiz, Farklı Zamanlı Çok Yerde Çalışma

Görev: Otomatik tornalarda yükleme ve kontrol işi.

İş sistemindeki bir işçi dört adet otomatik tornaya kumanda etmektedir. Tornalarda küçük parçalar işlenmektedir. İş akışı dilimleri düzensiz, süreleri ise farklıdır. Böyle bir sistemde çalışanın yüklenme oranı ve çalışma yeri sayısı, işletmede sistem içinde yapılan zaman etüdü ile belirlenebilir. Yapılan zaman etüdünde herbir üretim aracının yüklenme oranları ve zaman türlerinin toplam süre içindeki oranları belirlenir. Aynı şekilde çalışan için de bu değerler hesaplanır (Çizelge 5).

Çizelge 5: Üretim Araçlarına Ait Zaman Türleri

Üretim Araçları	t_h dak.	t_h %	t_n dak.	t_n %	t_{BA} dak.	t_{BA} %	t_{BS} dak.	t_{BS} %	Toplam dak.
A	39,6	82,5	5,6	11,7	2,8	5,8	–	–	48,0
B	38,0	79,2	3,2	6,7	3,0	6,2	3,8	7,9	48,0
C	36,0	75,0	4,6	9,6	5,1	10,6	2,3	4,8	48,0
D	34,6	72,0	8,4	17,5	–	–	5,0	10,4	48,0
TOPLAM	148,2	77,2	21,8	11,4	10,9	5,6	11,1	5,8	192,0

Zaman etüdü sonuçlarından alınan değerlere göre 4 adet üretim aracının yüklenme oranları (t_h) % 72-82,5 arasında olup ortalama % 77,2 değeri normal olarak kabul edilebilir. Arıza gereği beklemler sistem ortalaması olarak % 5,8 dir.

İş sisteminde insana ait süreler ise aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

Faaliyet süresi : 29,6 dak (% 61,6)

Bekleme süresi : 18,4 dak (% 38,4)

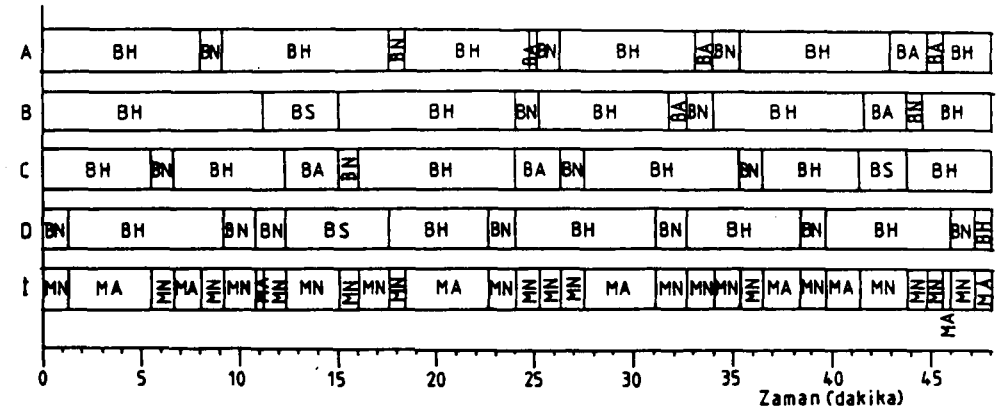
Toplam : 48,0 dak

Bir insan ve dört adet üretim aracından oluşan sistem şekil 6'da zaman şeridi şeklinde gösterilmiştir.

Bu örnek sistemde 4 adet çalışma yeri sayısının artırılması tavsiye edilmez. Çünkü tecrübelerle göre toplam sürenin % 20-30'u önceden tahmin edilemeyen kontrol süreleri için gereklidir. Ayrıca, arızalanan makinelerin tekrar devreye sokulması için basit tamiratlar da sistemde çalışan kişi tarafından yapılır.

4. SONUÇ

Diğer işkollarında olduğu gibi ağaç sanayii de teknolojik gelişmelerden etkilenmektedir. Artan mekanizasyon derecesi ile çok yerde çalışma da önem kazanmaktadır. Otomatik çalışan makinelerde bir kişinin çok sayıda makineye kumanda etmesi veya sadece gözleyerek, yalnız gerekirse müdahale etmesi zorunlu hâle gelmiştir. Bu makalede 4 değişik çok yerde çalışma şekli örneklerle açıklanmıştır.



Şekil 6: Örnek 3'ün Zaman Şeridi Şeklinde Gösterilişi

KAYNAKLAR

REFA, 1978. *Methodenlehre des Arbeitsstudiums. Teil 2, Datenermittlung*. Carl Hanser Verlag, 447, s. München.

REFA, 1987. *Holz-und Kunststoffverarbeitung*. REFA Institut, Darmstadt.