

T.C.
ANADOLU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

74

ÜRETİM PROGRAMLAMASINDA
AĞ DİAGRAMI UYGULANMASINA
İLİŞKİN BİR ALGORİTMA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN

Yrd.Doç.Dr.Nihat YÜZÜGÜLLÜ

A.Attilâ İŞLİER

ESKİŞEHİR - 1986

T. C.
ANADOLU ÜNİVERSİTESİ
MERKEZ KÜTÜPHANESİ

Anadolu Üniversitesi

Ö Z E T

Kısıtlı kaynakların, elden geldiğince yerinde değerlendirilmesi amacıyla ile ele alınan bu çalışmada, özelde TÜLOMSAŞ (Türkiye Lokomotif ve Motor Sanayii A.ş.)'da imalatı yapılmakta olan manevra lokomotifleri; genelde ise parti tipi üretim yapılan makina sanayiinde, Ağ Çözümleme Tekniğinin, Üretim Programlamasında kullanılmasını sağlayacak bir yöntem önerilmektedir.

Kaynakların israf edilmemesi için etkin bir üretim planlama ve kontrol sistemine; bunun için de güçlü planlama ve kontrol araçlarına gerek vardır. İnşaat ve araştırma projelerinde başarı ile uygulanan Ağ Çözümleme Tekniklerinin, ülke şartları gözönüne alındığında, makina imal sanayiinde de etkin olarak kullanılabileceği fikri, bu çalışmanın hareket noktasını oluşturmuştur.

Ağ Çözümleme Tekniklerinin Makina Sanayiine uygulanmasındaki dar boğazın bu sanayi dalındaki ürün yapısının karmaşıklığı ve işlem sıralarının çeşitliliği yüzünden, verilerin derlenip ağın hazırlanması olduğu düşünülmüş ve öncelikle bu yolda bir algoritma tasarlanmıştır.

Bu algoritmanın yeni tip bir lokomotif imalinde uygulanabilmesi için, daha önce hazırlanmış olan iş emirleri ve ürün yapısı bilgilerine dayanan, bilgi kütükleri hazırlanmış; bu kütükleri veri olarak kullanan bir dizi bilgisayar programı yazılmış ve çalıştırılmıştır. Bunların yardımı ile elde edilen çözümün getireceği yararlar tartışılarak ileriye yönelik çalışmalar önerilmiştir.

A B S T R A C T

To make use of the limited resources as much as possible, a new method to apply Network Techniques to Production Programming for Shunting Locomotives, manufactured in TULOMSAS (Turkey Locomotive and Motor Industries Comp.) in particular; and for batch type machinery production industries in general was proposed by this essay.

An effective planning and control system is needed to avoid misuse of the available resources, and such a system requires mighty planning and control tools.

The idea of the possibility to use Network Techniques -which were succesfully applied in research and construction projects- on machinery manufacturing industries as a powerfull tool, was the starting point of this study, as the conditions of the country was conserved.

By considering that the bottleneck to apply these techniques to machinery manufacturing industries, to be the preparing of data to construct the network, due to the complexity of the parts and the variety of operation sequences; an algorithm is prepared first.

Then data files were created from available work order sheets and product configuration data. Then a series of computer

programmes were designed and run which use these files as input then the solution got by them was discussed and future improvements were proposed.

İ Ç İ N D E K İ L E R

ÖZET	...	i
ABSTRACT	...	ii
İÇİNDEKİLER	...	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ	...	viii
GİRİŞ	...	1

B İ R İ N C İ B Ö L Ü M

ÜRETİM SİSTEMLERİ VE KONTROLU

I.1 ÜRETİM SİSTEMLERİ	...	4
I.1.1 Üretim ve Üretim Sistemleri	...	4
I.1.2 Üretim Sistemlerinin Sınıflandırılması	...	9
I.1.3 Parti Tipi Üretimde Karşılaşılan Sorunlar	...	12
I.1.4 Üretimde Bilgi Akışı	...	14
I.2 ÜRETİM SİSTEMLERİNDE PLANLAMA	...	17
I.2.1 Planlamanın Gereği	...	17
I.2.2 Planlamanın Amaçları ve Üretim Sistemindeki Yeri	...	19
I.2.3 Planlamanın Özellikleri ve Türleri	...	21
I.2.4 Planlama ve Kontrol İlişkisi	...	25
I.2.5 Planlama Ortamı ve Bilgi Sistemi	...	27

İ K İ N C İ B Ö L Ü M

ÜRETİM PLANLAMASINDA AĞ ÇÖZÜMLEME TEKNİĞİ

II.1	AĞ ÇÖZÜMLEME TEKNİĞİNİN GENEL AÇIKLAMASI	...	32
II.1.1	Tekniklerin Gelişimi	...	32
II.1.2	Temel Kavramlar	...	34
II.1.3	Tekniklerin Yararları	...	37
II.2	AĞ ÇÖZÜMLEME İLE PLANLAMADA İZLENEN YÖNTEM	...	40
II.2.1	Ağın Kurulması	...	40
II.2.2	Ağın Kontrolü	...	41
II.2.3	Çözümün Elde Edilmesi	...	43
II.2.4	Değerlendirme ve Geliştirme	...	44
II.2.5	Kaynakların Dağıtılması	...	48
II.2.6	İzleme	...	48
II.3	MAKİNA İMALATINDA AĞ ÇÖZÜMLEME TEKNİĞİNİN KULLANILMASI	...	50
II.3.1	Ağ Çözümleme Tekniğinin Makina İmalatına Uygulanabilirliği	...	50
II.3.2	Süreçle Ağın Yapısı Arasındaki İlişki	...	54
II.4	AĞIN KURULMASI VE ÇÖZÜMÜ İÇİN BİR ALGORİTMA ÖNERİSİ	...	57
II.4.1	Ana Faaliyetlerin ve Olayların Numaralanması	...	57
II.4.2	Ortak Parçalar ve Malzeme Temin Faaliyetlerinin Gözönüne Alınması	...	60
II.4.3	Ana Faaliyetlerin İşlemlere Parçalanması...	...	62
II.4.4	Olay Numaralarının Standartlaştırılması ve Ağın Çözümü	...	63

Ü Ç Ü N C Ü B Ö L Ü M

ÖNERİLEN ÇÖZÜMÜN UYGULANMASI

III.1	İŞLETMENİN TANITILMASI	...	65
III.1.1	Genel	...	65
III.1.2	İdari Yapı	...	66
III.1.3	Kurmay Üniteler	...	67
III.1.4	Fabrikalar	...	69
III.2	LOKOMOTİFLER İLE İLGİLİ TEKNİK BİLGİLER	...	72
III.2.1	Genel	...	72
III.2.2	Teknik Resimler	...	76
III.2.3	Parça Listeleri	...	77
III.2.4	Yapı Ağacı	...	78
III.2.5	İş Emirleri	...	78
III.3	BİLGİ KÜTÜKLERİ VE UYGULAMA PROGRAMLARI	...	80
III.3.1	Bilgi Kütükleri	...	80
III.3.1.1	Parça Ana Kütüğü(D 301061)	...	80
III.3.1.2	İşlemler Kütüğü(D 301071)	...	81
III.3.1.3	İlişki Kütüğü(D 301062)	...	83
III.3.2	Uygulama Programları	...	86
III.3.2.1	Kütük Düzenleme Programları	...	86
III.3.2.2	Bilgi İşleme Programları	...	88
III.3.2.3	İlişki Kontrol Programları(KÖNT,TEKRAR)	...	109
III.3.2.4	Ağ Çözüm Programı(KEPİR)	...	117
III.3.3	Çözümün Elde Edilmesi ve Değerlendirilmesi	...	121
SONUÇ VE ÖNERİLER		...	131
YARARLANILAN KAYNAKLAR		...	134

EK-1	Örnek Bir Teknik Resim	...	137
EK-2	Örnek Bir Parça Listesi	...	138
EK-3	Örnek Bir İş Emri	...	139
EK-4	SEC Programı Çıktısı	...	140
EK-5	Tekrarlanan Çözümlerin Sonuçları	...	141
EK-6	Son Çözüme Ait Değerler	...	142
EK-7	Son Çözüme Ait Kritik Yol	...	143

ŞEKİLLER LİSTESİ

ŞEKİL 1	Üretim Sisteminin Gösterimi	...	5
ŞEKİL 2	Üretim Altsistemleri, Diğer Örgütsel Altsistemler ve Çevre Sistemleri Arasındaki Karşılıklı Etkiler	...	6
ŞEKİL 3	Denetim Altsistemleri İle İlişkili Üretim Sistemi	...	7
ŞEKİL 4	Üretim Sistemlerinin Sınıflandırılması	...	9
ŞEKİL 5	Ayırma Yolu İle Yapılan Üretime Bir Örnek	...	11
ŞEKİL 6	Sıralı Tipte Üretime Bir Örnek	...	11
ŞEKİL 7	Birleştirme Süreçli Üretime Bir Örnek	...	12
ŞEKİL 8	Kararlar, Emirler, Raporlar	...	16
ŞEKİL 9	Altsistemler ve Girdi-Çıktı İlişkisi	...	20
ŞEKİL 10	Boşluklar ve Paylar	...	38
ŞEKİL 11	Mantıksal Ağ Örgüsü	...	40
ŞEKİL 12	Ağın Kuruluşunda Yapılabilecek Hatalar	...	42
ŞEKİL 13	Sonuç Çizelgesi Örneği	...	45
ŞEKİL 14	İmalatta Geçen Sürenin Kısaltılması	...	46
ŞEKİL 15	Çizelgelemede Süre Problemleri	...	47
ŞEKİL 16	Proje Yönetim Döngüsü	...	50
ŞEKİL 17	Kontrol ve Bilgi Arasındaki İlişki	...	51
ŞEKİL 18	Lokomotif Şasine Ait Yapı Ağacından Bir Bölüm	...	55
ŞEKİL 19	Bir Mamul İçin İmalat Faaliyetlerinin Şematik Gösterimi	...	56
ŞEKİL 20	Ana Faaliyet ve Olayların numaralanması	...	58
ŞEKİL 21	Ağın Kukla Faaliyetler Yardımı ile Düzeltilmesi	...	61
ŞEKİL 22	Ağın Temin Faaliyetleri Gösterilerek Tamamlanmış Şekli	...	62
ŞEKİL 23	DE 11000 Manevra Lokomotifinin Ana Parçaları	...	75

ŞEKİL 24	Parça Ana Kütüğünden Bir Bölüm	...	82
ŞEKİL 25	İşlemler Kütüğünden Bir Bölüm	...	84
ŞEKİL 26	İlişki Kütüğünden Bir Bölüm	...	87
ŞEKİL 27	TERS Programının Akış Diagramı	...	90
ŞEKİL 28	TERS Programı	...	91
ŞEKİL 29	DOL Programı Akış Diagramı	...	94
ŞEKİL 30	DOL Programı	...	95
ŞEKİL 31	DOL1 Programı Akış Diagramı	...	98
ŞEKİL 32	DOL1 Programı	...	99
ŞEKİL 33	TAS Programı Akış Diagramı	...	101
ŞEKİL 34	TAS Programı	...	102
ŞEKİL 35	BOL Programı Akış Diagramı	...	105
ŞEKİL 36	BOL Programı	...	106
ŞEKİL 37	SEC Programı Akış Diagramı	...	110
ŞEKİL 38	SEC Programı	...	111
ŞEKİL 39	KONT Programı Akış Diagramı	...	113
ŞEKİL 40	KONT Programı	...	115
ŞEKİL 41	TEKRAR Programı Akış Diagramı	...	118
ŞEKİL 42	TEKRAR Programı	...	119
ŞEKİL 43	KEPİR Programı Akış Diagramı	...	122
ŞEKİL 44	KEPİR Programı	...	123

G İ R İ Ő

Örgütlerin, sürekli olarak değişmekte olan iç ve dış koşullarda varlıklarını sürdürebilmeleri ve hedeflerine ulaşabilmeleri etkin bir üretim planlaması ve kontrolü ile gerçekleştirilebilir.

Yöneticiler, sağlıklı kararlar verebilmek için, yapacakları işlemler ve kullanacakları kaynakları, bunlar arasındaki ilişkileri, bu ilişkilerin zaman boyutu içerisindeki dağılımlarını iyi bilmek zorundadırlar.

Özellikle makina imal sanayiinde bu ilişkiler ile ilgili bilgiler çok büyük boyutlara ulaşmaktadır. Bu boyutlar, insan zihninin kapsamının çok ötesinde olduğundan, çözümler bu bilgilere değil; geçmişteki tecrübelerle dayanarak yapılmakta, bu yüzden de verimlilikten uzaklaşmaktadır.

Etkinliği ve verimliliği arttırmanın bir yolu, bu amaçla geliştirilmiş hazır bilgi işlem sistemleri kullanmaktır.

Ancak bu sistemlerin uygulanmasına geçilmesinin güç olması; ilk yatırım maliyetlerinin yüksek bulunması, geçiş için uzun zaman gerektirmesi ve başarı garantisi olmaması, ayrıca veri top-

lama ve düzenleme işlemlerine bir katkısı bulunmaması yüzünden yöneticiler bunlara karşı çekingen davranmaktadırlar.

Bu yüzden, bir ara çözüm olarak, hazır sistemleri almaya imkanları olmayan, cesaret edemeyen, tereddüt eden işletmelerde daha basit modellerin geliştirilmesi faydalı olacaktır. Kısa zamanda kurulabilecek, işletilmeleri kolay, çevreye uyum gösterme yeteneği yüksek, ayrıntıya inme ve duyarlılık dereceleri yeterli bulunacak basit sistemler; yerleştirilmesi güç, pahalı, değiştirilmesi zor olan hazır sistemlerle rekabet edebilirler. Bu çeşit uygulamalar için, yöneticiler ve teknik elemanlarca bilinen tekniklere dayanan modellerin başarı şansının yüksek olabileceği açıktır. Ağ çözümleme teknikleri de ilgililerce bilinmesi, makina parçaları ve bunların işlemleri arasındaki karmaşık ilişkileri zaman boyutu üzerinde gösterebilmeleri dolayısı ile bu işe aday olacak tekniklerin başında gelmektedir.

Gelişmiş ülkelerde, geleneksel sistemlerin çok zaman yeterli bulunduğu, daha yüksek verimlilik istendiğinde ise gelişmiş bütünleşik sistemlerin kolaylıkla uygulanabildiği gözlemlenmiştir; bu ülkelerde ağ diagramı tekniklerinin makina imalatında kullanılmayışının, tekniklerin yetersizliğinden değil, bunlara gerek duyulmayışından olduğu, ağın kurulması için uygun bir algoritma geliştirilmesi halinde ise bir ara çözüm arayan ülkemiz işletmelerinde uygulanma şansının yüksek olacağı kanaatine varılmıştır.

Öte yandan ülke çapında yürütülmekte olan ekonomik politikadaki değişiklikler, başta kamu kuruluşları olmak üzere bütün işletmeleri daha sert bir rekabet ortamına itmektedir.

Bu durumda bilimsel yönetime verilen önem artmakta, yönetim kararlarının dayandırılacağı, karar destek sistemlerine acil olarak gerek duyulmaktadır.

Bu değişiklikler de; başarısızlık riski düşük, sonuç alma süresi kısa, uygulanması basit, yetişmiş eleman gerektirmeyen bir model olarak ağ çözümlene tekniklerinin kullanılması fikrini güçlendirmektedir.

Bu çalışmanın ilk bölümünde, söz konusu uygulamanın yapılacağı ortam olan üretim sistemleri ile bunların planlama ve kontrolundan kısaca söz edilmiştir.

İkinci bölümde, üretim programlaması amacı ile kullanılacak olan ağ çözümlene teknikleri ve bu teknikler ile ilgili temel kavramlar tanıtılmış, bu tekniklerin makina imalatına uygulanabilirliği tartışılmış, bu uygulamada ağın kurulması ve çözümlü için önerilen algoritma ana hatları ile tanıtılmıştır.

Üçüncü bölümde ise, önerilen yöntemin uygulanacağı lokomotifler ve bu lokomotiflerin imal edileceği kuruluş tanıtılarak, uygulama için tasarlanan veri kütükleri ve bilgisayar programları açıklanmıştır. Çözümün elde edilmesinde tutulan yol anlatılarak, önerilen yolun maliyetleri ve getireceği kazanç belirlenmiş ve uygulanabilirliği tartışılmıştır.

B İ R İ N C İ B Ö L Ü M

ÜRETİM SİSTEMLERİ VE KONTROLU

I.1 ÜRETİM SİSTEMLERİ

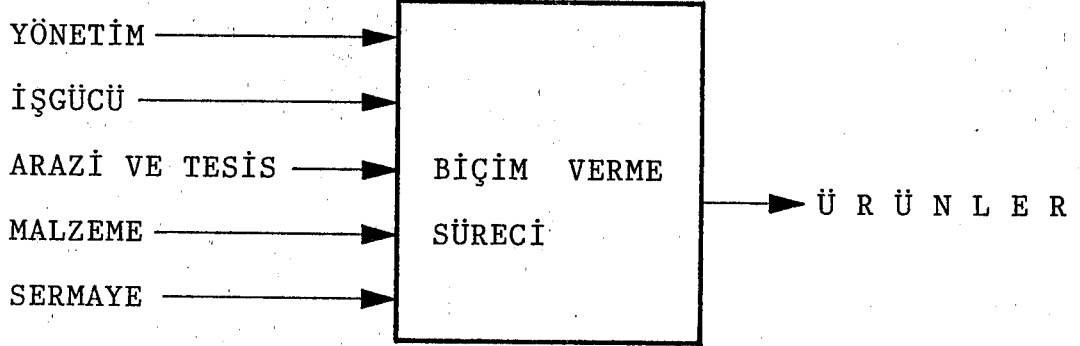
I.1.1 Üretim ve Üretim Sistemleri

Üretim, değişik şekillerde tanımlanmaktadır. Bir tanıma göre : "Üretim, yeni bir fiziksel varlık veya hizmet ile sonuçlanan bir fayda yaratmak amacı ile girişilen faaliyetlerdir" (1).

Genellikle "doğal kaynaklara işgücü ve sermayenin uygulanması ile oluşan bütün mal ve hizmetlerin" üretim kapsamına alınmasına karşılık, dar anlamda yalnız imalat ile ilgilenip; üretim kavramından sadece "insan, malzeme, donatım gibi faktörlerin kullanılarak fiziksel bir maddenin yapımı" anlaşılmaktadır (2).

-
- 1) KÖBU, B., "Üretim Yönetimi" İ.Ü. Yayınları No : 3206, İstanbul, 1984, s. 36.
 - 2) WILD, R. "The Techniques of Production Manegement" Holt, Rinehart and Winston Ltd., G.Britain, 1971, s. 4.

Üretim işlemini gerçekleştirebilmek için " insan, makina ve malzemedan oluşan bir üretim sistemine " ihtiyaç vardır. Bu sisteme verilen bir takım girdiler, bir değiştirme işlevinden sonra çıktı olarak elde edilir. Üretim sistemi Şekil 1'deki yapı ile tanımlanabilir. Girdiler, dönüştürme ve çıktılarından oluşan üretim sisteminin işlevi, $D(G) = Ç$ ilişkisi ile gösterilebilir. Burada G girdiler, Ç çıktılar, D'de dönüştürme fonksiyonudur.



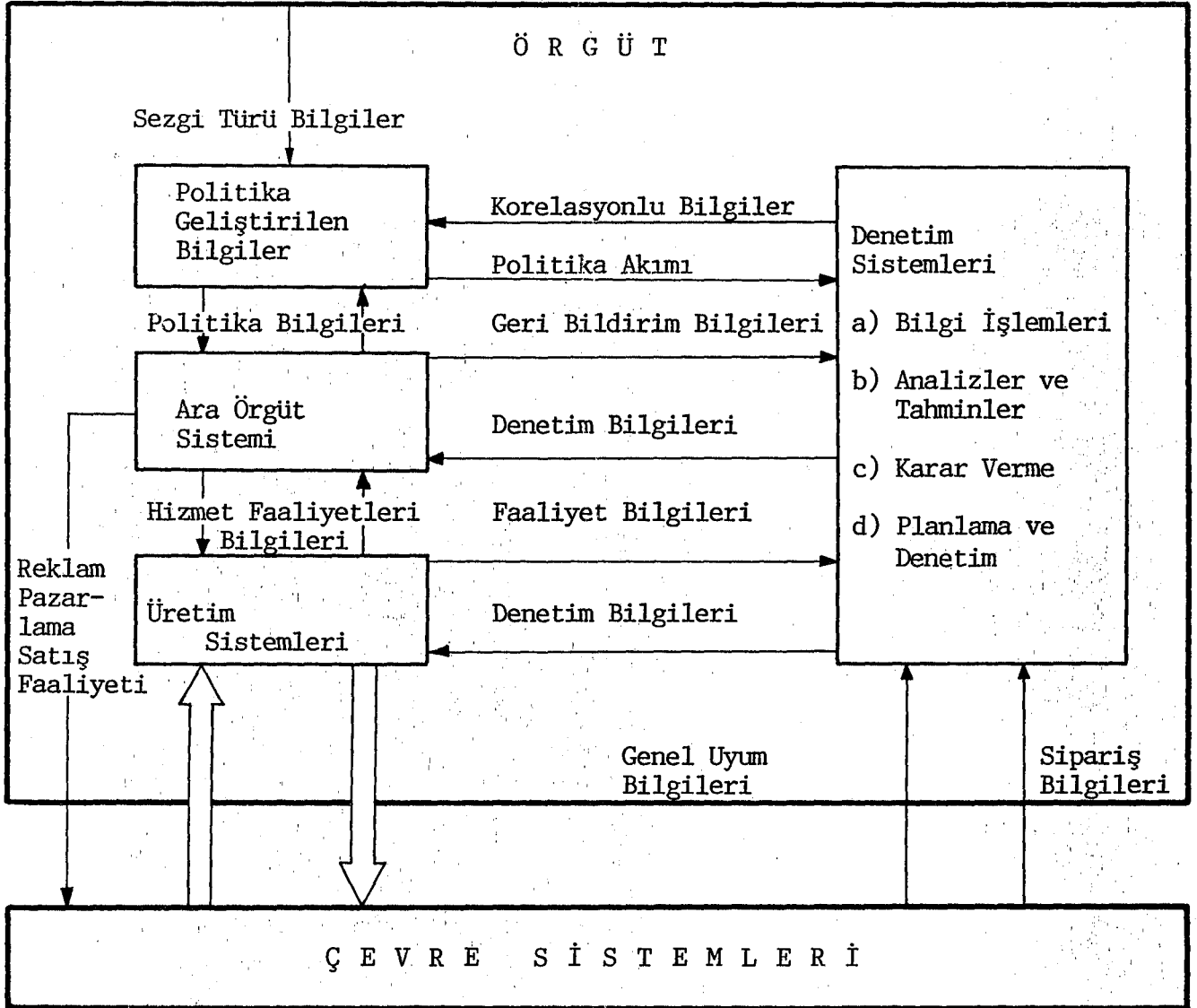
ŞEKİL 1 : Üretim Sisteminin Gösterimi

Sistemin anlaşılması ve problemlerin çözülmesi amacıyla, D, G ve Ç'nin belirlenmesi ve ayrıntılı bir biçimde incelenmesi olayına "sistemin analizi", G ve Ç verilince D'nin bulunmasına "sistemin sentezi", G, Ç ve D'yi verilen bir kriteri en iyileyecek bir biçimde seçmek ve tasarlamaya da "sistemin en iyilenmesi" denilmektedir.

Üretim sistemi örgüt içinde bir alt sistemdir. Örgüt ise evrende bir alt sistem olup, örgüt dışındaki bütün sistemler "Çevre sistemleri" olarak adlandırılırlar (3).

Üretim sisteminin örgüt içerisindeki yeri ile Çevre Sistemleri ve örgüte ait diğer alt sistemler ile ilişkileri, Şekil 2' de gösterilmiştir.

(3) ALCALAY, J.A. ve BUFFA, E.S. "A Proposal for a General Model of a Production System" John Willey and Sons Inc. New York, 1966, s. 36, 52.



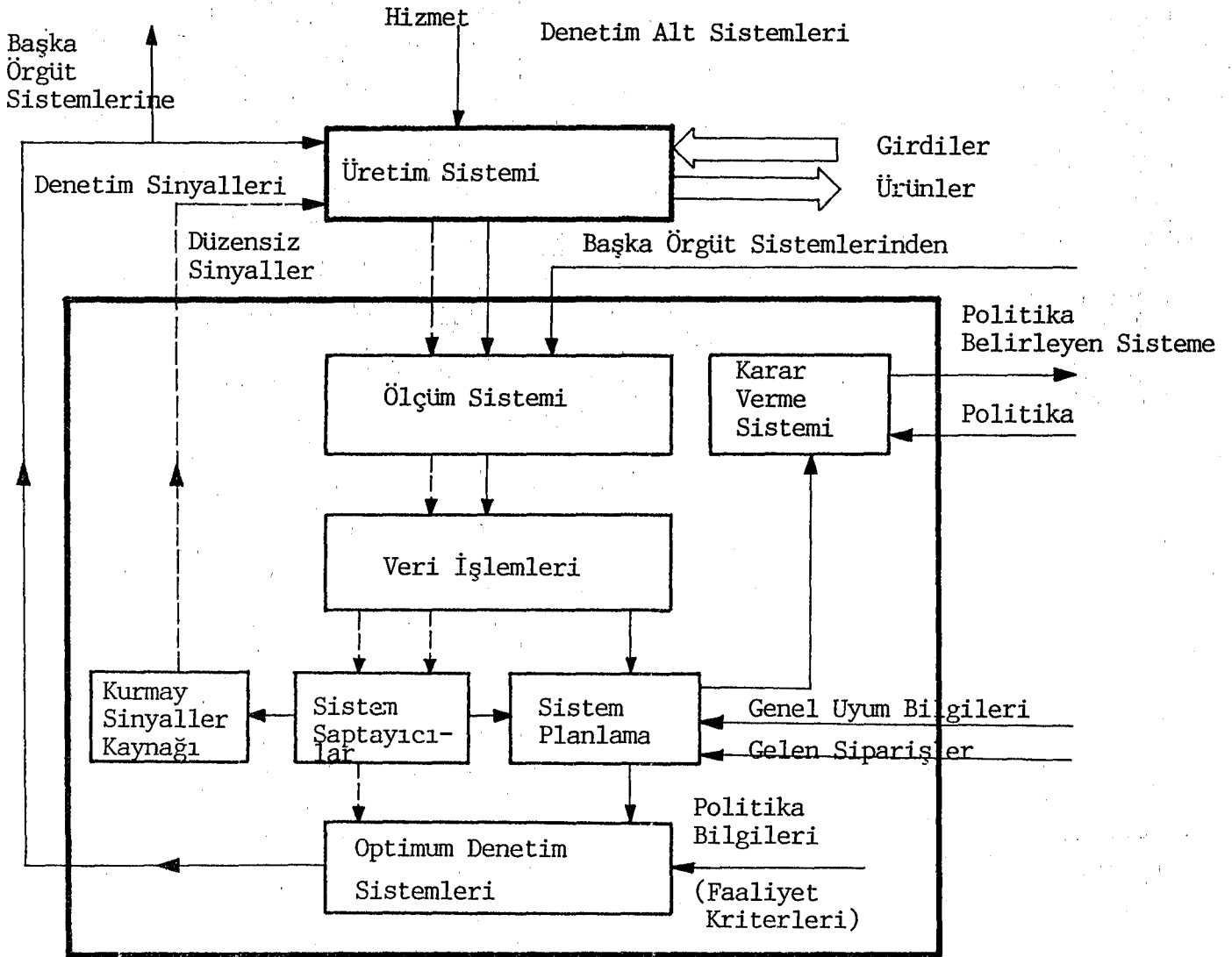
ŞEKİL 2 : Üretim Altsistemleri, Diğer Örgütsel Altsistemler ve Çevre Sistemleri Arasındaki Karşılıklı Etkiler.

Diğer örgütsel alt sistemler ile bunların işlevleri ise izleyen paragraflarda kısaca ele alınmıştır.

Politikaları geliştirilen alt sistem : Bu sistemin işlevi, geçmişteki ve bugünkü bilgiler ile gelecekle ilgili kestirimleri değerlendirerek temel örgütlenme politikalarına dönüştürmektir. Planlama ve denetim amacı ile bilgilerin derlenmesi ve top-

lanan verilerin bu amaçlarla işlenmesi ve değerlendirilmesinin sağlanması, denetim sisteminde de ortak olan işlemdir. Ancak, politika geliştirilen sistem, komuta görevli bir karakteristik taşıdığı ve bu karakteristiğin denetim sistemi ile ilgisi olmadığı için, burada ayrı olarak gösterilmiştir.

Denetim alt sistemi : Temel işlevi bilgi dönüşümünü sağlamak olan bu sistemin kendi alt sistemleri ve üretim sistemi ile ilişkileri Şekil 3'de gösterilmektedir.



ŞEKİL 3 : Denetim Altsistemleri ile İlişkili Üretim Sistemi.

Denetim sisteminin örgütlerde, salt danışma ya da kurmay görevli bir karakteristiği vardır.

Ara Örgüt Sistemleri : Örgütün diğer alt sistemlerine gerekli hizmeti sağlamakla yükümlüdürler. Örgütün alt sistemlerini etkileyen çevrenin alt sistemlerine reklam, pazarlama, satış faaliyetleri gibi konularda gerekli hizmetleri sağlarlar.

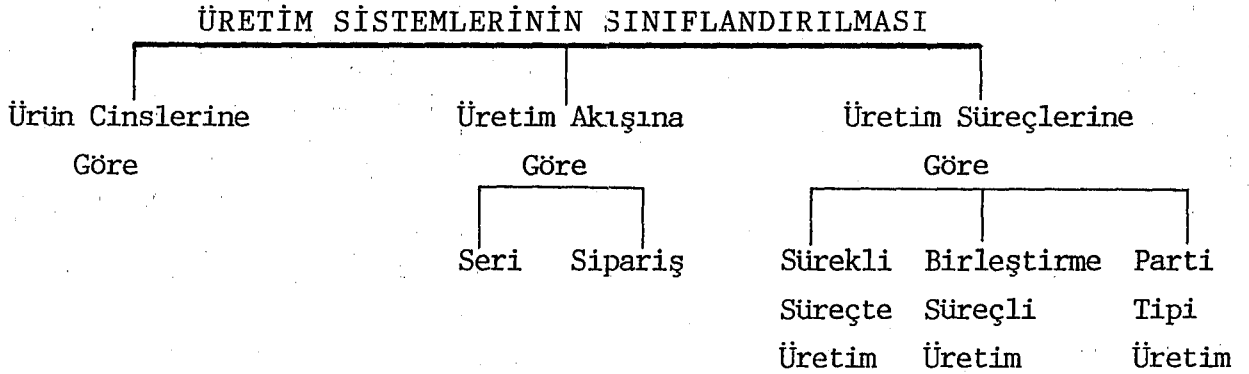
Şekil 1'de bir modeli verilen üretim sistemleri ise çok karmaşık alt sistemleri içerdiğinden, sistemin tamamı için bütün gerekli ayrıntıları gösteren bir model kurmak çok güçtür. Her örgütün kuruluşu, çalışma şekli, hedefleri ve ilişkide bulunduğu çevre sistemleri az çok farklı olduğundan örgüte özel model kurmanın daha yararlı olacağı açıktır. Bunun yanısıra bütün örgütler için geçerli olacak şekilde tasarlanmış modellerin anlaşılması ve örgüte uygulanması ise yeni bir tasarım kadar güç olmaktadır. Öte yandan bir çok örgütün ne kadrosu ne de bilgi birikimi, böyle kapsamlı bir modelin tasarımı veya uygulaması için yeterli olamamaktadır. Bu bakımdan, çoğu zaman sistemin alt sistemlerini ayrı ayrı modellemek ve alt eniyileme ile yetinilmek zorunda kalınır. Çünkü sistemin en iyi davranış biçimini belirlemek, ancak tüm sistem davranışlarının karar modeline dönüştürülebilmesi ile olurludur. Bilimsel çalışmaların bugünkü düzeyinde, örgütlerin sezilemeyen, sezilse bile açıklanamayan ve açıklananların bir kısmında ise niceliksel ölçümlere dönüştürülemeyen bileşenleri vardır. Sistemin bütünü ölçülebilir uzaya dönüştürülemediğinden, eniyileme dönüştürülebilene bileşenler ve sistem parametrelerinin bilinirliği ile kısıtlıdır. Bu açıklamalar ışığında eniyileme bir açıdan alt eniyileme anlamındadır (4).

(4) KARA, İ., "Yöneylem Araştırmasının Yöntem Bilimi", A.Ü., Müh.Mim.Fak. End.Müh.Bölümü, Eskişehir, 1983, s. 78.

Üretim ve üretim sistemlerini böylece açıkladıktan sonra izleyen paragraflarda bunların sınıflandırılması ve parti tipi üretimdeki sorunlar kısaca tanıtılacak, ayrıca üretim sisteminin bir alt sistemi olarak üretim planlama ve üretim çizelgelemeden bahsedilecektir.

I.1.2 Üretim Sistemlerinin Sınıflandırılması

Üretim sistemleri çeşitli kriterlere göre farklı biçimlerde sınıflandırılabilir. Bunlardan, üretim süreçleri, ürün cinsleri ve üretim akışlarına göre yapılan sınıflandırmalar Şekil 4' de özetlenmiştir.



ŞEKİL 4 : Üretim Sistemlerinin Sınıflandırılması

Bu çeşit sınıflandırmalar, sınıflanabilen üretim teknolojilerini açıklaması açısından gerçekçi ; bir üretim biçiminde birden çok üretim tipi bir arada uygulanabildiği için de yapaydır. Ancak, her tip üretim için yönetim (planlama, koordinasyon, denetim v.b.) sorunlarının değişik nitelikte olması ve her birinin ayrı sistem anlayışları gerektirmesi bu tür sınıflandırmaların yapılmasını yararlı kılmaktadır.

Ürün Cinslerine Göre Sınıflandırma : Üretilen malın çeşidine göre, üretim teknolojisi de farklılık göstermekte, bu tekno-

loji farklarına dayanarak üretim sistemleri de demir-çelik üretimi, kömür üretimi, makina üretimi, kimyasal maddeler üretimi, elektrik aletleri üretimi, elektronik araçlar üretimi, tekstil ürünleri üretimi gibi isimler altında sınıflandırılabilirler.

Üretim akışına göre ise seri ve sipariş üretim ayırımı yapılabilir. Seri üretimde sürekli süreçten farklı olarak hergün 24 saat çalışma zorunluluğu yoktur. Kimyasal maddeler için dökme (bulk production) ve makina parçaları için de kütle (mass production) üretimi olmak üzere iki çeşidi vardır.

Sipariş Üretimi : Sürekli üretim için yetecek kadar sipariş miktarı olmayan ürünlerin üretimi, alınan siparişe sınırlı olarak sürekli ve sipariş miktarları ara sıra belirli boşluklara girebilmektedir.

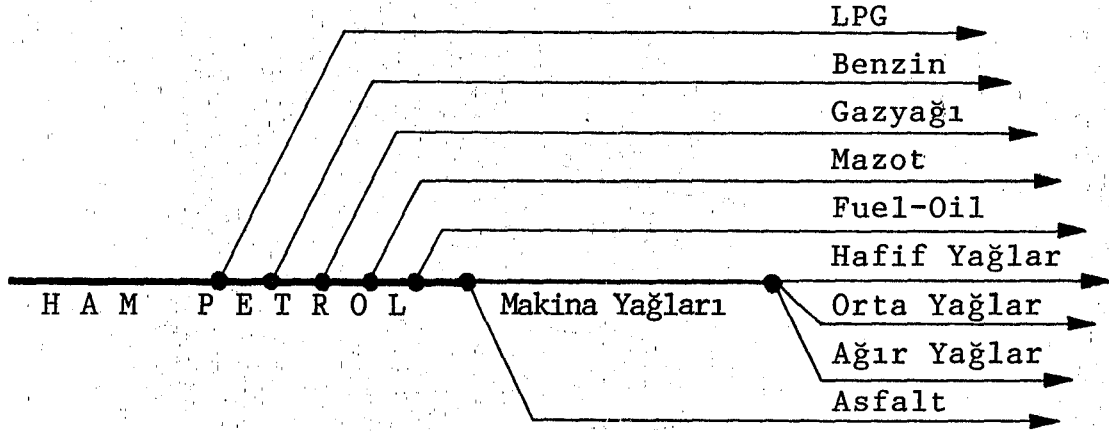
Üretim süreçlerine göre sınıflandırmalar aşağıda görüldüğü gibi açıklanmaktadır (5).

Sürekli Süreçte Üretim : İlk maddenin ya doğrudan ya da başka maddelerin de süreç boyunca katılması ile belirli aşamalar içinde ürüne dönüştürülmesi şeklinde olmaktadır. Bu üretim tipinin özelliği, sürekli olması ve süreç boyunca programlanan aşamalara göre her aşamadaki iş istasyonunun kendinden sonraki işlemler için yan ürünü hazırlayarak son ürünü oluşturmaktır. Ayırma yolu ile yapılan üretim (Disjunctive pattern) ve sıralı olarak yapılan üretim (Sequential pattern) olmak üzere iki tür sürekli süreç üretimi vardır.

Şekil 5'deki örnekte ayırma yolu ile yapılan üretimde, işlenen ilk maddenin bileşiminde bulunan ürün ve yarı ürünlerin

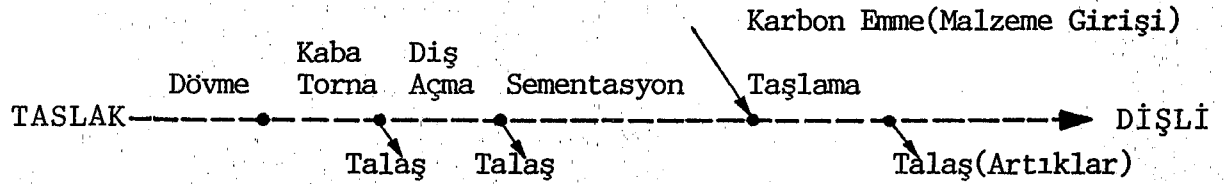
(5) TÜMER, M., "Ürün, Üretim ve Yönetim", İ.T.İ.A. Nihat Sayar Vakfı Yayınları, 305/532, İstanbul, 1978, s. 78.

birbirini izleyen süreç aşamalarında ilk maddenin bileşiminden ayrılması gösterilmektedir. Bu tip üretimin en tipik örnekleri petrol rafinerileri ve petrokimya sanayileridir.



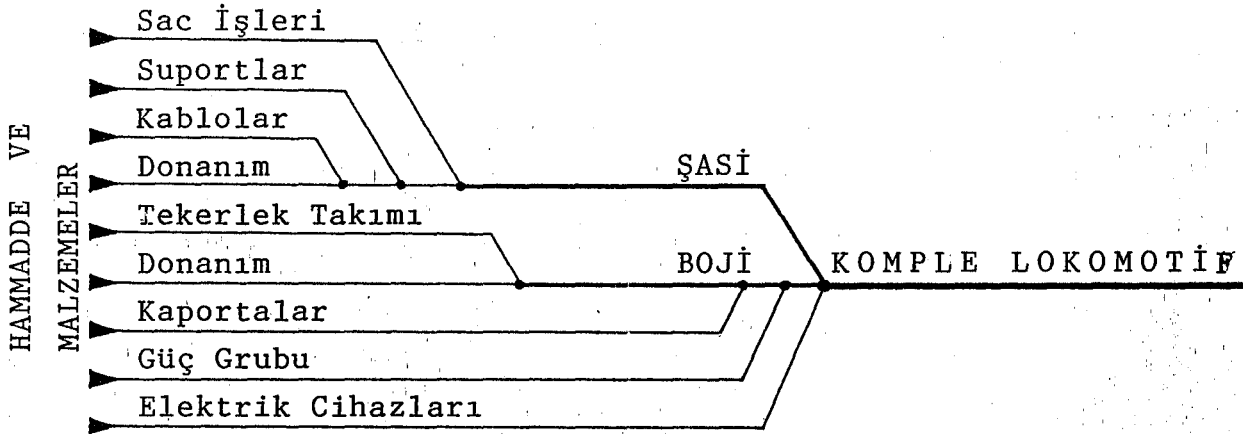
ŞEKİL 5 : Ayırma Yolu ile Yapılan Üretime Bir Örnek

Şekil 6'da gösterilen "Sıralı üretim tipinde" ise ürünün yapısını değiştirmeyen boya gibi katkı maddelerinin eklenmesi ve talaş gibi artıkların çıkarılması ile hammaddenin birbirini izleyen aşamalarda yeni bir ürüne dönüştürülmesidir.



ŞEKİL 6 : Sıralı Tipte Üretime Bir Örnek

Birleştirme süreçli üretim, sonuçta tanımlanan ürün durumuna getirilmesi amacıyla birleştirilecek parçaların yığınlar halinde ayrı ayrı iş istasyonlarında hazırlanması ve sonraki aşamalarda birleştirilerek Şekil 7'de gösterildiği gibi üretimin tamamlanması demektir.



ŞEKİL 7 : Birleştirme Süreçli Üretime Bir Örnek

Ayırma yolu ile üretimde muhtelif işlemlerin birbirlerine göre zamanlaması önemli değildir. Birleştirme yolu ile üretim, montaj işlerinin modeli olup, işlemlerin zamanlaması önem taşır. Sıralı üretimde de işlemlerin sırasını süreç tayin eder (6).

Parti Tipi Üretim : Ayrı ayrı müşteri siparişlerine göre küçük partiler halinde çeşitli ürünler, hatta tek bir ürün üretilmesi demektir. Müşteri siparişlerine göre üretim çeşit ve miktarlarının değişebilmesi, ürünlere, siparişlere ya da moda göre yeni ve değişik biçimler vermek gereği veya belirli ürün için toplam tüketici talebinin yeterli olmayıp, kurulu üretim kapasitesinden küçük olduğu durumlarda parti tipi üretim yapmak gereği duyulmaktadır.

I.1.3 Parti Tipi Üretimde Karşılaşılan Sorunlar

Parti tipi üretim, sanayide ağırlığı en fazla olan ve sık rastlanan bir üretim tipidir. Konfeksiyon, gıda, ev eşyası

(6) HARRINGTON, J., "Computer Integrated Manufacturing", Industrial Press Inc., New York, 1974, s. 37.

ve bir çok tüketim malı veya tezgah, uçak, lokomotif gibi araçların üretimi bu grupta yer alır. Burada, bir parti malın üretimi gerçekleştirildikten sonra, tezgah ve tesisler başka bir cins malın parti üretiminde kullanılır.

Parti üretimi, yalnız bir defalık, belirsiz ve belirli aralıklarla tekrarlanan olmak üzere üç alt gruba ayrılabilir. Parti hacmi büyüdükçe ve devreler belirli hale geldikçe, üretim planlama ve kontrol tekniklerinin uygulanması daha verimli sonuçlar verir.

Bu üretim tipinin özellikleri ve diğerlerinden farklı yönleri şunlardır :

- Ürün miktarı küçük, ürün çeşidi fazladır.
- Özel tezgah yerine, çok amaçlı universal tezgahlar kullanılır.
- Tezgah yerleştirmesi iş akışına göre değil tezgah çeşidine göre olur.
- İş yükü, sürekli üretime göre dengesizdir. Bazı tezgahlar aşırı yüklenirken bazıları boş kalır.
- Genellikle vasıflı işçi gerektirir.
- Ürün sık sık değiştiğinden, hangi hammaddenin ne kadar gerekeceğini kestirmek daha güçtür.
- Fabrika içi taşımalar özel amaçlı araçlarla olmaz, universal araçlar gerekir.
- Tezgahlar birbirinden bağımsız olduğundan tamir-bakım faaliyetleri üretimi fazla aksatmayabilir.

Seri üretim yapan sistemlerde, ürün belirli bir akışı önceden planlanan bir biçimde izlediği için, düzgün bir akış olmakta ve karmaşık bir durum ortaya çıkmamaktadır. Seri olmayan üretimde, özellikle parti üretiminde problem kaynağı olan, üretimin planlama ve kontrolunda karşılaşılan başlıca sorunlar şöyle sıralanabilir :

- Değişik sayıda farklı parçaların üretiminin gerçekleştirilmesinde çeşitli sorunlarla karşılaşılır.

- Üretim işlemlerinin fazla çeşitli olması ile her bir parçanın her bir işlemi için değişik tip tezgaha gerek duyulmakta, parça çeşidi çok olduğu için de toplam işlem sayısı fazla olmaktadır.

- Üretim kapasitesinin karmaşıklığı, sipariş ve talepteki dinamik yapı, kapasite belirsizliği ve karmaşıklığına yol açar. Aşırı yüklenme ve aylak kapasite problemleri ile her an karşılaşılabilir.

- Ürün özellikleri, kapasite ihtiyacı ve sipariş zamanları genellikle belirsizdir.

- Tezgah arızaları, işçi devamsızlığı, hatalı mal üretimi v.b. istenmeyen durumlar üretim faaliyetlerini planlama ve çizelgeleme ile değil geçmiş tecrübelerle göre yürütmeye zorlamakta, bu da en iyi çözümlerden uzaklaşmaya sebep olmaktadır.

Bir sistemin iyi veya kötü özelliği gibi belirtilen nitelikleri, aslında onun yapısının tabii bir sonucu olduğu için iyi veya kötü yanları olduğu gibi kabul etmekten başka çare yoktur. Ancak, sistemin iyi yönlerinden yararlanırken, eksikliklerini ve hatalarını da başka araçlarla giderme yolu araştırılabilir. Son yıllarda gelişmekte olan sistem, bilgi sistemi, modelleme gibi kavramlar, bilgisayar gibi donanımlar ve bilgisayar ortamı için geliştirilmiş teknikler bu amaçla kullanılabilir.

Bu kesimin izleyen kısmında, bu araçların kullanılacağı ortam olan üretimdeki bilgi akışından bahsedilecektir.

I.1.4 Üretimde Bilgi Akışı

Çalışmanın buraya kadarki kısmında fizikî parçalar üzerinde yapılan işlemler ve atölyedeki faaliyetler kısaca açıklandı. Bundan sonraki kısımda, bu faaliyetlerin planlama ve kontrolünden bahsedilecektir. Ancak, daha önce yönetimin en ö-

nemli işlevlerinden biri olan "bilginin değerlendirilmesi" nin incelenmesi daha yararlı olacaktır.

Yönetim planlar yapmak, yönergeler hazırlamak, değerlendirmek üzere veriler toplamak ve planları yeniden yapılandırarak kararlar verme yolundaki faaliyetlerden oluşan bir çevrimdir (7). Yönetim çevrimi genellikle sınama-yanılma esaslıdır. Belirli bir hedefe ulaşmak için gayret gösterilirken, başlangıçta hazırlanmış olan plan, insan gücü, malzeme hatta hava durumu gibi değişen dış şartlara göre sürekli olarak düzeltmeler yapılır.

Büyükçe bir örgütte, yönetim kararlarının üç ayrı düzeyde verildiği gözlenebilir.

Üst yönetimde işletmenin hedefleri, temel politikaları, çeşitli sahalarda gösterilecek gayretler, piyasaya sürülecek ürünlerin seçimi gibi kararlar verilir.

Orta yönetimde, üst yönetimden gelen hedefler için özel planlar hazırlanır.

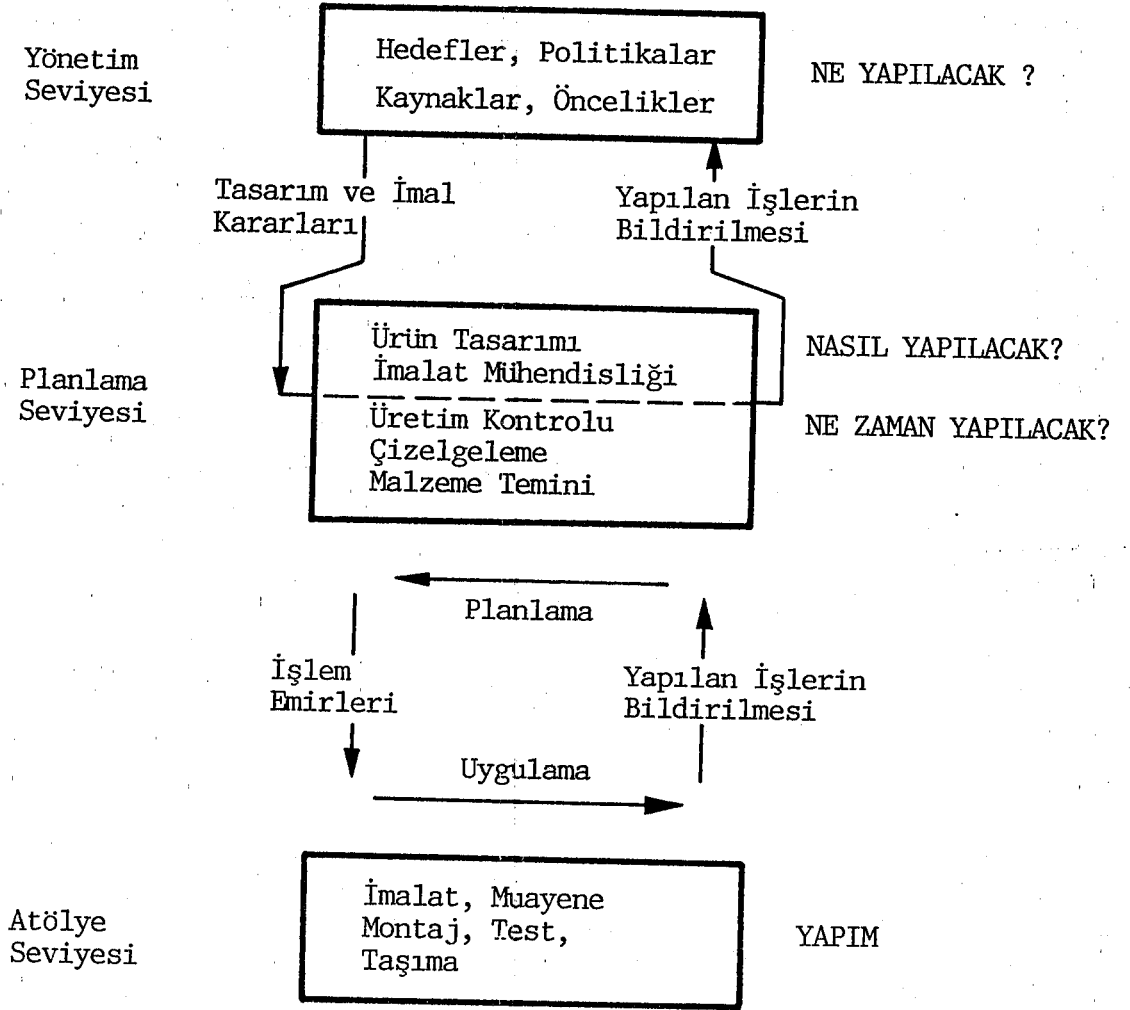
En alt düzeyde ise gelen planların yürütülmesi yapılır. Bu kademelerin her biri, altındakine talimat, üstündekine rapor vermek sureti ile Şekil 8'de gösterildiği gibi iletişim halindedirler.

Orta yönetimde, imalat programı sürekli olarak gözden geçirilmektedir ve hem üst yönetim hem de atölye ile karşılıklı iletişim halindedir.

Malzemeler, işçiler, tezgahlar konusunda üretimin kontrol ve planlaması için gerekli bilgilerin kaynağından toplanması ka-

(7) HARRINGTON, J., a.g.k.

dar ; kullanılacağı yere vaktinde, doğru olarak, emniyetle gönderilmesi de önemlidir. Bu akışı sağlıklı bir şekilde sağlayabilmek içinse, yönetimin bilgi üretimi, iletimi, kullanımı ve saklanması ortamında başarabileceğini bilerek tasarlanmış sistemlerin yürütülmesine gerek vardır. Bu çalışmanın amacı ise yönetimin bütün kademeleri için bu ortamı sağlayacak, kolay anlaşılır ve çabuk sonuç alınabilir bir sistem önermektir.



ŞEKİL 8 : Kararlar, Emirler, Raporlar (8).

(8) HARRINGTON, J., a.g.k.

I.2 ÜRETİM SİSTEMLERİNDE PLANLAMA

1.2.1 Planlamanın Gereği

Sanayide verimliliğin artması, insan gücü, malzeme, makina ve donanım gibi üretim faktörlerinin en uygun biçimde kullanılması ile gerçekleştirilebilmektedir.

Kaynakların en verimli biçimde kullanılmaları için yapılan planlama, izleme kontrol, sipariş, stoklama ve alım çalışmaları üretim planlaması ve kontrolü kapsamına girmekte, üretim planlama ve kontrolü üretim yönetiminin adeta kendisi olarak görülmektedir.

Bilimsel anlamda bir plandan yoksun olan örgütlerde üretim faktörleri iyi değerlendirilemez. Ancak yeterli plan ile üretim faktörlerinin en ekonomik biçimde kullanılması sağlanmış olur.

İş akışını, aşırı stokları ve üretim hızındaki değişimleri yönetecek politikalar ve yordamlar dizisi "Üretim Planlaması ve Kontrolü Sistemine" oluşturur. Sistemin etkin bir biçimde yönetimi ile istenilen ürünler en küçük maliyet gideri ile istenilen vasıflarda sağlanabilmektedir.

Değişik müşteriler, değişik taleplerde bulunabilirler : Talepler nicelik ve teslim tarihleri bakımından farklılıklar gösterebilirler. Böyle durumlarda müşteri doyumunu ve ekonomik üretimi aynı anda gerçekleştirebilmek için zamana göre programlama yapılarak stok için üretilen, müşteri talebini kısmen veya tamamen stoktan karşılamak yolu ile eniyileme yapılabilir.

Herhangi bir üretim süreci başlamadan önce hammaddeye, bazı durumlarda da özel araçlara gerek duyulur. Kimi parçalar üretilmez, dışarıdan alınır ve montaj başlamadan hazır bulundurulur. Planlama ve kontrol faaliyetleri hammadde, özel araç ve satın alınmış parçaların istenilen zamanda, istenilen miktarda işletmede hazır bulundurulmasını sağlar. Böylece üretimin verimli biçimde gerçekleşmesini sağlayacak araçlar olurlar.

Pazardaki toplam talep zamanla değişir, mevsim, konjonktür ya da büyüme dolayısı ile olan bu değişiklikler ortalama sipariş hızını etkiler. Hem toplam miktar hem de ürün karışımı yönünden oluşabilecek bu talep değişikliklerine karşı da yine üretim planlaması ve kontrolü vasıtası ile cevap verilebilir.

İş ortamının karmaşık ve dinamik yapısı dolayısı ile, üretim işlemlerinde müşteri siparişlerinin ivediliği, işçinin iş gelmemesi, makinaların bozulması ya da malzeme yokluğu gibi türlü engellemelerle karşılaşılır. Planlama ve kontrol da bu faktörler de gözönünde tutularak bir çözüm yolunun bulunması sağlanır.

Bu sebeplerden, kontrol ve yönetimden önce planlama yapılmalıdır. Örgütler hedeflere ulaşma şanslarını artırmak için planlama yapmak zorundadırlar.

Planlamanın önemli zaman ve enerji harcamasını gerektirmesi, fertlerin dikkatini devamlı olarak geleceğe çekmesi yanında kendisini örgütlerin varlığını sürdürmek ve başarıya ulaştırmak konusunda vazgeçilmez yapan şu yararları vardır :

- Zaman ve emek israfını azaltır.
- Yöneticinin dikkatini amaca yöneltir.
- Çabaları uyumlaştıracak bir ortam sağlar.
- Bütün personelin dikkatinin istenen amaçlar üzerinde toplanmasına yardım eder.
- Buhanlı durumlar, gecikmeler gibi zarar verici etkenleri önceden görüp gerekli önlemleri almak fırsatını verir.
- Daha rasyonel kural ve yöntemlerin geliştirilmesini sağlar.
- Yürütme yetkisinin göçerilmesi kolaylaşarak, yöneticinin zamanından tasarruf sağlar.
- Kontrol için gerekli standartların temeli atılmış olur.
- Bütün kaynakların amaca yönelik olup olmadığını kontrol imkanı vererek çaba ve faaliyetlerin en etkin ve en akılcı bir şekilde başarılmasını sağlar.

I.2.2 Planlamanın Amaçları ve Üretim Sistemindeki Yeri

Genel olarak üretim sisteminin amaçları,

- Arzu edilen ürünü üretmek.
- Arzu edilen üretim hızını sağlamak.
- Toplam üretim maliyetini enazlamaktır.

Bu amaçlar çoğu kez birbirleri ile çatışır durumdadır. Bu yüzden yöneticiler, üretim sisteminin tasarımında, planlanmasında ve denetiminde karşılaşılan problemlere bu amaçları dengeleyen en iyi çözümleri aramaya çalışırlar. Ancak sistemde yeterli bilgi bulunmaması, tüm seçeneklerin belirtilememesi ve en iyi çözümün zaman ve ortama bağlı olması dolayısı ile en iyi çözüm yerine tatmin edici çözümlerle yetinilir.

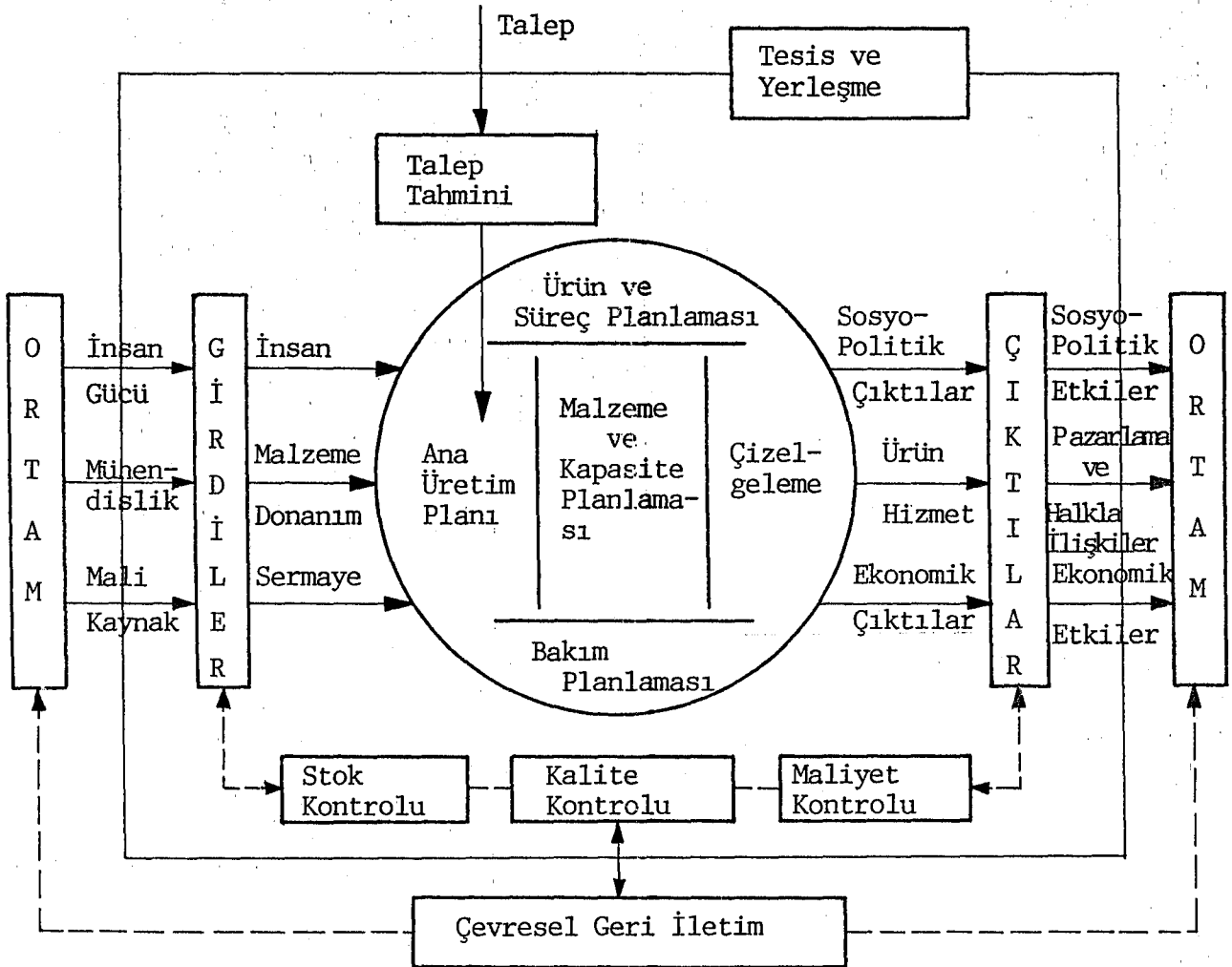
Üretim sisteminin kurulmasından tasfiyesine kadar geçen aşamalarda bir seri karar problemine çözüm aranır.

Sistemin doğuşu sırasında hedefler, amaçlar üretilecek ürün veya hizmetler belirtilir. Pazar araştırması, üretilebilirlik, mali kaynaklar araştırılıp karar verildikten sonra ürünün ve üretim kapasitesinin tasarımı yapılır. Sistemin kapasitesi belirlenip, tesisin yeri, kullanılacak donanım ve yerleşim şekli kararlaştırılır. Üretim, stok ve kalite kontrol alt sistemleri tasarlanıp, üretim sistemi işletmeye alınır. Bu aşamada tasarım ve yönetimden doğan aksamalar düzeltilir ve üretim sisteminin düzenli bir biçimde aksamadan ve bozulmadan işlemesi için gerekli bakım planlaması yapılır.

Yeni ürünlerin ortaya çıkması, teknoloji ve ekonomideki gelişmeler, kanunların değişmesi, talep dalgalanmaları gibi etkilere karşı üretim sisteminin kendini uyarlaması ve yenilemesi gerekir. Ortamdan veya sistemin kendi içinden kaynaklanan etkilere karşı kendini koruyamayan üretim sistemleri kendilerini tasfiye etmek zorunda kalırlar. Bu son aşamada en az zararla üretim faa-

liyetinden çekilmek için tasfiye stratejileri benimsenir.

Üretim sisteminin ömrü boyunca, yönetime ilişkin kararlar, bir dizi alt sistem vasıtası ile verilmektedir. Bu alt sistemlerin üretim sisteminin girdi-çıkıtı ilişkisi tablosundaki yeri Şekil 9'da belirtilmiştir.



ŞEKİL 9 : Altsistemler ve Girdi-Çıkıtı İlişkisi (9)

Planlama başlığı altındaki alt sistemlerden, ürün ve süreç planlaması ile bakım planlaması bu çalışmanın kapsamı dışında tutulmuştur. Planlama türlerinden ise ileride etraflıca bahsedilecektir.

(9) SAATÇIOĞLU, Ö., "Üretim Planlama Sistemleri", MPM Yayınları, Sivas, 1984. s. 14.

I.2.3. Planlamanın Özellikleri ve Türleri

Buraya kadar üretim sistemi içindeki yeri açıklanan "Planlama" kavramı, değişik kişilerce, farklı şekillerde anlaşılmaktadır. En basit bir şekilde olmak üzere, neyin, ne zaman, nasıl, nedere ve kim tarafından yapılacağını önceden kararlaştırma sürecidir. Bir başka tanıma göre : "Bir amacı gerçekleştirmek için en iyi davranış biçimini seçme ve geliştirme niteliği taşıyan bilinçli bir süreçtir " (10).

Üretim Planlaması için APICS tarafından verilen tanım oldukça kapalıdır : "Üretim Planlaması, gelecekteki imalat faaliyetlerinin düzeylerini veya sınırlarını belirleyen fonksiyondur" (11).

Üretim sisteminin dış ortam ile olan ilişkisine ağırlık veren bir tanım ise "Pazar talepleri ve üretim imkanları arasında müşteri isteklerini doyurup üretim aktivitelerinin ekonomik işlemlerini sağlayarak en büyük etkenliğin temini yönündeki ilişkiyi geliştirmek süreci" olarak verilmektedir (12). Kısa ve açık bir tanım ise "Bir şeyi yapmadan önce sonuçlarını düşünmek" (13) şeklindedir.

"Planlama, yapmadan önce düşünerek, amaçların sınıflandırılması, ihtiyaçların gözönüne alınması, politikalar, diğer programlar, kaynaklar ve hedefler arasından en avantajlı yolun seçilmesiyle bir yöntem önerme " (14) olarak da tanımlanmaktadır.

-
- (10) TOSUN, K., "İşletme Yönetimi", Savaş Yayınları : 3, Ankara, 1982, s. 47.
- (11) TOSUN, K., a.g.k.
- (12) YELKEN, N., "Üretim Planlaması ve Kontrolü", E.Ü.Yayınları, İzmir, 1978, s. 22.
- (13) STEINER, G., "Managerial Long Range Planning", Mc Graw-Hill Comp. New York, 1963, s. 308.
- (14) SHANK, R., "Planning to Meet Engineering Goals", American Manegamene Association, Inc. New York, 1961, s. 37.

Bu tanımlardan hiç biri belli bir üretim durumuna tam olarak uymamakta, ancak planlamanın önemli özelliklerini yansıtmaktadırlar. Bütün bu tanımlardan çıkarılabilecek sonuçlar şunlardır :

- Planlama, amaç, hedef, araç, kişi, zaman, yer ve yöntemlerle ilgili bir seçim, tercih ve karar sürecidir.

- İleriyi isabetle görmenin büyük rol oynayacağı, geleceğe dönük, belli bir zaman süresini kapsayan, belirleyici, ne yapılması gerektiğini gösteren, planlayıcı, düzenleyici, uyumlayıcı bir nitelik taşıyan, bilinçli bir seçim sürecine dayanan bir kararlar toplamıdır.

- Planlama, tıpkı örgütlenme gibi yüksek kademe yöneticilerinin temel işlevleridir. Ancak, belli bir uzmanlık isteyen bu önemli işlevlerin teknik ayrıntı ile ilgili yönleri, danışma organlarına yaptırılabilir. Danışma (kurmay) organlarının hazırladıkları planlar, ilgili yüksek yönetici tarafından onaylanmadıkça uygulanabilme yetenekleri yoktur. Planlama gerçekte yüksek yönetimin yetki sınırları içinde olduğundan örgütlerde oluşturulan planlama bölümleri ancak danışma organı niteliğine sahip olabilirler.

İyi bir plandan beklenen nitelikler arasında ise şunlar sayılabilir :

- Açık, seçik, kesin ve kabul edilebilir bir amaca sahip olmalı,

- Örgütün sürekli değişen iç ve dış şartlarına uyum sağlamalı,

- Hem planlama, hem de uygulama safhalarında en az masraf yüklemeli,

- En uygun zaman süresini kapsamalı. Ortam dinamik ve değişken olduğundan, planın kapsadığı süre uzadıkça değişme ihtimali artacağından, sürenin öngörülere bozacak kadar uzun olmaması gerekir. Buna karşılık, sürenin çok kısa olması da plandan beklenen yararların azalması sonucunu doğurur.

- Karşılaşılabilecek direnmeleri de en aza indirecek önlemleri beraberinde getirmeli,
- Çeşitli ögeler arasında denge sağlamalı,
- Yeni yetki, mevki ve araçlar yaratmadan önce eskilerden yararlanmayı sağlamalı.

Planlama konusunun daha iyi anlaşılabilmesi için plan türlerini sınıflandırmakta yarar vardır. Ancak tanımda olduğu gibi, sınıflandırma konusunda da tam bir görüş birliği yoktur.

Planlar en genel şekli ile -Program bütçe ve proje- gibi tek kullanımlı ve -Politika, yöntem, kural- gibi sürekli olmak üzere iki ana gruba ayrılabilir (15). Burada :

- Program, planın uygulanması ile ilgili ayrıntıları içeren ve bir amacın gerçekleştirilmesi için gerekli olan aşama ve adımları, her birinden sorumlu olan kişileri ve her bir aşamanın süresini belirleyen plan olup, politika, yöntem, kural, iş bölümü gibi planların birleşmesinden oluşan bir karışımdır.

- Bütçe, bir faaliyetin tahmin edilen sonuçlarını sayılarla anlatan bir plandır.

- Proje, genel bir programın, birbirinden oldukça kesin bir biçimde ayrılan bölümüdür.

- Politika, davranış ve faaliyetlerin yerine getirilmesinde personele yol gösteren genel davranış planıdır.

- Yöntem, hedefe ulaşmak için adım adım nasıl hareket edileceği, birbirini izleyen ne gibi işlerin görüleceğini belirtir. Politika yöntem ve kurallar sırasıyla daha ayrıntılara doğru bir düzen kurarlar.

Daha yaygın olarak tanınan bir başka sınıflandırma ise uzun, orta ve kısa vadeli ana planlar ile uygulama planları şeklinde gruplandırma (16). Burada : Uzun vade ile beş yıl ve daha

(15) TOSUN, K., a.g.k.

(16) VERNON, I.R. "Introduction to Manufacturing Management" Society of Manufacturing Engineers Series Michigan, 1969, s. 26.

fazlası, orta vade ile iki-üç yıl, kısa vade ile de bir yıl anlaşılakta, uygulama planları olarak da Tesis planlama, takım - teçhizat planlama, ürün tasarımı ve işlem planlama, insan gücü planlama, bakım planlama gibi özel sahalar kesdedilmektedir.

Öte yandan, tesis ve üretim planlama kararlarını iki ana grupta toplamak mümkündür (17) : Bunlar, üretim kaynaklarının teminine ilişkin kararlar ve üretim kaynaklarının tahsisine ilişkin kararlardır.

Stratejik ve taktik kararlar olarak da adlandırılabilen bu kararlardan kaynak teminine ilişkin olanları tesis adet ve yerlerinin saptanması, yerleşim düzenlerinin belirlenmesi, dağıtım ulaşım ve iletişim ağının tasarımı gibi kararlardır. Kaynakların tahsisine ilişkin olanlar ise kısa vadeli kapasite planlaması, envanter kontrolü, üretim çizelgelemesi, tezgah yüklenmesi şeklinde gruplandırılır. Üretim planlaması denilince esas olarak bütünleşik bir sistem düşünölmekte ve-değişik isimlerde de olsa iki aşamalı bir yapı anlaşölmaktadır.

İlk aşama, müşteri taleplerine dayanarak ve stokta taşıma ile değişik zamanlardaki üretim maliyet ve imkanlarını gözönüne alarak bitmiş mamulün ne zaman ve ne miktarda üretilmesi gerektiğini tesbit etmeyi amaçlar. Bu aşama genellikle ana çizelgeleme veya ana üretim planlaması olarak adlandırılmaktadır. Ürün tek bir üretim işlemi gerektiriyorsa, bu tek aşama üretim planlamayı gerçekleştirmeye yetmektedir. Bu yüzden Proses tipi sanayilerde üretim planlaması tek aşamalı bir modele dayandırılabilir. Ancak, bitmiş ürünlerin, çeşitli sayıda ve değişik üretim kaynaklarını gerektiren parçaların montajından oluştuğu durumlarda, hem ana çizelgelemeyi ve hem de üretim kaynaklarının za-

(17) SAATÇİOĞLU,Ö., a.g.k.

man temelinde çeşitli parçaların üretimine atanmasını tek bir modelle çözümlmek pratik açıdan pek geçerli olmamaktadır. Bu yüzden ayrıntılı üretim planlamasını gerçekleştirecek üretim çizelgelemesini ana çizelgelemenin altında ikinci bir aşama olarak ele almak pratik açıdan çözüm kolaşlığı getirmektedir.

I.2.4 Planlama ve Kontrol İlişkisi

Planların başarıya ulaşması için uygun bir şekilde uygulanması ve kontrolü gerekir. Yönetim, planlama ile başlar. Başkalarına iş gördürebilmek için önce neyin, ne zaman, nerede, hangi araç ve yöntemlerle gördürülebileceğinin belirlenmesi gereklidir. Plan oluşturulduktan sonra, üretim araçları ile personele belli bir düzen verilmesi, personelin harekete geçirilmesi, onu sürekli kontrol ve gözetim altında tutarak her şeyi istenen biçimde yapıp yapmadığının belirlenmesi, yanlış ve kusurlarının düzeltilmesi, eksikliklerinin tamamlanması ve hatta gerekirse planla değişiklik yapılması gerekir.

Planın uygulanması için yöneticinin yönetim işlevlerine ilişkin olarak görmesi gereken işler örgütlenme, emir-komuta, uyumlaştırma ve kontroldür.

Örgütlenme, işlerin belirlenmesi gruplandırılarak en uygun iş bölümü ve uzmanlaşma ile işgörenlere en etkili ve verimli şekilde yerine getirilmesini sağlayacak şekilde dağıtılması, bu işler için gereken kural ve politikaların belirlenmesidir. İşgörenlerin harekete geçmesi ancak örgütlenmeden sonra başlayabilir. Ancak, bunun için üstlerin kendilerine ne zaman harekete geçeceklerini, neyi, nasıl yapacaklarını bildirmesi gerekir. Bu, bir haberleşme mekanizması ile, işgörenlerin gerekli emirleri iletmesiyle olur. Emirlerin yerine getirilmesi için, işgörenler tarafından zamanında alınması, içeriklerinin anlaşılması ve kendilerinden beklenen davranışın yetenek ve güçleri ölçüsünde olması gereklidir. Emirlerin uygulanması için, işgörenlerin uygulama-

yı istemeleri şarttır. Bu isteğin oluşması, bir takım özendirme araç ve yöntemlerine baş vurmakla olur. Bütün bu işler, yöneticinin emir-komuta veya yürütme adı verilen işlevini oluşturur.

"Teknik, mali, ticari ve benzeri faaliyetlerin kuruluşun diğer kısımları üzerindeki etkilerini hesaba katmak" olarak tanımlanabilen uyumlaştırma, planlama, örgütleme, emir-komuta, personelin yetiştirilmesi ve kontrol gibi işlevlerin bileşkesi olup bunlarla sıkı bir şekilde ilişkilidir. İyi bir koordinasyonla, kuruluş onu oluşturan üretim etmenlerinin yalın bir toplamından daha fazla bir değer kazanır.

İşgörenler harekete geçip çalıştıkça, adım adım üretim, satış, gelir gibi beklenen sonuçlar oluşur ve bu sonuçlar aracılığı ile amaçlara yaklaşılmış olur. Her şeyin planda, örgütte ve emirlerde belirtildiği gibi oluşup oluşmadığını araştırmak da kontrol işlevi kapsamındaki işler aracılığı ile gerçekleştirilir.

Diğer işlerin neyi, nasıl ve hangi ölçüde başardığını araştıran kontrol, "önceden saptanmış politika ve kararlar dolayısı ile gene önceden saptanmış işletme araçlarına yöneltilen güçtür" (18). Başka bir tanıma göre "üretim çalışmalarındaki aksamaları ortaya çıkaran ve geri besleme işlemi aracılığıyla üretim çalışmalarına ilişkin aşamaların önceden saptanan plan ve programlara uygun olarak gerçekleşip gerçekleşmediğini dinamik bir süreklilikle izleyen bir işlev" (19) olarak tanımlanmaktadır.

Ne yaptığımızı, nereye ulaştığımızı, nerede bulunduğumuzu belirtmeye yarayan kontrol işlevi başlıca şu evrelerde gerçekleştirilebilir (20)

-
- (18) LAMBKİ, B.C., "Administrative Control and Executive Action" Merril Books Inc., Colombus, Ohio, 1964, s. 8
- (19) ÖZGEN, H. "Üretim Planlama ve Kontrol" Adana İ.T.İ.A, Adana, 1976, s. 12.
- (20) LEVİN, R. "Production/Operation Management", Mc Graw - Hill Co., USA, 1977, s. 28.

Standartların belirlenmesi, fiili durumun saptanıp yorumlanması, standartlarla gerçekleşmiş durumun karşılaştırılarak sapmaların belirlenip yorumlanması, sapmaların sebeplerinin araştırılıp düzeltici sistemlerin belirlenmiş bulunan standartların uygulama personeli tarafından gereği gibi uygulanıp uygulanmadığının araştırılması kontrol görevi taşıyan kişiler tarafından yapılan işlerdir. Kontrol yetkisi, temel olarak yönetici durumunda bulunan üstler tarafından kullanılır. Ancak üst yönetimin zamanı, enerjisi, bilgisi, uzmanlık dalı, bu kontrolu gereği gibi yapmasına uygun olmadığı durumlarda üst, bu yetkisini başkasına devredebilir.

Kişisel gözlem, iç kontrol, başabaş grafiği, istatistikler ve raporlar, bütçeler başlıca kontrol araç ve yöntemleridir. Kontrol içinde bir temel teşkil edecek daha geniş kapsamlı ve sistematik olan planlama tekniklerinden ise ilerideki paragraflarda bahsedilecektir.

I.2.5 Planlama Ortamı ve Bilgi Sistemi

Bugün yöneticilerin planlama konusunda kullanabileceği çok çeşitli araçlar mevcuttur. En basit üretim işlemi bile, neyin, ne zaman, hangi kaynaklarla yapılacağına kararlaştırılmasını yani bir üretim planı veya bir çizelgeleme hazırlanmasını gerektirir. Yöneticiye yardımcı olmak üzere Gantt diagramları gibi şematik araçlar yanında bir çok niceliksel teknik geliştirilmiştir.

Geleceğin imalat yöneticisinin başarı ölçüsü-işleri ayrı ayrı ele alıp çözümlenmek yerine- sistemi bir bütün olarak alıp bütünleştirme yeteneği olacaktır. Sistemin tamamını görebilmek için ihtiyacı olan yardımı sağlayacak planlama araçlarından başlıcaları, kaynak tahsisi, kuyruk teorisi, ağ çözümlenme ve benzetimdir. Kaynak tahsisi "İnsan, tezgah, para, yer ve malzeme gibi sınırlı kaynakların en iyi sonucu alacak şekilde nereye uygulanacağı" sorusuna cevap arar ve doğrusal programlama, dinamik

programlama gibi tekniklerden faydalanır. Kuyruk teorisi, "müşteriye hizmet için kaç adet tesise gerek vardır" sorusuna cevap arar. Alınan sonuçlardan başka, yönetimin bu tip problemlere bakiş açısına yaptığı katkılar bakımından da değer taşır. Ağ çözümlene teknikleri, bir çok ayırık olay arasındaki ilişkileri zaman bazında değerlendirmeye yarayan bir yaklaşımdır. Benzetim ise, gerçek dünyada uygulama yapıp riske girmeksizin, muhtelif teklif ve alternatif çözümlerin farazi olarak denenip sorunların ve zayıflıkların ortaya çıkarılabilmelerini sağlar. Model kurma tekniklerinde ve büyük ölçekli bilgisayarlardaki gelişmeler benzetimi, yönetim için diğerleri yanında -veya onların yerine- kullanılabilecek güçlü bir araç haline getirmiştir.

Bütün bu ve benzeri araçların kullanılması, sistemli bir şekilde düzenlenip saklanan verilerden faydalanmayı gerektirir.

Bilginin bu şekilde saklanması, bakımı ve gerektiğinde gerek duyan kişiye sunulması ancak bir "bilgi sistemi ortamında" olabilir. Söz konusu bilgi sistemi, ister "Kayıt İşleme", ister "Yönetim Bilişim" isterse "Karar Destek Sistemi" şeklinde olsun veriler "tutanak" ve "kütükler" şeklinde düzenlenirler. Alfabetik veya numerik karakterler bir araya gelerek, anlamlı "bölünmez alanları" oluştururlar. Parça numarası, gibi bu bölünmez alanlar daha küçük alt alanlara bölündüklerinde taşıdıkları anlamı kaybederler. Bölünmez bir kaç alan bir araya gelerek "İşlem Süreleri" gibi bölünebilir, bölündüğünde anlamını tamamen kaybetmeyen alanları oluştururlar. Bölünebilir ve bölünemez bir kaç alan bir araya gelerek tutanakları meydana getirirler. Parça numarası, parça adı, işlemler, süreler gibi alanlar bir araya gelerek "işlemler" tutanağını oluşturur. Bütün parçalar hakkındaki tutanaklar bir araya geldiğinde "işlemler" kütüğü oluşur.

Bir örgütte ihtiyaç duyulan bütün verilerin yer aldığı kütüklerin tamamı "veri tabanı" olarak bilinir. Bir veri tabanı,

birimler hakkındaki temel bilgiler yanında değişik birimleri birbirine bağlayan ilişkileri de gösterir.

Bütünleşik bir veri tabanı ile gereksiz veri saklama işleri azaltılabilir, saklanan verinin paylaşılması mümkün olur, standartların konulması sağlanır, gizlilik kısıtlamalarının uygulanması kolaylaşır, verinin doğruluk ve duyarlılığın arttırılması ve çelişen tercihler arasında daha uygun bir denge sağlanabilir.

Bir tek veri kütüğüne dayanan ve verinin işlenmesi için bir tek uygulama programına gerek duyan "bordro" benzeri uygulamalar "Kayıt İşleme Sistemleri" olarak bilinirler ve veri tabanına gerek duymaksızın çalışabilirler. Yönetim Bilişim Sistemleri ile Karar Destek Sistemlerinde ise veri tabanı kullanmak şarttır.

Yönetim Bilişim Sistemleri, birbirleri ile ilişkilendirilmiş bir kaç veri kütüğü ve çeşitli karar modellerinden oluşmuşlardır. Belirli aralıklarla, içerikleri ve biçimleri yine tasarım aşamasında belirlenmiş raporlar üretirler. Gerektiği anda istenen verileri sağlarlar, sisteme ait değerler belli sınırların ötesine geçerse gerekli yerleri ikaz ederler, benzetim yapabilecek bir ortam sağlarlar.

Yapılandırılmış kararlar için uygun olan Yönetim Bilişim Sistemleri, yarı-yapılandırılmış ve yapılandırılmamış kararlar için yetersizdirler.

Örgütte sistemli bilgi üretme geleneği yerleşmemiş ise, sık sık tekrarlanmayan işler ve yapılandırılmayan karar problemleri durumlarında, çevrenin çok hızlı değiştiği hallerde, tasarımcının nelerin gerektiği konusunda bilgi sahibi olmadığı veya örgütteki yetkileri kısıtlı olduğu takdirde belirli karar modellerine dayanarak içeriği biçimi ve ne zaman üretileceği önceden belirlenmiş raporlar üretmeye yönelik Yönetim Bilişim Sistemlerinin yerine, karar vericiye model seçme serbestliği tanı-

yan, gerek duyulduğunda içerik ve biçimini önemli ölçüde belirleyebileceği bilgi formları üreten Karar Destek Sistemleri daha başarılı olur.

Kullanılan Bilgi sistemi hangi sınıfa dahil olursa olsun, etken, düşük maliyetli, örgüt işlemlerine uygun, bakım onarım ve yenilenmesi kolay, esnek, uzun ve güvenli bir süre çalışabilir olması, kuruluşu ve uygulaması için uygun bir zaman planı bulunması ve büyüme potansiyeline sahip olması istenir.

Bilgi sistemi tasarımı "Bilgisayar işlemlerinin tasarımı" ve "Karar sisteminin tasarımı" olarak ikiye ayrılabilir. Karar sisteminin tasarımı hangi veri kaynaklarının değerlendirileceği, ne tür bilgilerin üretileceği, bilgi akışının niteliği ve sıklığı gibi sorunlarla uğraşır. Bilgisayar işlemlerinin tasarımı aşamasında ise genel olarak bilgisayar sisteminin seçimi, verilerin bilgisayar ortamına aktarılması, programların yazılması ve sınanması, veri tabanının tasarımı gibi işler yapılır.

Örgüt problemlerine sistematik çözümler arandığında, sistem tasarımı büyük ve kapsamlı bir proje olarak ele alınıp uygulanır. Ancak, örgütün kendi bilgi sistemini geliştirmesi halinde, genellikle tasarım işini bu konuda tecrübesi olmayan kişiler yapmak zorundadırlar. Bu da hem tasarım işinin hem de tasarlanan sistemin verimliliğini olumsuz yönde etkiler. Bu sakıncayı ortadan kaldırmak için, büyük bilgisayar firmaları tarafından ticari bilgi sistemi paketleri geliştirilmiştir. Paket sistemler daha önceden sınanmış oldukları için hata yapma ihtimalleri düşüktür. Ayrıca, avantaj ve eksikliklerin ne olduğu bilindiğinden maliyet ve etkinlik kestirimleri daha kolay yapılabilir.

Bütün bu avantajları yanında bu sistemler, genel oldukları için örgütün özel problem alanlarının ihtiyaçlarını karşılamaya bilir ve örgüt kaynaklarının verimsiz kullanımına sebep olur.

Örgütteki tasarımcıların çalışma ve tecrübelerinden faydalana-
rak eski sistemden yenisine geçilmesi daha güvenli ve daha ve-
rimli bir şekilde yapılabilir.

Genel maksatlı paket programların kullanışsız ve hantal
olduğu, örgüte tam olarak uymayan bu programların uygulanma-
larının yeni programlar hazırlamaktan da zor olduğu düşüncesi i-
le önerilen ve parti tipi makina imalatı yapan kuruluşlarda ya-
pılabilecek üretim planlaması çalışmalarına temel teşkil ede-
cek bir bilgi sistemi önerisi bu çalışmanın konusu olmuştur.

İzleyen bölümlerde "veri tabanı" ve "ağ çözümleme tekniği"
gibi çok güçlü iki araç birleştirilerek, örgütteki bütün ilgili-
ler tarafından rahatça anlaşılabilir, kısa sürede uygulamaya
konabilir, etkili ve gelişme potansiyeli olan, esnek bir sistem,
veri tabanı tasarımı ve sınanmış uygulama programları ile bir-
likte tanıtılmaktadır.

İ K İ N C İ B Ö L Ü M

ÜRETİM PLANLAMASINDA AĞ ÇÖZÜMLEME TEKNİĞİ

II.1 AĞ ÇÖZÜMLEME TEKNİĞİNİN GENEL AÇIKLAMASI

Çalışmanın bu bölümünde, veri tabanına dayanarak üretim planlaması için bir araç olarak kullanılabileceği gösterilecek olan "Ağ çözümleme tekniğinin" tanıtılması ile genel maksatlı bir veri tabanından faydalanılarak ağın kurulup, bilgisayar yardımı ile çözülmesi yolunda bir algoritmanın açıklanması yapılacaktır.

II.1.1 Tekniklerin Gelişimi

Planlama, zamanlama ve denetim ile ilgili yeni sayısal yöntemlerin araştırılması ve geliştirilerek uygulamaya konulması, İkinci Dünya Savaşı dönemine rastlamaktadır. Savaş sonrası dönemde ise önce ABD ve Batı Avrupanın gelişmiş ülkeleri ve başta SSCB olmak üzere diğer doğu bloku ülkelerinde söz konusu sayısal yöntemler geniş bir uygulama alanı bulmaya başlamışlardır (21).

(21) TÜMER, M., "Şebeke Planlama ve Analiz Yöntemleri", Sermet Matbaası, İstanbul, 1978, s. 151.

Sayısal yöntemlerin ilk uygulama denemelerinin, önce İngiltere'de başladığı görülmektedir. Imperial Chemical Industries 1955 yılında, Central Electric Authority 1957 yılında şebeke çözümlene yönteminin ilk deneyicileri olarak bilinmektedirler.

PERT ve CPM ise ABD'de 1958 yılında kullanılmaya başlanmıştır. Askeri alanda gösterilen başarılar üzerine sivil alanda da uygulamalara geçildi.

Remington Rand firmasının geliştirdiği CPM yöntemi, 1957 yılında Du Pont firması tarafından benimsendi ve büyük bir sentetik elyaf kombinasyonu projesinde bu yöntem ilk kez olarak uygulandı.

Bugüne kadar pek çok inşaat firmaları, makina, uçak, lokomotif gibi araç ve gereçlerin bakım işleri, yol, köprü ve baraj inşaatlarının tamamlanması ve daha pek çok alanda şebeke çözümlene teknikleri uygulanmıştır. Ayrıca hizmet üretimi alanında da bu tekniğin uygulanması giderek yaygınlaşmaktadır. Ünilever firması aynı tekniği ilk kez ambalaj, reklam ve tüketici grupları ile ilgili araştırma faaliyetlerinde uygulamıştır.

Temelde aynı kavramlara ve aynı mantığa dayanan, fakat kullanma amaçlarına göre değişik modeller içinde sistemleştirilen bu yöntemler, gerekirci (=Deterministik) ve rassal (=Stochastic) olmak üzere iki grupta sınıflandırılabilirler.

Gerekirci yöntemlerin en tanınmış CPM, rassal yöntemlerin en yaygın olarak kullanılanı ise PERT'tir.

- PERT (Programme Evaluation and Review Technique = Proje Değerlendirme ve Gözden Geçirme Yöntemi) :

İşlem süreleri için iyimser, kötümser ve muhtemel süre olmak üzere üç tahminde bulunulur. Sonra beta dağılımına (22) göre hesaplanan beklenen değer, işlem süresi olarak kabul edilir.

(22) GRANT, E., "Hand Book of Industrial Engineering and Management" Printice Hall of India, New Delhi, 1971, s.525.

"Projenin belli bir zaman içerisinde bitirilmesi ihtimali nedir?" sorusuna cevap vermesi beklenirse de kestirim işleminin niteliksel yapısı bu soruların cevaplarının geçerliliğinin pek yüksek olmasına elvermez. Bu yöntemde işlemlerin gerçekleşme biçiminden çok olayların erişilmesine önem verilmektedir. Bu bakımdan PERT olaya yönelik bir ağ çözümlene yöntemidir.

- CPM (Critical Path Method = Kritik Yol Yöntemi) :

Projenin her işlemine başlangıçta bir tek süre tahmini yapılması biçiminde ele alındığından gerekirci bir yaklaşımdır. PERT'ten bir farkı da olaya değil işleme yönelik olmasıdır. Ağ çözümlene modeli olarak en çok tanınan PERT ve CPM dışında yine aynı esaslara dayandığı halde daha özel amaçlar için kullanılmaya uygun olarak bir çok başka model de geliştirilmiş ve bu amaçla paket programlar hazırlanmıştır.

İsimler, ayrıntılar ve kullanım amaçları farklı da olsa bütün bu model ve programlar aynı temellere dayanmaktadır. Bu temeller ile ilgili kavramlar bu kesimin izleyen kısmında açıklanmaktadır.

II.1.2 Temel Kavramlar

Ağ diagramları, en genel anlamda "grafik olarak gösterilen bir takım mantık ve matematik modeller" (23) olarak tanımlanmaktadır.

Daha açık bir tanımda ise : "Ağ diagramı bir sistemin, bir faaliyetin birbirine bağlı unsurlarını bir arada gösteren,

(23) MAKOWER, M.S. "Operations Research" The English Universities Press Ltd. London, 1970, s. 215.

düğüm noktaları ve doğru parçalarından oluşmuş şematik bir gösterimdir (24).

Planlama ve kontrol amacı ile kullanılan diagramlar için dar anlamda yapılan bir tanım ise şöyledir : Bir projeyi oluşturan işlemlerin mantık sırasını ve bu işlemler arasındaki ilişkileri belirten grafik planlama ve izleme sistemleridir(25).

Bu tanımlardan anlaşıldığı gibi ağ diagramları, sistemin yahut faaliyetlerin matematik modelidir, sistemi veya faaliyeti mantık ilişkileri yönünden temsil eder.

Elektrik devreleri ve ulaştırma çizelgeleri gibi planlama ve kontrol dışındaki konularda da kullanılan bu diagramlar, birbirlerine dallarla bağlanmış düğümlerden oluşurlar. Burada, düğümler "olay"ları dallar da "işlem" leri gösterirler. Bir iş ya da projenin gerçekleşmesi için yapılması gereken tüm eylemlerin her birine "işlem" denir. Bir iş ya da projenin zaman akışı içindeki belirli noktalarda varılması gereken aşamalara "Olay" denir.

Süresi olmayan ve bir olayın başka bir olaya bağımlı olduğunu belirtmek üzere varsayılan faaliyetlere "Kukla Faaliyet" veya kısaca "Kukla" denir.

Bir projenin başlangıcı ve bitimi arasındaki çeşitli yollardan, üzerinde işlem sırası en uzun olanına "Kritik Yol" bu yol üzerindeki olaylara "Kritik Olaylar" bu olaylar arasındaki faaliyetlere de "Kritik Faaliyet" denir. Projenin toplam süresini kritik yol üzerindeki faaliyet sürelerinin toplamı belir-

-
- (24) EPİR, B. "Elektronik Hesaplayıcılarla Programlama ve Uygulama", ODTÜ, Hesap Bilimleri Bölümü, Ankara, 1970, s.390.
- (25) SAĞIN, S.K., "Ağ Çözümleme Yöntemleri ile Planlama ve İzleme", Sistem Yayını, No 0 2, Ankara, 1974, s. 9.

ler. Dikkat ve gayretin kritik faaliyetler üzerinde yoğunlaştırılması projenin yönetilmesinde büyük kolaylık sağlayarak, kaynakların gereksiz yere israf edilmesini önler.

Olaylar ve işlemlerin erken veya geç başlamaları ve tamamlanmaları ile ilgili olarak ortaya çıkan terimler, şunlardır :

- En Erken Olay Zamanı (EEOZ) :

Bir olayın, o olayda sonuçlanan faaliyetlere bağlı olarak gerçekleşebileceği en erken zamandır.

- En Geç Olay Zamanı (EGOZ) :

Bir olayın, proje toplam süresini etkilemeden gerçekleştirilebileceği en geç zamandır.

- En Erken Başlama Zamanı (EEBZ) :

Bir işlemin başlayabileceği en erken zamandır.

- En Erken Tamamlama Zamanı (EETZ) :

Bir işlemin en erken bitirilebileceği zamandır.

- En Geç Başlama Zamanı (EGBZ) :

Bir işlemin proje toplam süresini etkilemeden başlayabileceği en geç zamandır.

- En Geç Tamamlanma Zamanı (EGTZ) :

Bir işlemin proje toplam süresini etkilemeden tamamlanabileceği en geç zamandır.

- Pay (Float) ise, yararlanabilecek süre ile işlem süresi arasındaki fark olup dört türü vardır.

- Toplam Pay :

Projenin toplam süresini uzatmaksızın her işlemin başlama ya da tamamlanma sürelerinin geciktirilebileceği süredir.

- Erken Serbest Pay :

Bir işleme ait zamanların, kendinden sonraki işlemlerin başlama zamanlarını etkilemeden geciktirilebileceği süredir.

- Geç Serbest Pay :

Bir işleme ait zamanların, kendinden önceki işlemlerden etkilenmeden geciktirilebileceği süredir.

- Bağımsız Pay :

Bir işlemin, kendinden öncekiler en geç zamanlarında tamamlansalar bile, kendinden sonrakileri etkilemeden geciktirilebileceği süredir.

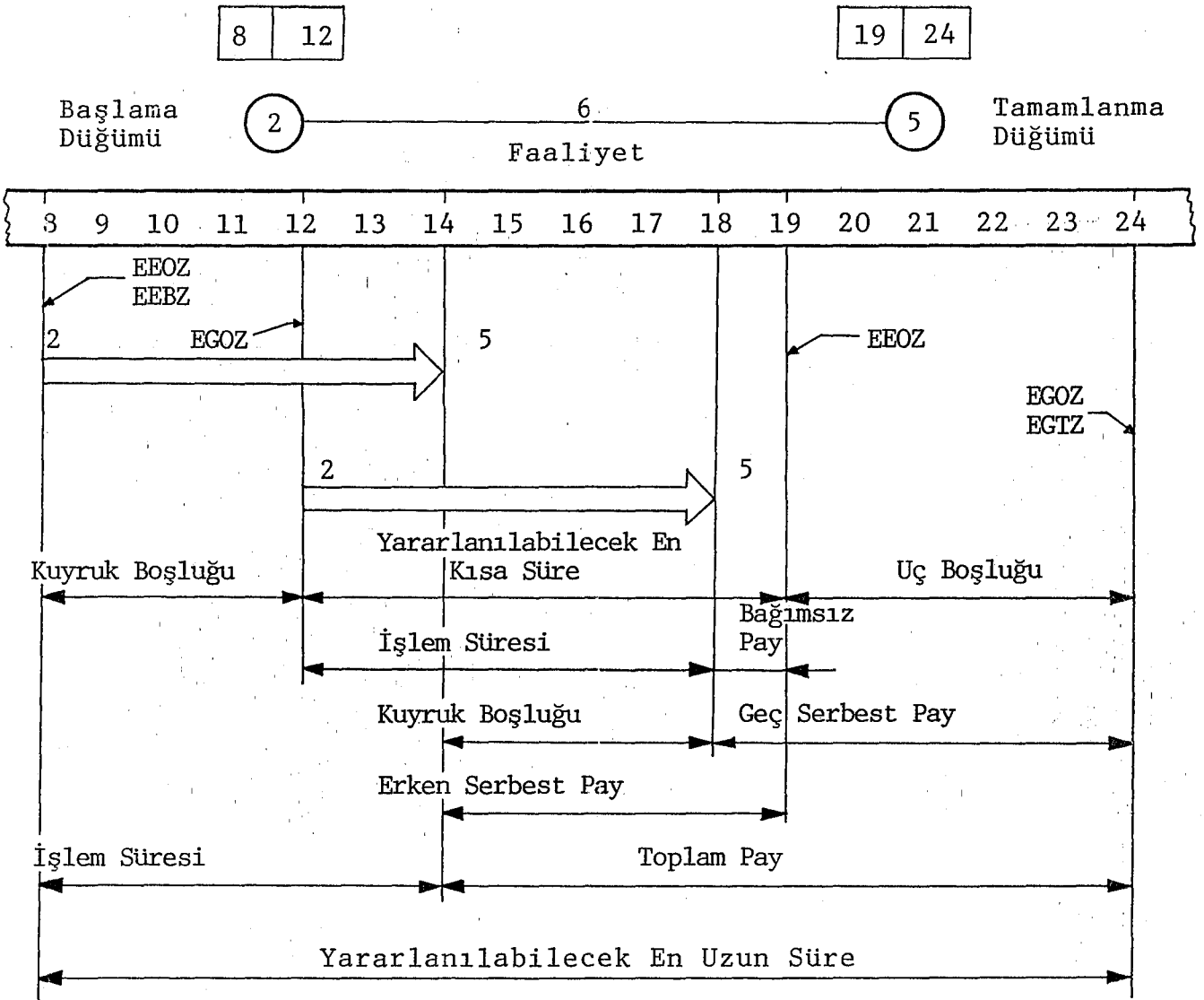
İşlemlerle ilgili pay kavramının ola lardaki benzeri "boşluk" (Slack)'tur. Bir olayın en erken ve en geç zamanları arasındaki farka "Boşluk", başlangıç düğümüne ait boşluğa da "Uç Boşluğu" denir.

Olay ve işlem zamanları ile pay ve boşluklara ait kavramlar, Şekil 10'da gösterilmiştir.

II.1.3 Tekniklerin Yararları

Bir araştırmanın yürütülmesi, bir inşaatın tamamlanması, bir imalatın gerçekleştirilmesi gibi projeler, örgütün sahip olduğu muhtelif kaynaklar ve personelin bütünleşik gayreti ile ilgilidir.

En basit projelerde bile, değişik görevler arasındaki kesin ilişki ve hedefler hiç bir zaman açık değildir. Proje ortaya konulduğunda, büyük bir dikkatle planlanmadıkça tamamlama tarihini kestirmek, ara faaliyetlerin programlanma tarihlerindeki esnekliğe ulaşmak ve kaynak tahsisindeki öncelikleri tespit etmek genellikle mümkün değildir.



ŞEKİL 10 : Boşluklar ve Paylar

Ağ çözümüleme tekniklerinin kullanılması ile :

- Projenin etkinliği büyük ölçüde arttırılır,
- Projedeki değişik görevler için gereken zamanların birbirlerine göre önemleri tanımlanır ve öncelikleri gösterilir.
- Proje kapsamını değiştirmenin sonuçları yeterli duyarlılıkta anlaşılıp ve süratle ulaşma sağlandığından bütün projelerde kaynakların tahsisi ve çizelgelemesi etkili olarak yapılabilir.

- Proje yönetiminde dinamik bir kontrol aracı olarak kullanılır (26).
- Proje yöneticisi, projenin belirli bir andaki görüntüsünü elde edebilir.
- Kritik yol analizinin verdiği bilgiler ile geciken işlemler ele alınıp bu bilgiler sayesinde, kaynaklar, kaybedilen zamanı en etkili bir şekilde kullanacak tarzda, en etkili biçimde tahsis edilebilir (27).
- Planlama sırasında, bütün faaliyetlerin tanımlanması, önemli problemlerin belirlenmesi, genellikle gizli kalan, ara ilişkileri ve kısıtları göstermesi ile yönetime çizelgelemenin yürütülmesi için etkin bir araç olur.
- Esnekliği ile tanınan bu teknikler, değişen şartlar altında bu değişikliklere gerekli tepkiyi gösterecek şekilde programların güncelleştirilmesini sağlar.
- Planlama safhasında, muhtelif alternatiflerin benzeşiminin yapılmasında ve kaynakların eniyi kullanımını için diğer kritik yollarında incelenmesinde kullanılır.
- Planlama ve uygulamayı aynı projenin iki ayrı yüzü olarak birleştirebilir.
- Yönetime daha iyi bilgi vererek performansını arttırabilir.
- İlgili personele proje içerisindeki yerlerini pratik ve psikolojik bir şekilde gösterebilir.
- Görevleri, hedefleri ve sorumlulukları açıkça belirtilebilir.
- Kritik olmayan faaliyetleri göstererek kaynak tasarrufu sağlayıp, ek kaynakların en etkili olacak yerlerde kullanmaları sağlanabilir.

(26) Ayrıntılı Bilgi İçin Bakınız "ICL Network Planning" England, 1970.

(27) GRANT, E., "Hand book of Industrial Engineering and Manegement" Pritice hall of India, New Delhi, 1971, s.525.

II.2 AĞ ÇÖZÜMLEME İLE PLANLAMADA İZLENEN YÖNTEM

Kavramları ve yararları açıklanan ağ çözümüleme tekniği aşağıdaki işlemlerden oluşmaktadır :

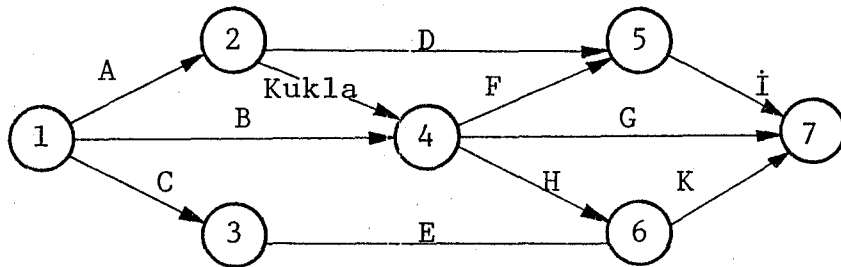
- Ağın kurulması,
- Ağın kontrolü,
- Çözümün elde edilmesi,
- Değerlendirme ve geliştirme,
- Kaynakların dağıtılması,
- İzleme.

II.2.1 Ağın Kurulması

Öncelikle, projeyi oluşturan faaliyetler listelenir. Sonra faaliyetlerden her biri ayrı bir okla gösterilerek aralarındaki mantıki ve teknolojik bağlar belirtilir. Her ok bir işlemi ve akış yönünü gösterir. Okların kavuşma noktaları olan olaylara, küçükten büyüğe doğru numaralar verilir. Böylece süreleri ve kaynakları gözönüne almayan mantıksal ağ elde edilmiş olur.

Ağ diagramının kurulması ve güncelleştirilmesi ile ilgili işlerin yürütülmesi özel bir uzmanlar grubu tarafından yapılırsa, yönetim çok çeşitli ve uğraştırıcı yazı işlerinden kurtulmuş olur.

Şekil 11'deki örnek, ağ diagramları ile belirtilebilecek mantık ilişkilerini göstermektedir.



ŞEKİL 11 : Mantıksal Ağ Örgüsü

On faaliyetten oluşan bu ağda :

- A, B, C faaliyetlerine aynı anda başlanıp, paralel olarak yürütülebileceği,
- D'ye başlayabilmek için A'nın, E'ye başlayabilmek için C'nin, F, G ve H'ye başlayabilmek için de B ve A'nın tamamlanmış olması gerekeceği,
- İ'ye başlayabilmek için D ve F'nin her ikisinin, yine K'ya başlayabilmek için H ve G'nin tamamlanmalarınının gereği,
- Projenin tamamlanmasının ise İ, G ve K işlemlerinin bitirilmelerine bağlı olduğu anlaşılmaktadır.

Ancak makina imalatında faaliyetler çok fazla ve ilişkiler daha karışık olduğundan mantıksal ağın kurulması çok güçtür.

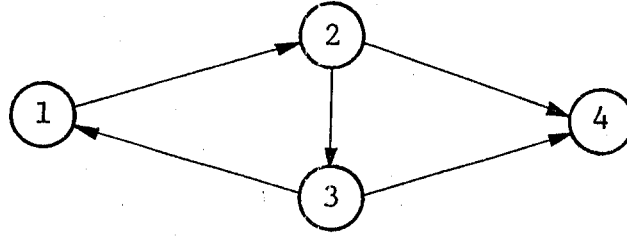
Bu bölümün ileriki kısımlarında makina imalatında ağ kurulması için bir algoritma önerisi verilmiştir. Bu algoritmanın kullanılması ile, ağın kurulması "zihin yormadan" basit, çabuk ve güvenilir bir şekilde yapılabilecektir.

II.2.2 Ağın Kontrolü

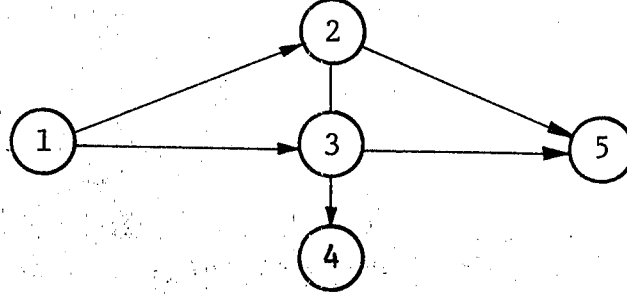
Ağın kurulması sırasında teknolojik, mantık ve matematik hataları yapılabilir. İleride anlatılacak olan algoritmanın kullanılması ile ağ kurma sürecinin düşünceye bağımlılığı kaldırılmış olacağı için teknolojik ve mantık hata yapma ihtimali çok düşük bir düzeye inecektir. Ancak, kurulmuş olan ağın, çözümlenmeden önce matematik hatalar yönünden kontrol edilmesi gerekir. Ağın kuruluşunda ortaya çıkacak matematik hatalar Şekil 12' de açıklanmıştır.

Ağ sıralı olduğundan, bütün faaliyetlerin tamamlanma düğüm numaralarının, başlangıç düğümü numarasından büyük olduğunun görülmesi, halka kontrolü için yeterlidir.

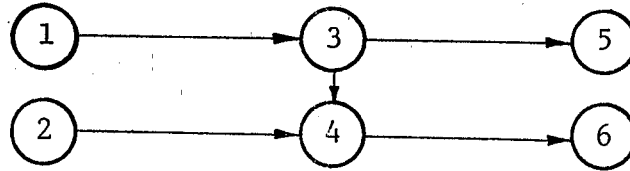
Ağda başlangıç düğümü olarak kullanılmayan bir ve tamamlanma düğümü olarak kullanılmayan yine bir adet düğüm bulunduğunun



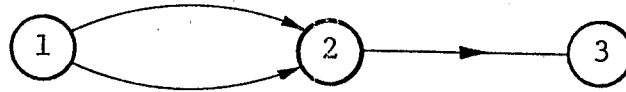
a) 1-2-3-4 olaylar dizisi bir halka oluşturmaktadır.



b) 4 numaralı olay, son olay olmadığı halde bir başka olaya bağlanmamış askıda kalmıştır.



c) Ağda 1 ve 2 olmak üzere iki başlangıç, 5 ve 6 olmak üzere iki bitiş düğümü vardır.



d) 1 ve 2 olayları arasında, birden fazla işlem bulunmaktadır.

ŞEKİL 12 : Ağın Kuruluşunda Yapılabilecek Hatalar

sağlanması gerekir. Bu iki düğüm, sırası ile başlangıç ve bitiş düğümleridir. Ağda bir adet bitiş, bir adet te başlangıç bulunması, bir tek başlangıç ve bir tek sonuç düğümü bulunduğu ve askıda kalan faaliyetler olmadığını gösterir.

Ağın kurulması sırasında oluşabilecek bu hataları bulmak için hazırlanmış olan bilgisayar programları bundan sonraki bölümde ayrıntılı olarak tanıtılmaktadır.

II.2.3 Çözümün Elde Edilmesi

Çözümün elde edilmesinde ilk hedef, her bir olay için en erken ve en geç oluş zamanlarını bulmaktır. Bunlara dayanarak kritik yol tesbit edilir. Faaliyetleri daima küçük numaralı düğümlerden büyük numaralı düğümlere giden sıralı ağların çözümü, sıralı olamayanlarınkinden daha kolaydır. Sıralı bir ağ elde etmek için düğümlerin yeniden numaralanması işlemine "topolojik sıralama" denir. bundan sonraki bölümde -birbiri arkasından çalışarak- topolojik sıralamayı gerçekleştirmek için hazırlanmış olan bilgisayar programları tanıtılacaktır.

Mantıksal ağ çizilip gözden geçirildikten ve doğru olduğu kanısına varıldıktan sonra, ağı oluşturan faaliyetlerden her birinin gerçekleşmesi için tahmin edilmiş olan sürenin verilmesi gerekir.

Bu çalışmada, önceden hazırlanmış olan iş emirlerinde her bir işlem için verilmiş olan tahmini süreler esas olarak alındığından deterministik bir yöntem kullanılmıştır.

Bir numaralı olayın gerçekleşebileceği en erken zaman projenin başlangıcı, yani sıfır zamanıdır. Bundan sonraki olayların en erken olay zamanları sıra ile hesaplanır. Bir olayın en erken oluş zamanı, o olaya yönelen faaliyetlerden en geç biteninin tamamlanma zamanı olarak bulunmaktadır.

Bir projenin tamamlanabileceği en erken zaman, son olayın en erken olay zamanıdır.

Bir projenin başlangıcından sonuna doğru tüm olayların en erken zamanlarının hesaplanarak yazılmasından sonra aynı işlemler geriye tekrarlanır. Her proje gerçekleşebileceği en kısa sü-

S O N U Ç Ç İ Z E L G E S İ

İŞLEM	DÜĞÜM		SÜRE Hafta	EN ERKEN		EN GEC		PAY			
	B	T		B	T	B	T	Top.	ES	GS	Bağımsız
A	1	2	8	0	8	4	12	4	0	4	0
C	1	3	9	0	9	1	10	1	0	1	0
B	1	4	12	0	12	0	12	0	0	0	0
KUKLA	2	4	0	8	8	12	12	4	4	0	0
D	2	5	6	8	14	18	24	10	5	6	1
F	4	5	7	12	15	17	24	5	0	5	0
E	3	6	16	9	25	10	26	1	1	0	0
H	4	6	14	12	26	12	26	0	0	0	0
G	4	7	12	12	24	22	34	10	10	10	10
İ	5	7	10	19	29	24	34	5	5	0	0
K	6	7	8	26	34	26	34	0	0	0	0

Top : Toplam

B : Başlama ES : Erken Serbest
T : Tamamlanma GS : Geç Serbest

ŞEKİL 13 : Sonuç Çizelgesi Örneği

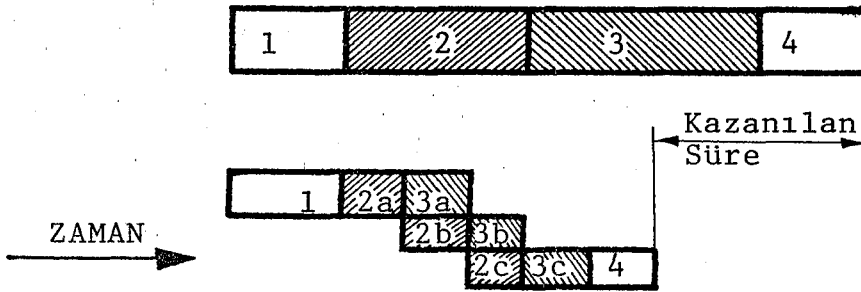
kısıtlamaların uygunluğu, planın iş programı ve izleme için bir temel oluşturmaya elverişliliği ve mali yükümler açısından yapıdır. Bu etkenler arasındaki çelişkilerin en uygun uzlaşma olarak seçilmesi ise yöneticinin kararına bağlıdır. Bunu sağlamak için de çeşitli çözümleri ortaya koyabilmek amacıyla ağ planının istenilen gelişme sağlanıncaya kadar yeniden çizilmesi ve çözümlenmesi gerekebilir.

Karmaşık bir proje söz konusu ise, tüm işlemlerin incelenmesi çok zor, hatta imkansızdır. Böyle durumlarda, dikkati kritik işlemler üzerinde yoğunlaştırarak çözüm arama imkanı, ağ çözümlenme yöntemlerinin en belirgin üstünlüklerinden biridir. Top-

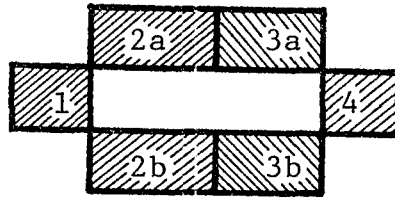
lam süreyi kısaltmanın yolları : işlem sürelerinin kısaltılması, maliyet artışı karşılığında kısaltma ve ağ örgüsünün yeniden düzenlenmesidir. İşlemlerin tek tek ele alınarak incelenmesi "İş Etüdü" çerçevesine girmektedir.

Maliyet artışı karşılığında süre kısaltması ise, fazla mesai, ek vardiya, dışarıya yaptırma, yeni teçhizat alma gibi ilave masraflara katlanmak suretiyle kritik yol üzerindeki faaliyetlerde, dolayısıyla da projenin tamamlanma süresinde kısaltma sağlamaktır. Bunun aksine olarak süreyi uzatıp maliyeti düşürmek yoluna da gidilebilir.

Zamanın kısaltılması gerekiyorsa, Şekil 14'de gösterildiği gibi partileri parçalamak, bir kısım parçanın bir tezgahtaki işi bitince bir sonrakine aktarmak, veya benzer tezgahları paralel olarak kullanmak sureti ile zaman kazanılabilir.



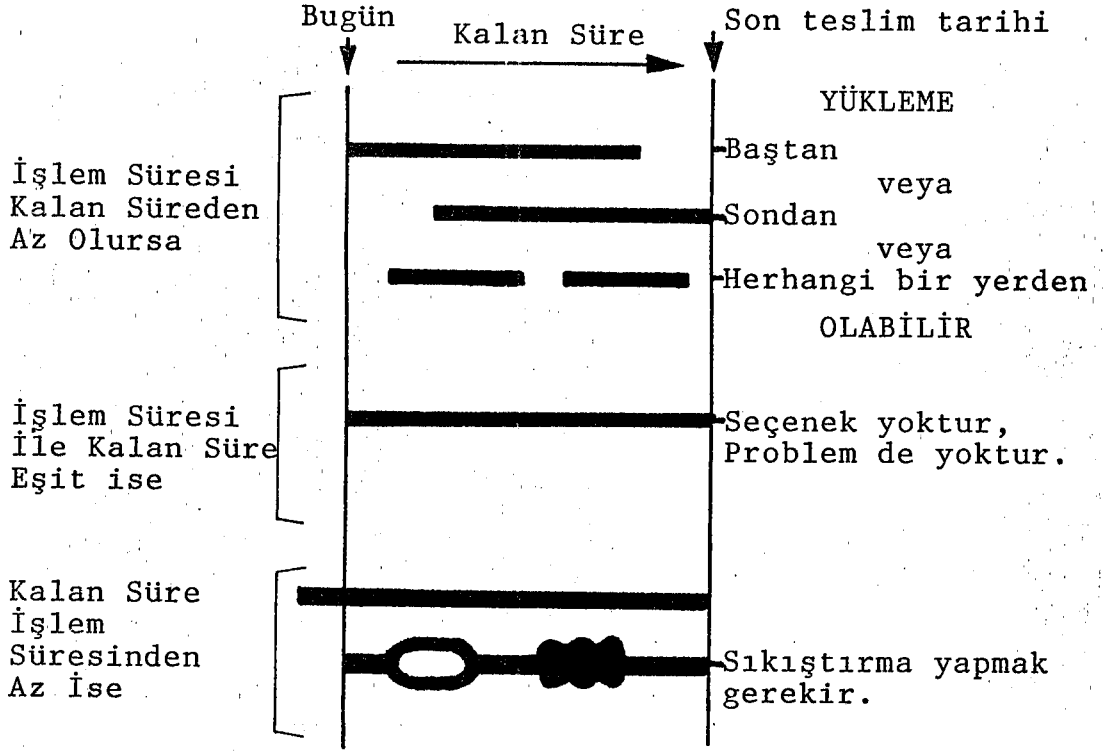
a) Süreçte 2 ve 3 gibi çok uzun işlemler varsa, partiler a, b, c kısımlarına ayrılıp zamanda bindirmeli olarak imal edilebilirler.



b) Birden fazla teçhizat varsa partiler a, b kısımlarına ayrılıp, bu kısımlar paralel olarak işlem görürler.

ŞEKİL 14 : İmalatta Geçen Sürenin Kısaltılması

Sürelerle ilgili olarak çizelgelemede karşılaşılan durumlar ve bir sorunla karşılaşılması halinde Şekil 14'deki çözümlerden birinin kullanılması durumu Şekil 15'de özetlenmiştir.



ŞEKİL 15 : Çizelgelemede Süre Problemleri (28).

Süreyi sıkıştırmak için başvurulabilecek diğer önlemler :

- İşleri taşarona aktarmak,
- Fazla mesai yaptırmak,
- Mümkünse ek vardiya yapmaktır.

Bu yöntemlerle, kritik işlemlerin süreleri kısaltılamazsa işlemler arasındaki ilişkileri yeniden gözden geçirmek, yeni kaynaklar tahsis etmek, süre tayinlerini daha incelikli yapmak

suretiyle ağ örgüsünün yeniden düzenlenip çözülmesi gerekebilir.

II.2.5 Kaynakların Dağıtılması

Buraya kadar anlatılan teknikler, sınırlı kaynakları olan problemleri çözmeye çalışmaz. Faaliyetlerin başlama zamanlarının hesaplanmasında, bunların yürütülmesi için gerekli olan kaynakların hazır olduğu kabul edilir. Halbuki bu durumla genellikle karşılanmamaktadır.

Program hazırlandığında, her faaliyetin başlangıç anında gerekli kaynakların hazır olduğu bilinmelidir. bu hedefe ulaşmak için, ağ çözümleme metodlarına dayalı bir çok kaynak tahsis modeli geliştirilmiştir. Bunlar da birden fazla faaliyet aynı kaynağı aynı anda isterse, öncelik hangisine verilir, sorusuna cevap verecek algoritmalar kullanırlar. Bu modellerin en çok tanınanları RAMPS (Resource Allocation and Multiple Project Scheduling System) ve JAM (Joint Allocation Method) dur.

En iyi çözümü bulan yani sadece eldeki kaynakları kullanarak proje süresini enküçükleyen bir yöntem henüz geliştirilememiştir. Yukarıda belirtilen modeller, eniyiye yakın çözümleri makul bir hesaplama maliyeti ile bulmaktadırlar (29).

Kaynak tahsisi konusu bu çalışmanın kapsamı dışında bırakılmıştır.

II.2.6 İzleme

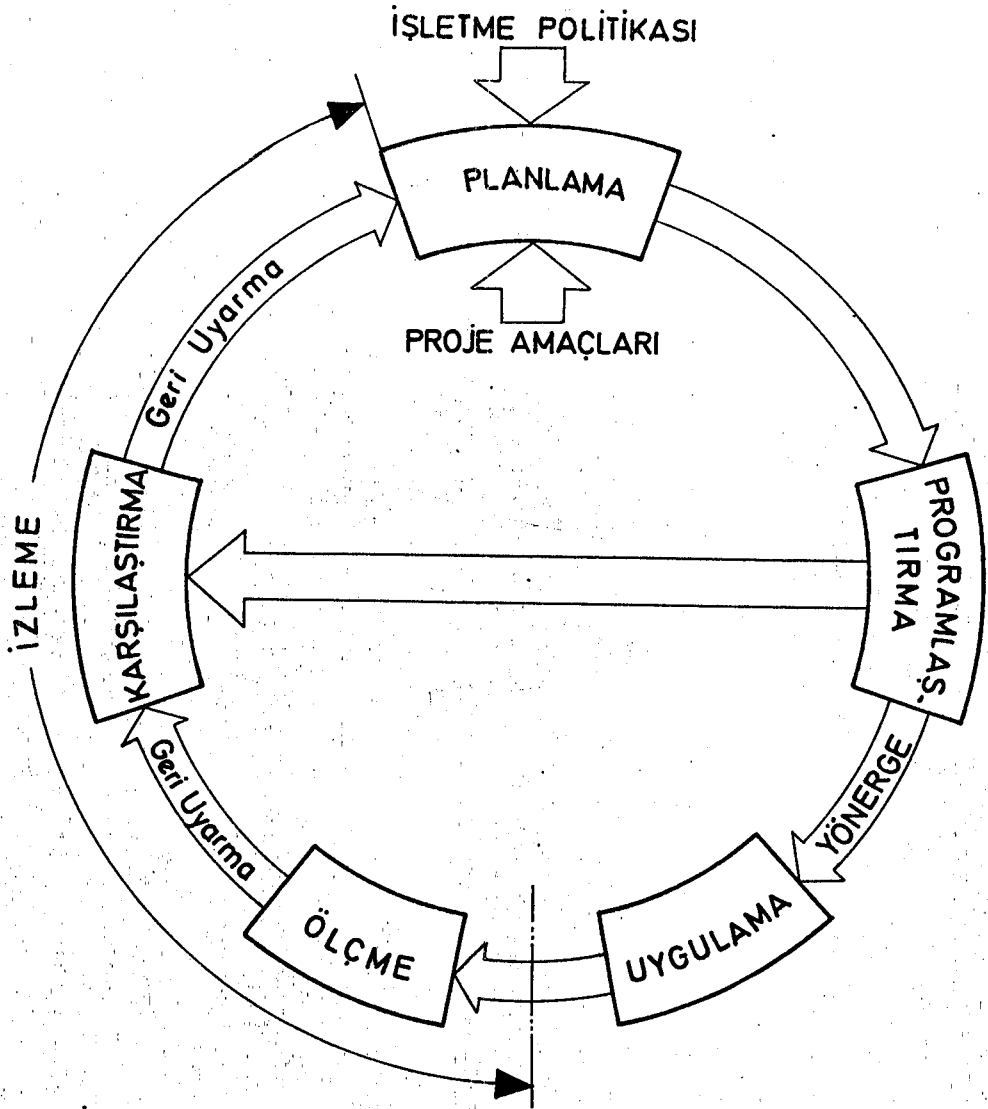
Başlangıçta yapılan plan ve hazırlanan program çeşitli etkenlerin zoruyla değişir. Bunların başlıcaları şöyle sıralanabilir :

(29) GRANT, E., a.g.k.

- Projenin teknik özellikleri ve kapsamında yapılan değişiklikler,
- Bitirme tarihine ilişkin isteklerin değişmesi,
- İşletme politikasındaki öncelik değişiklikleri,
- Çeşitli işlemler arasındaki kaynak dağıtımının değişmesi,
- Mantıksal ağın çizimindeki yanlışlar,
- Beklenmedik teknik güçlüklerle karşılaşılması,
- Bazı malzemelerin öngörülen sürelerde sağlanamaması,
- Sel, yangın v.b. olağanüstü durumların ortaya çıkması.

Bu bakımdan, proje yönetiminin değişen durumlara karşı hemen önlem almak üzere dinamik olması, gerçekleştirilenler ile öngörülenler arasındaki farkları görececek bir sisteme sahip olması gerekir. Şekil 16'da proje yönetiminin belli başlı öğeleri ile arasındaki ilişkiler görülmektedir. Projenin amaçlarına genel politika çerçevesi içerisinde erişebilmek için önce bir plan hazırlanır. Bu plana uygun olarak iş programları düzenlenir ve yönerge biçiminde uygulayıcılara verilir. Uygulamada gerçekleşenler ölçülüp, sonuç ilgililere "geri uyarma" şeklinde iletilir. Bu sonuç öngörülmüş bulunan programla karşılaştırılır ve önlem alınmak üzere, yine bir geri uyarma olarak planlama düzeyine ulaştırılır. Plan buna göre gözden geçirilip yeniden düzenlenir. Bu yeni plana göre program da yeniden ayarlanır. Böylece "Proje Yönetim Döngüsü" denen çark işin bitimine kadar döner.

Genel anlamıyla izleme, yapılan işin ölçülmesi, programla karşılaştırılması ve sapmaların karşılaştırılması ve sapmaların ilgililere iletilmesidir. Ayrıca, proje yönetiminde düzeltici önlem alınmak üzere yapılan yeniden planlama ve karar verme programının gözden geçirilip ayarlanması ve buna göre yeni yönergeler verilmesi süreçlerini, kısacası döngünün -uygulama dışındaki- bütün öğelerini kapsar.



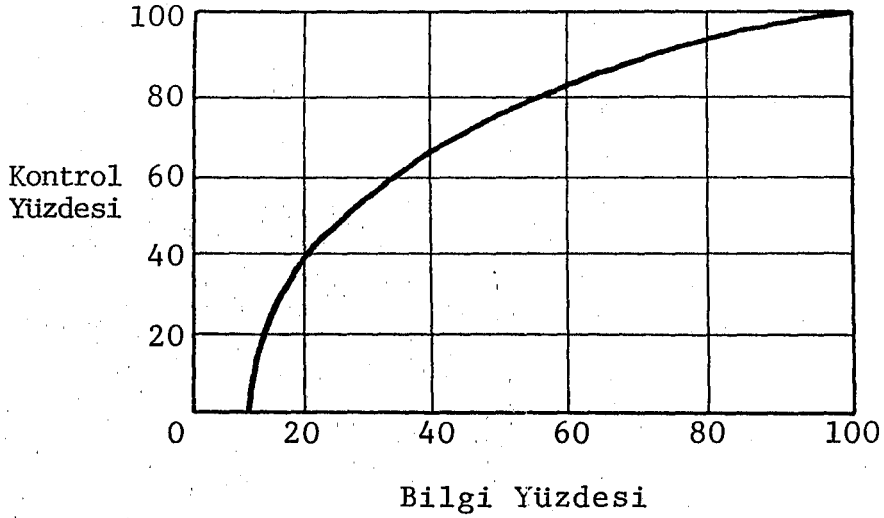
ŞEKİL 16 : Proje Yönetim Döngüsü

II.3 MAKİNA İMALATINDA AĞ ÇÖZÜMLEME TEKNİĞİNİN KULLANILMASI

II.3.1 Ağ Çözümleme Tekniğinin Makina İmalatına Uygulanabilirliği

Hiç bir sistem yeterli bilgi olmaksızın uygun bir şekilde kontrol edilemez. Bir sistem üzerinde kurulabilecek kontrolün, derecesi o sistem hakkında elde bulunan bilginin logaritması ile orantılıdır (30). Bu ilişki Şekil 17'de gösterilmektedir.

(30) DUCKWORTH, E., "Operational Research", Edinburgh, 1965, s. 101.



ŞEKİL 17 : Kontrol ve Bilgi Arasındaki İlişki

Makina imalatında imalat ile ilgili (parça, malzeme, işlem, tezgah, takım, kolaylık v.b.) bilgiler ise çok çeşitli olup, büyük hacimlere ulaştığından, ya eskiden olduğu gibi tecrübeler dayanan, en iyi olmaktan çok uzak kararlar almak veya yönetimi, bilgisayar destekli bir bilgi sistemine dayandırmak gerekmektedir.

Daha önceki bölümde de açıklandığı gibi, üretim bileşim sistemlerinin -yapılandırılmamış problemler karşısında- yetersiz kalması yüzünden karar destek sistemlerine yönelinmiş ve "Bilgisayarla Bütünleşik Üretim Sistemleri" kavramının yerini "Bilgisayar Destekli Üretim" kavramı almaya başlamıştır.

Bu bilgi sistemleri, veri tabanı ve model olmak üzere iki temele dayanmaktadır. Her ikisinin de kurulması ve işletilmesi çok güçlü bilgisayar donanım ve yazılımlarını gerektirmekte, bu yüzden bu tip sistemleri ancak bu sahadaki büyük kuruluşlar gerçekleştirebilmektedir. Bu firmaların özel uygulamalar yanında genel maksatlı olarak hazırlayıp piyasaya sürdüğü sistemler de vardır. Bunlar içerisinde en yaygın olarak tanınan ve bir

çok yerde uygulananı IBM firmasının COPICS (Haberleşmeye Yönelik, Üretim Bilişim ve Kontrol Sistemidir) (31).

Bu sistemler genel maksatlı olduğu, daha açık ifadeyle her çeşit örgütte karşılaşılabilecek her çeşit durum gözönüne alınarak tasarlandığı için, her yerde kullanılma şansı vardır. Ancak, çok geniş kapsamlı olduğu için de anlaşılması, uygulamaya konulması ve yürütülmesi çok güçtür.

Öte yandan eski sistem, hızla değişmekte olan dünya ve ülke şartları karşısında yetersiz kalmakta, bilgisayar destekli bir üretim sistemine geçme konusu bir zorunluluk haline gelmektedir.

Bilhassa büyük örgütlerin, varlıklarını sürdürebilmek için bu geçişi yapmak zorunda oldukları bilindiğinden, bu değişimi daha kolay, çabuk, güvenli ve verimli bir şekilde yapmayı sağlayacak bir ara yol bulunması gerektiği açıktır.

Amaç eldeki bilgiyi arttırmak olduğundan yukarıda bahsedilmiş olan iki temelden biri olan veri tabanı konusunda fedakarlık yapmak anlamsız olacaktır. Ancak bütünleşik ve son derece gelişmiş bir model kullanmadan önce, bir çok yöneticinin tanıdığı, uygulaması kolay bir modelle, ileride nasıl olsa kullanılacak olan veri tabanının bir kısmını kurarak işe başlamak; bu basit modeli kullanırken veri tabanını tamamlamak, personeli bu uygulama ile yetiştirdikten sonra daha kapsamlı modellerin kullanımına geçmek daha akılcı bir yol olacaktır.

Ağ çözümlene yöntemleri, herkesçe tanınması, basit ve etkili olması bakımlarından bu geçiş dönemi için uygun bir aday olarak görülmektedir.

(31) COPICS (Communication Oriented Production and Control System) IBM Publications, New York, 1972.

Bu teknikler, bugüne kadar genellikle inşaat, araştırma - geliştirme faaliyetleri v.b. bir defaya mahsus yapılan işler için kullanılmıştır. Makina imalatında bu yöntemlerin kullanılmayışının sebebi, uygulama yeteneği olmayışından çok, gerek duyulmayışındandır.

Gerçekten de gelişmiş ülkelerin sanayi kuruluşlarında ya elle yürütülebilen etkin ve kökleşmiş geleneksel yöntemler kullanılmakta, ya da büyük bilgisayar firmalarının hazır sistemlerine geçilmekte, bu sahada bir boşluk ve eksiklik duyulmamaktadır.

Geleneksel sistemler, bilgisayar uygulamasına geçildiği takdirde bile bilgisayarlı sisteme paralel olarak kullanılmaya devam edilebilmekte, hayatiyet göstermeye devam etmektedirler.

Her çeşit veri zaten elde hazır olduğu, model, plan, program, kontrol gibi kavramlar tanındığı, satın alma konusunda idari güçlükler bulunmadığı, yakın sistem desteği gerektiğinde hemen sağlanabildiği için bilgisayarlı sisteme de kolaylıkla geçilebilmektedir.

Oysa Türkiye'deki işletmelerde, hiç bir veri sistemli bir şekilde kaydedilmemiştir. Bu nedenle gerektiğinde elde edilmesi ve kullanılması çok güçtür. Her kademedeki yöneticiler planlama ve kontrol konusunda yeterli formasyona sahip olmaktan öte, bu sahadaki kavramlara dahi yabancıdırlar. Bu durum ülkemizi, gelişmiş bir sisteme geçiş konusunda sanayide ileri olan ülkelerden ayırmakta, geçiş için bir ara sistemi gerekli kılmaktadır. Bu yüzden batı ülkelerindeki uygulamadan farklı olarak ağ çözümleme tekniğinin alışılmışın dışında bir sahada uygulanıp başarı göstermesi zorunludur.

Ağın kurulması ve sürelerin verilmesi, esas olarak proje yöneticisinin işi olduğundan çok sayıda işlemi içeren ağların kurulması güçleşmektedir. Ancak, bu çalışma ile önerilen algoritma,

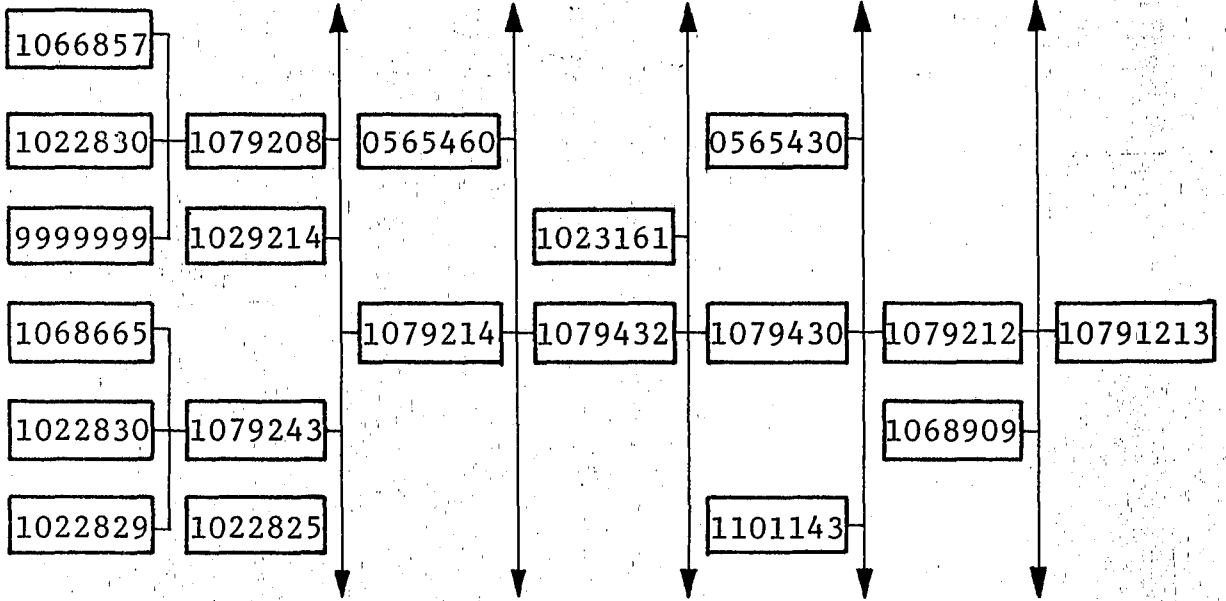
hazırlanmakta olan veri tabanına dayanarak ağın mekanik bir şekilde işi bilmeyenlerce de hazırlanabilmesine imkan vermektedir. Bu şekilde hazırlanan veriler mevcut paket programlardan biri ile çözülebilir. Fakat işin ağırlığı zaten verilerin hazırlanmasında olduğundan, verilerin de değişik paket programlar için yeniden düzenlenmesi gerekeceğinden, sadece veriler hazırlayan değil, kontrol eden ve ağı çözen programlar da bu çalışma sırasında hazırlanmıştır. İstenirse bu programların sonuçları, paket halindeki kaynak tahsis programlarının girdisi olarak kullanılıp daha ileri çalışmalar yapılabilir.

Bir planlama ve kontrol aracı olarak geçiş döneminde bir ara model kullanma gereği, böyle bir model olarak ağ çözümleme tekniklerinin uygunluğu ve uygulamanın dayanakları bu şekilde açıklandıktan sonra izleyen kısımda makina imalat süreci ile ağın yapısı arasındaki ilişki vurgulanarak, ağ çözümleme tekniklerinin makina imalatında bir planlama ve kontrol aracı olarak kullanılabileceği fikri daha ayrıntılı olarak açıklanacaktır.

II.3.2 Süreçle Ağın Yapısı Arasındaki İlişki

Makina imal sanayiinde üretilen ürünler, tek tek imal edilen parçaların alt gruplar olarak birleştirilmesi, alt gruplarında bir araya gelerek sistemi oluşturması ile elde edilirler. Kütük veya İngot gibi hammaddeler ile sac, profil gibi yarı mamuller Şekil 6'da gösterildiği gibi, makina imalatına özgü bir dizi işlemden geçerek sıralı süreç işlemleri ile mamul parça haline gelirler. Bu parçalar ve piyasadan hazır olarak alınan veya ısmarlama suretiyle özel olarak yaptırılan diğer parçalar Şekil 7'de gösterilen Birleştirme Süreci şeklindeki üretim yolu ile daha üst grupları oluştururlar. Lokomotif ve vagon gibi taşıt araçlarının imalatında bu şekilde yedinci kademeye kadar çıkıldığı görülmektedir. Ayrı ayrı parçalar birleşerek sistemin üst grubunu, onun üstünü v.b. oluşturmakta, böylelikle yedinci kademeye çıkıldığında araç bütünüyle ortaya çıkar-

bilmektedir. Ancak, her kademede katılan parça sayısı farklı olduğundan, parçalar arası ilişkiler basit listelerle ifade edilemeyecek kadar karmaşık olmaktadır. Bu ilişkinin belirtilebilmesi için çok değişik yollar olmasına rağmen burada sadece ilişkinin grafik gösterimini veren, kullanılması güç de olsa, anlaşılması kolay olan yapı ağacından bahsedilecektir.

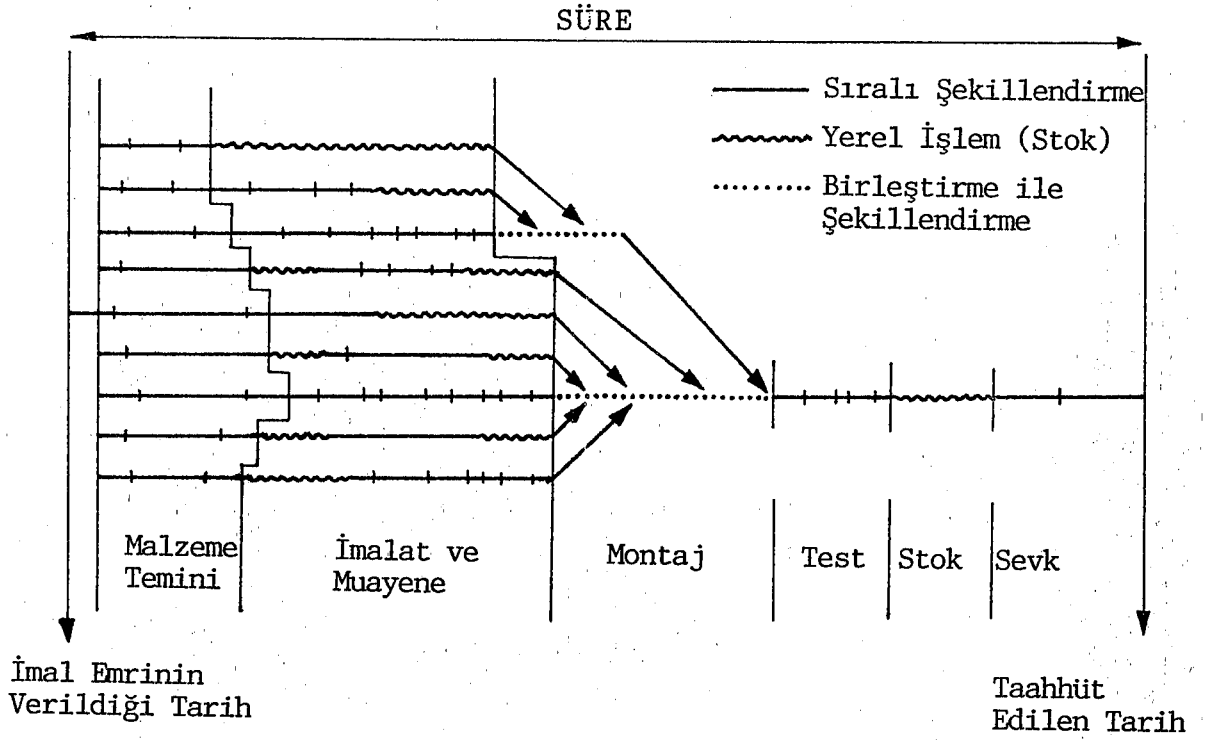


ŞEKİL 18 : Lokomotif Şasine Ait Yapı Ağacından Bir Bölüm.

(Kutular içerisindeki sayılar parça veya grup numarasını, oklar koparılan kısımları gösterir).

Şekil 18'de bir örneği verilen yapı ağaçlarında hangi parçaların nereye bağlanacağı gösterilmektedir. Bu gösterim Şekil 19'da gösterilen örnekteki imalat faaliyetlerini şematik olarak gösteren şemanın hazırlanmasına temel olmaktadır. Bu şemada sıralı süreç ile imal edilen parçaların birleştirme süreci ile son ürün haline gelmesi gösterilmekte, böylelikle imalat için gereken bütün işlemler ve bunlar arasındaki mantık ilişkisi-zaman boyutu da gözönüne alınarak- ifade edilmiş olmaktadır.

Bu işlemler arasındaki mantık ilişkisi ve makinanın imalinde uygulanan bütün işlemlerin bir arada gösterilmesi, ağ di-agramı kavramı ile tam anlamıyla bir paralellik göstermektedir.



ŞEKİL 19 : Bir Mamül İçin İmalat Faaliyetlerinin Şematik Gösterimi. İşlemleri En Uzun Süren Parçaya Ait Sürelerin Toplanması İle İmalata Başlama Emrinden Taahhüt Edilmiş Gönderme Tarihin Kadar Olan Süre Hesaplanmış Olur.

Bu çalışmada, makina imalatında ağ çözümlene tekniklerinin kullanılabilmesi için önerilen veri düzenleme algoritmasının hareket noktasını bu paralellik teşkil etmektedir.

Önerilen algoritmadaki iki temel aşama ise :

- Yapı ağacından yararlanarak, makinayı meydana getiren parçaların birbirleri ile olan ilişkilerini gösteren mantık bağına yansıtacak olan bir ana ağın kurulması,
- Ana ağ üzerinde her biri birer faaliyet olarak gösterilen parçaların imal işlerini o parçalar için hazırlanmış olan iş emirlerine dayanarak, işlemlere parçalamak; böylelikle Şekil 19'daki şemaya paralel olan ve imalatın bütün işlemleri ile bunlar arasındaki ilişkiyi gösteren ayrıntılı ağın kurulması.

Bütün bunlar yapılırken çeşitli yerlerde kullanılan ortak parçaların, sadece bir yerde imal edilip kullanılması durumu, malzeme temini, kontrol gibi işlemler için geçen süreler ile tezgahlar ve atölyeler arası taşımalarda geçen sürelerin de gözönüne alınması doğaldır.

Üretim, malzeme, stok, satın alma, takım, avadanlık ve personel planlaması, kontrolü ve uzun vadeli kapasite planlaması gibi çok çeşitli sahalarda ve hatta duyarlık analizi ve benzeşim gibi konularda kullanılabilecek olan bu ağın hazırlanması ve çözümündeki ayrıntılar bundan sonraki kesimde anlatılacaktır.

II.4 AĞIN KURULMASI VE ÇÖZÜMÜ İÇİN BİR ALGORİTMA ÖNERİSİ

II.4.1 Ana Faaliyetlerin ve Olayların Numaralanması

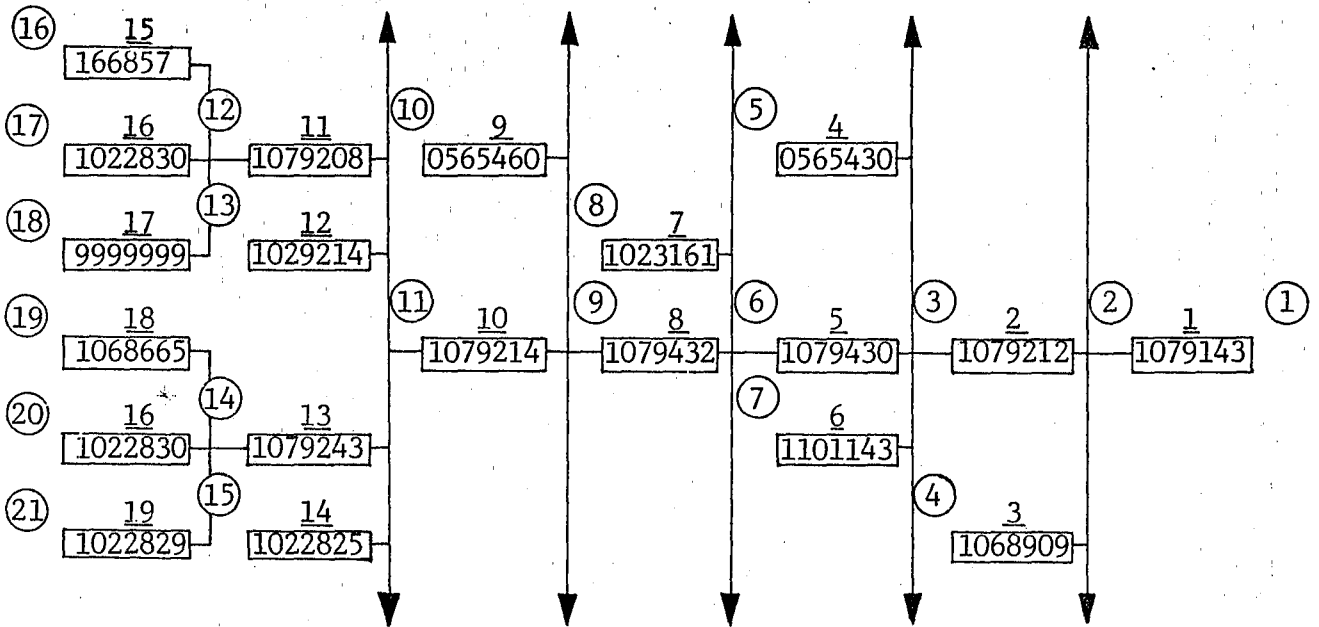
Makinaya ait her bir parçanın imalinin veya birden fazla parçanın bir araya gelecek şekilde montajlarının yapılması birer ana faaliyettir. Bu faaliyetlerin başlangıç ve sonuçları ise ana olaylardır. Ana olaylara numara verildiği ve parçalar arasındaki mantık ilişkisi belirtildiği takdirde, ana ağ kurulmuş olacaktır. Ana olaylara numara verilirken yapı ağacı ve ağın yapısı arasındaki paralellikten faydalanılacaktır.

Bu amaçla, tasarımı yapanlar veya projeyi inceleyenler tarafından yapı ağacının hazırlanarak Şekil 18'de verilen örneğin yapısına uygun bir şekilde çizilmesi gerekmektedir. Yapı ağacının daha başka şekillerde ifade edilmesi mümkünse de bu şekilde gösterimin hem hazırlanması, hem de kullanılması kolay olup, uygulayıcılara fazla bir açıklama yapmayı gerektirmez.

Yapı ağacı düzgün bir şekilde dallanmamaktadır. Başka bir deyişle tek parçalar sadece en alt kademede bulunmamakta, üst kademelerde de yer alabilmekte, bir üst parçaya bağlanan alt parça sayısı yer yer değişmektedir.

Bu durumda, bütün parçalarla ilgili faaliyet ve olayların atlanmadan, düzenli bir şekilde numaralanabilmesi için en üst seviyeden başlayıp alta doğru gitmek, daha sonra da bu numaraları ileride açıklanacağı şekilde-belli bir kurala göre-değiştirerek sıralı olarak numaralanmış bir ağ elde etmek daha uygun olacaktır. Sıralı olarak numaralanma suretiyle ağın çözülmesi daha kolay olmaktadır. Ağın karışık olarak numaralanması halinde, numaralama işlemi basitleşirse de daha sonraki işlemler güçleşmektedir.

Şekil 18'de verilmiş olan örnek yapı ağacı parçası üzerinde örnek olarak yapılmış olan faaliyet ve olay numaralama işlemi Şekil 20'de gösterilmektedir.



ŞEKİL 20 : Ana Faaliyet ve Olayların Numaralanması

Bu numaralama işleminin algoritması şöyledir :

1. En sağda gösterilen en üst seviyedeki parçaya -yani komple makinaya- faaliyet numarası olarak 1 verilir (daha sonra verilecek düğüm numaraları ile karışmaması için bu numaralar kutuların üst ortasına yazıp altları çizilir).

2. Bir sonraki kademeye geçerek parçalara yukarıdan aşağıya doğru büyüyen faaliyet numaraları vermeye devam edilir. Kutu içerisinde daha önce geçmiş bir parça numarası görülürse, oraya ilk geçtiği yerdeki faaliyet numarası verilerek, bir yıldızla işaretlenir (örnekte koparılan yerler okla gösterilmişti, bu örnek numaralamada ağacın gösterilmeyen kısımları ihmal edilmiş, sadece görülen parçalara numara verilmiştir). En alta ulaşınca 3'e geçilir.

3. En alt kademe de tamamlanmışsa 4. maddeye geçilir, aksi halde 2'ye dönülür.

4. En sağdaki kutunun sağına en son olay numarası olarak 1, soluna 2 verilir (faaliyet numaraları ile karışmaması için daire içine alınır).

5. Bir sonraki kademeye geçerek bütün parçaların sol taraflarına yukarıdan aşağıya doğru büyüyecek şekilde sıra ile numara verilir. En alta ulaşınca 6'ya geçilir.

6. En alt kademe de tamamlanmışsa işlem bitmiştir, yoksa 5'e dönülür.

Bu algoritmanın uygulanması sonucunda, ana ağın yapısı kendiliğinden ortaya çıkmış olur. Yapı ağacı hazırlandıktan sonra, makina ne kadar karmaşık olursa olsun; makinanın yapısı, bilgi işlem sistemleri veya ağ çözümlene teknikleri hakkında hiç bir bilgisi olmayan elemanlar bile yukarıdaki algoritmayı takip etmek suretiyle ağı kurabilirler.

Daha ileri çalışmalarla, her parçayı bir üst grubu ile ilişkili olarak bilgisayara yüklemek ve bu algoritmayı uygulamak sureti ile ağı, yapı ağacını çizmeksizin ve eleman kullanmaksızın doğrudan doğruya bilgisayara da yaptırmak mümkün olacaktır. Ancak ilk uygulamanın elle yapılmasında davranışsal ve kontrol etme kolaylığı açılarından fayda görülmüştür.

Yukarıdaki algoritmada parçaların imali için verilen faaliyet numaraları, aynı zamanda bu parçalarla ilgili olarak hazırlanan parça kütüğünde bunların sıra numaralarıdır. Böylelikle ağ ve kütük arasında birebir ilişki kurulmuş olur. Başka bir deyişle, her bir parça veya grubun elde edilme faaliyetinde başlangıç ve bitiş olaylarının numaraları kendiliğinden elde edilmiş olur.

II.4.2 Ortak Parçalar ve Malzeme Temin Faaliyetlerinin Gözönüne Alınması

İşin bundan sonraki kısmı birden fazla yerde kullanılan parçaları gözönüne almaktır. Bir parçanın, yapı ağacında her görüldüğü yerde ayrı ayrı imal edilmesi ekonomik olmayacaktır. Bunların bir tek parti olarak imal edilip, en erken kullanıldıkları yere yerleştirmeleri, diğer yerlerde de stoktan alınıp kullanılmalari daha uygun olur. Bunu sağlamak için se kukla faaliyet kavramından faydalanılacaktır. Şekil 19'da 16 ve 16* numaralı faaliyetlere ait olan 102 2830 numaralı parça tekrar olarak kullanılmaktadır. Bu parçanın sadece 16 numaralı faaliyetle imalini sağlamak ve 16* numaralı faaliyetle de yapılmış gibi 14 numaralı montaj olayına da aynı parçayı yetiştirebilmek için iki işlem gerekmektedir.

- 16* numaralı faaliyeti kuklalaştırmak (bu çalışmada ele alınan ana faaliyetlerin toplamı binden az olduğu için, kuklalaştırılacak ana faaliyetlerin numaralarını bin ile toplayarak, bilgisayarı ikaz etmek yolu tutulmuştur. Kütüklerden faydalanarak faaliyetlerin süreleri verilirken numarası binden fazla olan faaliyetlere süre olarak sıfır verilecektir).

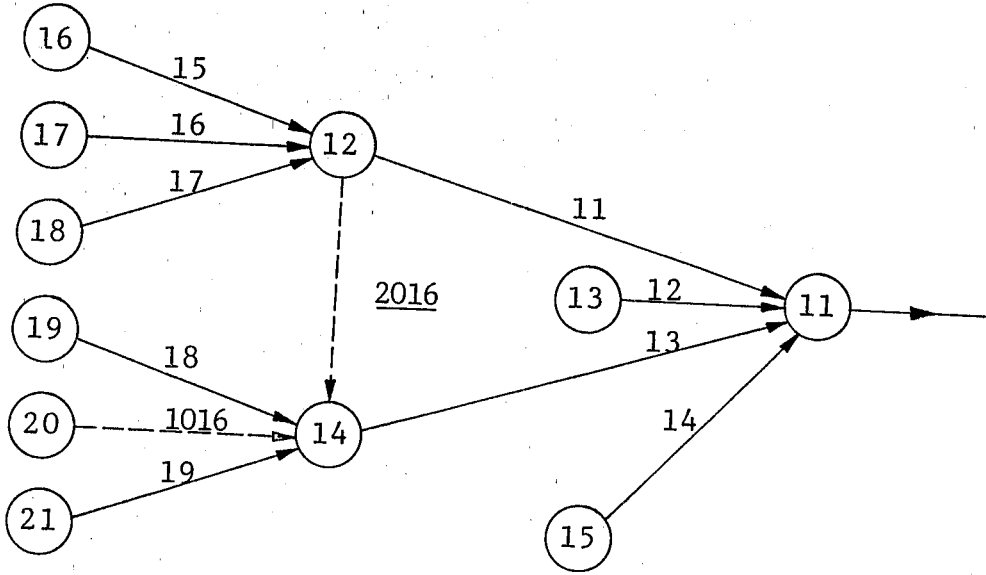
- 16 numaralı faaliyetin tamamlanma olayı olan 12 numaralı olay ile 16* numaralı faaliyetin tamamlanma olayı olan 14 numaralı olay arasına yeni bir kukla faaliyet eklemek (Bu kukla faaliyete de binden büyük herhangi bir numara vermek, bilgisayarı ikaz etmek için yeterlidir. Ancak kontrol kolaylığı için ana

faaliyet numarası ikibin ile toplanmış ve numara olarak bu verilmiştir).

Böylece :

- 16 numaralı faaliyetle yapılan parçaların hem 16 hem de 16* için yetecek sayıda yapılacağı,
- 16* numaralı faaliyette imalat yapılmayacağı, bunun sadece kukla bir faaliyet olduğu,
- 16'da imalat yapılıp, 12 olayı gerçekleştikten sonra 16* için yapılmış olan parçaların 14 olayındaki montaja yetiştirebileceği belirtilmiş olur.

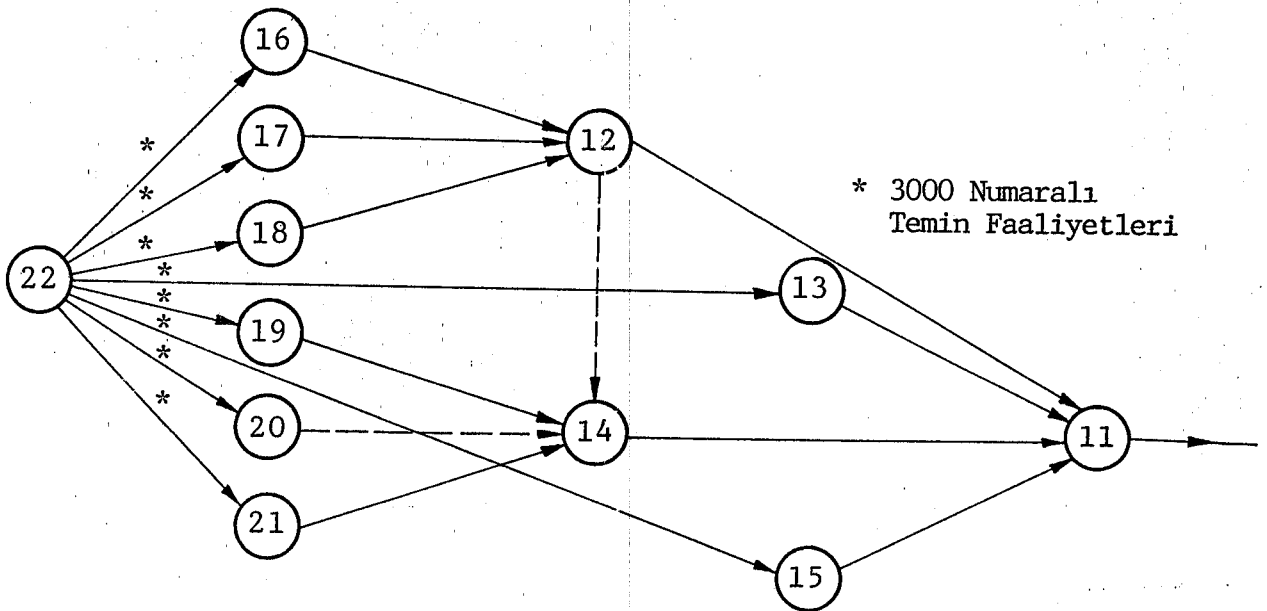
Şekil 18'deki yapı ağacına dayanarak hazırlanmış olan ağın ilgili kısmı Şekil 21'de görülmektedir.



ŞEKİL 21 : Ağın 16 ve 16* (burada 1016 oldu) Numaralı Faaliyetlerin Aynı Olduğu Düşünülerek Kukla Faaliyetler Yardımı İle Düzeltilmesi.

Burada 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20 ve 21 numaralı olayların açıkta kaldığı görülmektedir. Gerçekte ağın bir tek başlangıç

düğümü olmalıdır. Burada en büyük olay numarası 21 olduğundan ağın başlangıç olayına bunun bir büyüğü olan 22 verilebilir. Bütün bu açıkta kalan olaylar gerçekte bunları izleyen işlemler için malzeme temin faaliyetlerinin tamamlanma olayıdır. Yani ağın başlangıç olayı olan 22 numaralı düğümü, sırası ile, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20 numaralı düğümlere temin faaliyetleri ile bağlamak gerekir. Bu temin faaliyetlerinin her birine 3000 numarası verilmiştir. Ağın bu kısmının tamamlanmış şekli Şekil 22'de gösterilmektedir.



ŞEKİL 22 : Ağın Temin Faaliyetleri Gösterilerek Tamamlanmış Şekli

II.4.3 Ana Faaliyetlerin İşlemlere Parçalanması

Bu noktaya kadar her bir parçanın imali veya her bir alt sistem ya da grup montajı bir tek işlem olarak kabul edilerek; ana ağ kurulmuş oldu. Ağı bu şekil ile çözmek mümkündür. Bu şekilde olaylara ana hatları ile bakılmış olur ve sonuç da çabuk alınır. Fazla ayrıntıya gerek duyulmadığında, tutulacak yol budur.

Ancak her bir parçanın imali gerçekte birden fazla işlemi içerir ; her parça tek işlemle değil, birbirini izleyen bir dizi işlemle imal edilir. Montaj işleri bile montaj, kontrol, tesviye gibi birden çok işlemden oluşur. Ayrıca taşıma gibi üretken olmayan faaliyetler de ağ diyagramı açısından bir faaliyet olarak ele alınabilir. Çünkü gerek tezgahlar, gerek atölyeler arası taşımalar bir zaman sarfını gerektirmektedir.

İşlemler kütüğündeki bilgilerden yararlanarak yapılacak olan bu parçalama işlemi bundan sonraki bölümde anlatılacağı üzere bilgisayar yardımıyla gerçekleştirilecektir.

II.4.4 Olay Numaralarının Standartlaştırılması ve Ağın Çözümü

Ağın hazırlanması sırasında numaralama kolaylığı sağlamak için olayların numaraları ters olarak verilmiştir. Böylece bütün faaliyetlerde tamamlanma olayının numarası, başlama olayınıninkinden küçük olmuştur.

Çözüm algoritması gereği bu durumun düzeltilmesi gerekmektedir. Üçüncü bölümde ayrıntılı olarak açıklanacak olan TERS isimli program bu işlemi yapmak üzere hazırlanmıştır.

Numaralama sırasında kolaylık sağlamak amacı ile bazı numaralar atlanmış veya mamul yapısında bazı değişiklikler yapmak zorunda kalındığı için, bazı numaralar kullanılmamış olabilir. Öte yandan İşlemlere Parçalanma Programının algoritması gereği ortaya bir çok kullanılmayan numara çıkmaktadır.

Ağın başlangıç düğümünden, tamamlanma düğümüne kadar olan bütün faaliyetlerde tamamlanma olayı numarasının başlangıç olayı numarasından büyük olacak şekilde verilmesi, ilk olayın 1 numarayı alması ve arada hiç bir numara atlamadan son olaya kadar gelinmesini sağlayacak olan işlemlere burada standartlaştırma denmiştir.

Standartlaştırmadan sonra, kontrol işlemleri gelmektedir. Kontrol işlemlerinde de ağın kuruluşunda matematik hatalar olup olmadığına bakılır. Bu kontrolleri standartlaştırmadan önce ara kontrol şeklinde de yapmak mümkündür.

Standartlaştırılmış ve kontrol edilmiş olan ağ artık çözüme hazırdır. Çözüm bundan önceki kısımda tanıtılmış olan yöntemle dayanarak yine bilgisayar yardımıyla yapılacaktır.

Standartlaştırma, kontrol ve çözüm için hazırlanmış olan programlar izleyen bölümde tanıtılmaktadır.

Ü Ç Ü N C Ü B Ö L Ü M

ÖNERİLEN ÇÖZÜMÜN UYGULANMASI

III.1 İŞLETMENİN TANITILMASI

III.1.1 Genel

Kısaltılmış adı TÜLOMSAŞ olan Türkiye Lokomotif ve Motor Sanayii A.Ş., Türkiye'nin tek lokomotif üreticisi olup sayılı sanayii işletmeleri arasında bulunmakta ve kuruluşu 1894 yılına kadar uzanmaktadır. Bu yıllarda "Anadolu, Bağdat Demiryolları" na ait bir tamir ve bakım atölyesi olarak faaliyete başlayan kuruluş, zamanla gelişerek dört ana ve beş yardımcı fabrikadan oluşan bir şirket durumuna gelmiştir. 1986 yılı bütçesi 40 Milyar TL. olan kuruluş, TCDD Genel Müdürlüğü'ne bağlı bir Anonim Şirket olarak çalışmaktadır.

Ana faaliyet konusu lokomotif ve yük vagonu imalatı olan kuruluşta demiryolu makasları, demiryolu köprüleri, kantar, vinç, özel takım imatları ile çelik inşaat ve çeşitli döküm işleri de yapılmaktadır.

Geçmiş yıllarda ithal parça darboğazı dolayısıyla aksayan lokomotif üretimi yerine, işletmedeki lokomotiflerin ağır bakımı da yapılmış olmasına rağmen; şirketin hedefi lokomotif imalatı dışındaki bütün faaliyetleri TCDD'nin diğer kuruluşlarına aktararak sadece anahat, manevra ve elektrikli olmak üzere üç tip lokomotifin imali ile uğraşmaktır. İleriki bölümde tanıtılacak olan manevra lokomotifleri anlaşmasından sonra da bir Amerikan firması ile dizel elektrik anahat ve bir Japon firması ile de anahat elektrik lokomotiflerinin lisans ve imalat anlaşmaları yapılmış ve bu lokomotiflerin de üretim hazırlıklarına başlanmıştır. Bu arada 1968'den beri Fransız MTE lisansı ile imal edilmekte olan anahat lokomotifleri ve Chantiers de L'Atlantique lisansı ile imal edilen dizel motorları üretimi yerine bunların yedek parçalarının üretimine yönelinmiştir. Bu lokomotiflerden önce Batı Alman MAK lokomotiflerinin tasarımına dayanarak imal edilmiş olan dizel hidrolik manevra lokomotiflerinin yeniden üretilmeleri ise söz konusu değildir. Hidrolik aktarma organlarının yerini daha ekonomik olduğu için, elektrikli aktarma organları almaktadır. Ancak TCDD'ye ve Türkiye içerisindeki diğer lokomotif kullanıcılarına ait olan eski dizel hidrolik lokomotiflerin hizmet dışı kalıncaya kadar, ihtiyaç duydukları yedek parçaların üretimine ve sırası gelenlerin revizyonlarına da, Türkiye'de bu işin tek uzmanı olan TÜLOMSAŞ'da devam edilecektir.

Makas atölyesinin, Çankırı'da kurulmakta olan yeni tesislere, yük vagonu imalının de TCDD'ye ait olan Sivas'taki vagon imal tesislerine kaydırılması ile önümüzdeki yıllarda TÜLOMSAŞ'ın imalat programının tamamına yakını yukarıda bahsedilmiş olan üç tip lokomotifin dolduracağı beklenmektedir.

III.1.2 İdari Yapı

Halen TCDD İşletmesine ait bir anonim şirket olan TÜLOMSAŞ'ta en yüksek karar organı yönetim kuruludur. Genel mü-

dürün üç yardımcısından biri işletmeden sorumludur, kendisine ana ve yardımcı fabrikalar bağlıdır. İkinci müdür yardımcısı personel ve muhasebe gibi idari bölümlerden, üçüncüsü de kurmay bölümlerden sorumludur.

III.1.3 Kurmay Üniteler

Fabrikalar gibi doğrudan doğruya üretim yapmayan, faaliyetleri de idari hizmetler kapsamına girmeyen fakat üretimin yapılabilmesi için gerekli olan çalışmalarını yürüten müdürlükler, kurmay üniteler olmaktadır. Bu üniteler, yapıları ve görevleri ile birlikte aşağıda tanıtılmaktadır.

- Teknik Hizmetler Müdürlüğü

Şirketin çalışma konuları ile ilgili parça ve sistemlerin çalışma şekillerini (fonksiyonlarını) anlamak, bilmek, tasarlamak, yorumlamak ve diğer bölümlerin faydalanabilmesi için projelendirmekle görevlidir. İş etüdü bölümünün de buraya katılması ile fabrikalar ile olan ilişkiler daha da çeşitlenmiştir. Bu müdürlük, lokomotif, vagon ve inşaat tasarım baş mühendislikleri, İş Etüdü Başmühendisliği, Dış İlişkiler Mühendisliği ve Arşiv Amirliğinden oluşmaktadır.

Tasarım Başmühendislikleri kendi gruplarına ait projelerin hazırlanması ve yürütülmesinden sorumludurlar.

Lokomotif imalatı, lisans anlaşmalarına bağlı olarak yapıldığı ve tasarım çalışmalarını destekleyecek bir araştırma-geliştirme merkezi bulunmadığı için komple bir lokomotif projesi hazırlanamamakta, satın alınan projelerin TÜLOMSAŞ ve Türkiye şartlarına uydurulması, değişen şartlar altında projelerin yaşıtıp yürütülmesi için çalışılmaktadır.

- İş Etüdü Baş Mühendisliği

Metod, takım, kalıp, kolaylık bölümlerinden oluşmaktadır. Son düzenlemelerle aşağıdaki bölümler de bu müdürlüğe bağlanmıştır.

Üretim Planlama ve İzleme : Bu bölüm, üst yönetimin direktifleri doğrultusunda yıllık üretim programlarını düzenlemekte, hazırlama atölyelerinin imalatlarını ana hatlarıyla izlemekte, programdan sapmaları üst yönetime rapor etmektedir.

Sipariş Keşif : Bu bölüm, siparişlerin açılmasını ve takibini yürütmekte, üçüncü şahıs taleplerinin keşfini yaparak karşılanıp karşılanamayacağına karar vermekte, karşılanacak olanların da maliyet tahminlerini yapmaktadır.

Malzeme Analiz : Üretim planlaması ve malzeme yapraklarına dayanarak malzeme taleplerinin analizini yapan bu bölüm, Ticaret Müdürlüğü'nün temin çalışmalarında yönlendirici ve zamanlayıcı bir rol oynamaktadır.

- Elektronik Bilgi İşlem Amirliği

Bir terminal vasıtası ile Ankara'daki TCDD Genel Müdürlüğü Bilgi İşlem Merkezine bağlı olan bu bölüm, kuruluş devresini tamamlama aşamasındadır. Bugüne kadar eğitim ve hazırlık çalışmaları yapan bu büro artık cer yedeklerinin takibi, dökümhanenin üretimi, parça fihristleri gibi sürekli ve sistemli işlerin yürütülmesine geçmiştir. Bu çalışmanın bilgisayar ile ilgili olan kısımları da bu merkezde yürütülmüştür.

- Ticaret Müdürlüğü

Bu Müdürlük, şirketin iç piyasa ile olan ilişkilerini yürüten organdır. Satın almalar genel olarak EPA Müdürlüğü'nün hazırlamış olduğu şartnamelere göre ihale açmak yolu ile olmaktadır.

- Malzeme Müdürlüğü

Şirkete giren malzemelerin teslim alınması, stoklanması, kullanılacağı zamanda kullanım yerine teslim edilmesi ve bütün bu işler için kullanılan evrakın düzenlenmesini Malzeme Müdürlüğü yapmaktadır.

- Kalite Kontrol Müdürlüğü

Şirkete ithalden gelen parçaların kalite kontrolü yapılmamaktadır. İmali tamamlanmış olan komple lokomotif, dizel motoru, alternatör, cer motoru v.b. çalışma tecrübeleri de test kapsamına girmekte, kalite kontrolün sahası dışında kalmaktadır. Üretim sırasındaki muayene ve ölçmelerin çoğunu da atölyeler kendilerini yaptıkları için, Kalite Kontrol Müdürlüğü'nün çalışmaları daha çok yerli piyasadan alınan parçalar üzerinde olmaktadır. Bu parçaların kontrolleri EPA Müdürlüğü'nün hazırlamış olduğu şartnamelere göre yapılmakta şartnamede istenen değerleri sağlamayan parçalar red edilmektedirler.

III.1.4 Fabrikalar

İşletmeden sorumlu müdür yardımcısına bağlı dört ana ve beş yardımcı fabrika vardır. 500000 m² açık, 80000 m² kapalı alana yayılmış olan bu fabrikalarda sayısı bini aşan tezgah bulunmaktadır.

Ana Fabrikalar : Lokomotif, Motor, Elektrik Makinaları, Vagon ve Yol Gereçleri Fabrikalarıdır.

Vagon ve yol gereçleri fabrikasında muhtelif tiplerde boji yük vagonları demiryolu köprüleri, vinç köprüleri, çeşitli çelik inşaat, demiryolu makasları ve kantarlar imal edilmektedir.

Motor Fabrikasında, lokomotiflerde kullanılan dizel motorları, Elektrik Makinaları Fabrikasında yine lokomotive ait cer

motoru, alternatör, kumanda bloku, kablay gibi elektrik aksamının üretimi ve montajı yapılmaktadır.

Lokomotif Fabrikasında, yapılan imalat mekanik aksama ait olup motor ve elektrik aksamından geriye kalan bütün kısımları kapsamaktadır. Bu kısımlar şasi, boji, kaporta ve donanımdır.

Yardımcı Fabrikalar ise, üretimleri ile ana fabrikaları besleyen veya destekleyen yerlerdir. Bunlar, Metalik İşlemler, Metalürjik İşlemler, Bakım-Üretim ve Döküm Fabrikalarıdır.

- Fabrikalar

Şirkete ait tesisler, dokuz fabrika olarak teşkilatlanmıştır. Bütün fabrikaların yapısı birbirine benzediği için sadece Lokomotif Fabrikasının tanıtılması ile yetinilecektir.

Bir fabrika müdürü tarafından yönetilmekte olan bu fabrikada, Lokomotif Fabrikası Başmühendisi hem fabrika teknik bürosunun amiri, hem de fabrika müdürünün yardımcısı olarak görev yapmaktadır.

- Teknik Bürolar

Fabrikalardaki teknik bürolar, daha önce tanıtılmış olan teknik ünitelerden farklı olarak problemlere şirket çapında değil fabrika seviyesinde çözüm ararlar, dolayısı ile dar bir alanda daha derin ayrıntılara inerler. Bu bürolarda planlamadan ziyade, masraf yerlerine ait malzeme ve siparişlerin takibi yapılır. Çalışmalar ileriye dönük değildir, sadece günlük çözümler için çalışılır.

- Masraf Yerleri

Diğer Fabrikalar gibi Lokomotif Fabrikası da her biri kendi sahasında uzmanlaşmış "Masraf Yeri" olarak tanınan atölyelerden oluşur. Bu fabrikaya bağlı masraf yerleri şasi, boji, kaporta, donanım, küçük tezgah, büyük tezgah ve montaj isimleri

ile tanınırlar. Ayrıca her birine birer tanıtıcı kod verilmiştir.

Şasi ve Boji masraf yerleri lokomotif için ait şasi ve bojilerin imal edildiği yerlerdir. Ancak gerektiğinde, boji atölyelerinde vagon bojilerinin, şasi bölümünde de kantar köprülerinin imalatı yapılmıştır.

Kaporta bölümü, lokomotif için ince sac işleminin, donanım ise boru işlerinin yapıldığı yerlerdir.

Büyük tezgah atölyesinde üniversal tezgahlardan farklı olarak boji, motor gövdesi v.b. büyük makina parçalarını işleyecek tezgahlar bulunur. Bunlar portal freze, delik işleme, frezleme tezgahları, vargel, radyal matkap gibi müessesenin en büyük tezgahlarıdır.

Küçük tezgah atölyesi ise müessesedeki bütün fabrikaların sahip olduğu mekanik atölyelerden biridir. Burada torna, freze, planya, matkap gibi üniversal tezgahlar bulunmakta, lokomotif mekanik aksamına ait parçaların talaş kaldırma işlemleri yapılmaktadır.

Montaj Atölyesi, lokomotif montajının yapıldığı yerdir. Buradaki üç tavan vincinden biri, her biri 25 ton kapasitedeki 4 ayrı kancaya sahip olduğundan, bir lokomotifi komple olarak kaldırıp, montaj hattındaki diğerlerinin üzerinden geçirerek bir başka montaj istasyonuna indirebilir.

- Postalar

Masraf yerleri bir postabaşının yönetiminde beş, altı işçiden meydana gelen ve her biri belli bir işi yapan postalardan meydana gelmektedir. Beş, altı posta ise bir masraf yerini oluşturur. Postabaşları masraf yeri amirine karşı sorumludurlar.

Her postaya da bir kod verilmiştir. Ayrıca postaların yaptıkları işe göre bir de isimleri vardır. Örnek olarak küçük tezgah atölyesinin postaları şöyledir : Küçük torna, büyük torna, yatık freze, dik freze, matkap ve planya.

- Lokomotif Fabrikasının Diğer Fabrikalarla İlişkileri

Lokomotif a ait yüzey kaplama, ısıl işlem ve boyama işleri metalürjik ve kimyasal işlemler fabrikasında, oksijenle, giyotinle, zimbalama ile, saç kesme, abkantla bükme ve kaynak ağızı açma işleri Vagon Fabrikasına bağlı Sac Hazırlama Atölyelerinde yapılmaktadır.

Lokomotif fabrikasında Motor Fabrikasına ait motor gövdelerinin çatma kaynağını ve işlemlerini yapmaktadır.

Bütün fabrikalar -aylak kapasite oluşturmak pahasına- diğerlerine bağımlı kalmamak için kendi tesislerini kurmuş oldukları için, yukarıda bahsedilenler dışında fabrikalar arasında iş aktarması pek olmamaktadır.

III.2 LOKOMOTİFLER İLE İLGİLİ TEKNİK BİLGİLER

III.2.1 Genel

Demiryolu araçları çeken ve çekilen olmak üzere ikiye ayrılır. Çekilen araçlar vagon, çekenler lokomotif olarak tanınmaktadır. Lokomotifler kullanılma şekline göre anahat ve manevra olarak ; güç kaynağına göre buharlı, dizel ve elektrikli olarak ; aktarma organlarına göre de mekanik, hidrolik ve elektrikli olarak sınıflandırılmaktadır.

Bir önceki bölümde genel olarak her türlü makina imalatı için önerilmiş olan algoritmanın bir uygulaması, TÜLOMSAŞ'ın imal edeceği Dizel Elektrik Manevra Lokomotifleri üzerinde yapılacağı için, aşağıda bu lokomotif tanıtılmaktadır.

- Genel Özellikleri

TCDD'nin manevra sahalarındaki manevra lokomotifi açığı-
nı kapatmak amacı ile imal edilecek olan bu lokomotifler, gerek-
tiğinde de ara hatlarda cer hizmeti için kullanılabilir. Bu
lokomotiflerin güç kaynağı dizel motordur. Aktarma organları da
elektriklidir. Eski manevra lokomotiflerindeki -ekonomik olmayan-
hidrolik aktarma organlarının yerini, elektrik ve güç elektroni-
ği teknolojisinin gelişmesi ile elektrikli aktarma organları al-
mıştır. Dizel motorunun ürettiği kinetik enerji motor devrinin
yüksek, lokomotifin tekerlek devir sayısının ise düşük olması
yüzünden doğrudan doğruya kullanılmaya uygun değildir.

Aktarma organları, deviri düşürüp çekme kuvvetini arttır-
mak için kullanırlar. Elektrikli aktarma organları, dizel moto-
rundan devir alan bir alternatör, alternatörün ürettiği alterna-
tif akımı doğru akıma çeviren bir redresör, elektrikli kumanda-
yı sağlayan bir kumanda bloku ve tekerlekleri çeviren doğru akım
motorları olan cer motorlarından oluşur. Güç elektroniğinin ge-
lişmesi sonucunda AC/DC tipi aktarma organlarının yerini AC/AC
tipi organlar almaktadır. Alternatif akımla çalışan cer motor-
ları daha ucuz, bakımı kolay ve arızaları az olduğu için, eski
motorların yerini almaktadırlar. Ancak, tristör kontrolü ile ça-
lıyan bu yeni sistem henüz deneme safhasında olduğu için yaygın-
laşmamıştır.

TÜLOMSAŞ'ın imal edeceği lokomotifler AC/DC sisteminde ola-
caktır. Ancak ithal edilecek olan lokomotiflerin beş adedi AC/AC
olarak ithalden komple olacaktır.

Tekerlek düzeni Bo-Bo tipinde olan (her bojide iki dingil)
lokomotifin toplam ağırlığı 68 ton, dingil basıncı 17 ton, gücü
1100 PS, en büyük hızı 80 km/saattir.

- Lokomotifin Yapısı

Lokomotif tasarımcısı Batı Alman Krauss-Maffei firmasıdır. Komple olarak ithal edilecek olan partiye ait mekanik aksam yine bu firmanın imalatıdır. Dizel motorunun yapımcısı yine bir Alman firması olan MTU'dur. Elektrik donanımı AC/DC olanları İngiliz GEC, AC/AC olanları da BBC'nin Almanya kolu tarafından tasarlanmıştır. AC/AC tiplerinin Türkiye'de imalatı yapılmayacaktır. Lokomotive ait parçalar Şekil 23'de gösterilmiştir.

- Lisans Anlaşması ve Finansman

Bu proje kapsamında 50 adet üretilecek olan lokomotiflerin finansmanını, bir Alman devlet kuruluşu olan KfW "Yeniden İmar Bankası" karşılamaktadır.

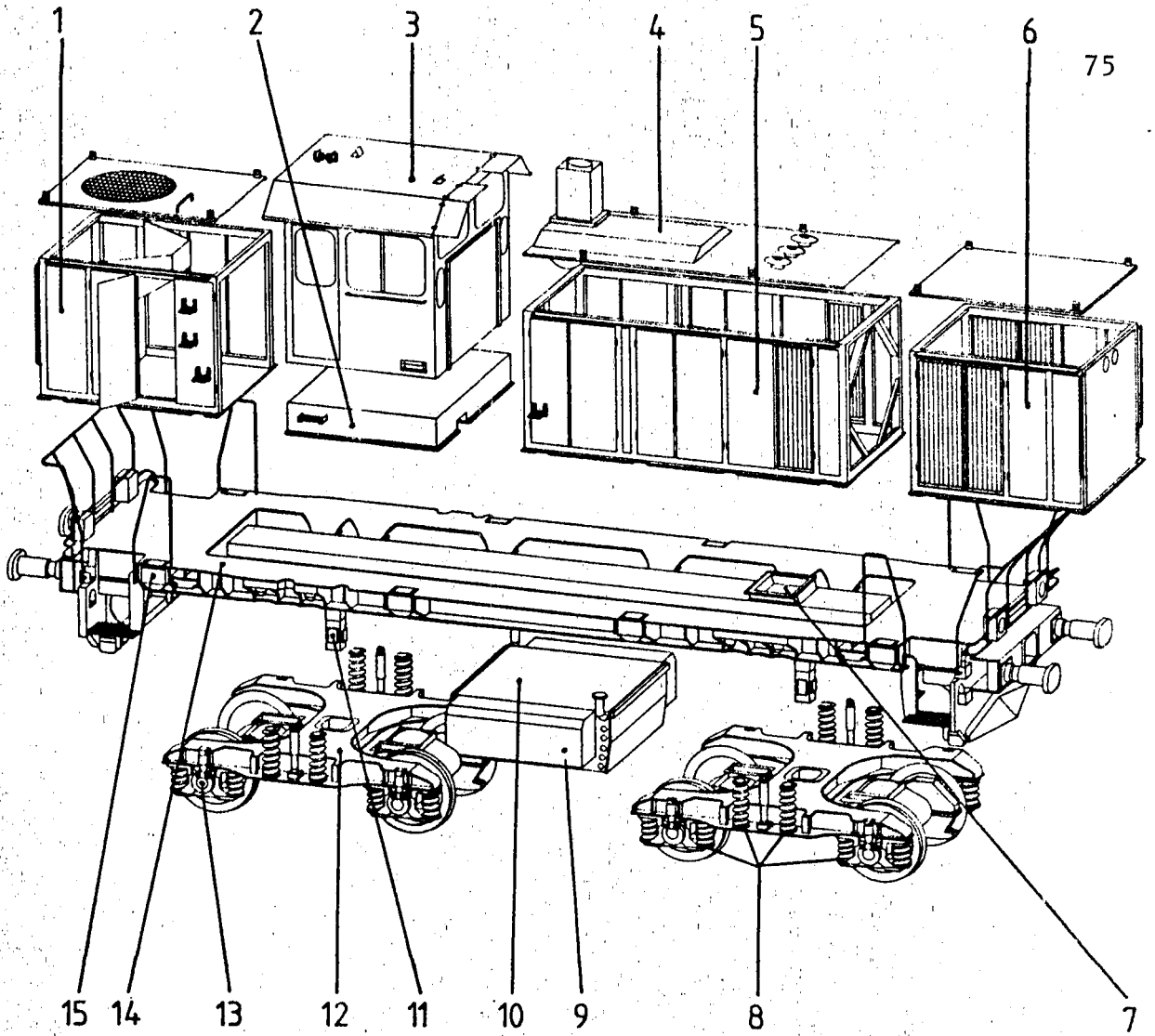
Ana yapımcı olan Krauss-Maffei firması ile bir lisans, bir de imalat anlaşması yapılmıştır. Bu anlaşmalara göre : KM firması, lokomotifin imali için gerekli olan bütün teknik bilgileri TCDD'ye aktaracak, ilk 15 lokomotif komple olarak TCDD'ye sevk edilecek, 5 adet lokomotif PKD, 20 adet lokomotif de CKD olarak TÜLOMSAŞ'da imal edilecektir.

Bütün parçaları ithalden gelen, sadece montaj ve testi TCDD'de Alman uzmanların yardımıyla yapılan PKD lokomotiflerin imali tamamlanmış, CKD imalatının hazırlıklarına başlanmıştır.

- CKD İmalatı

Anlaşma gereği, CKD olarak imal edilecek olan 20 adet lokomotifin değer bakımından yüzde otuz parçası yerli olarak yapılacak geriye kalan yüzde yetmiş KM firmasından alınacaktır.

TÜLOMSAŞ'ın yapacağı parçaların büyük çoğunluğu, mekanik kısma aittir ve Lokomotif Fabrikası tarafından yapılacaktır. Motor Fabrikasının yapacağı parçalar, boru ve dirseklerden oluşan 23 kalem malzemedir. Elektrik Makinaları Fabrikası ise sadece cer motorunu yapacaktır.



ŞEKİL 23 : DE 11000 MANEVRA LOKOMOTİFİNİN ANA PARÇALARI

- 1 Soğutma hücresi, hidrostatik tahrik, kompresör fren donanımı
- 2 Markiz (Makinist mahali) taban döşemesi
- 3 Markiz
- 4 Motor bölmesi çatısı eksoz ve emme filitresi
- 5 Motor bölmesi (dizel motoru, ana ve yardımcı alternatör, cer motoru üfütürücüsi, genişleme deposu, hidrostatik pompa)
- 6 Elektrik donanımı (redresör, kumanda dolabı)
- 7 Hava kanalı
- 8 Yaylar
- 9 Akü kutuları
- 10 Yakıt tankı ve seviye göstergesi
- 11 Pivo
- 12 Boji
- 13 Tekerlek takımı ve cer motoru
- 14 Şase
- 15 Kumlama donanımı

Parça listelerinde, şasinin üzerine takılan parçaların çoğu da şasiye ait gösterildiğinden şasi kavramı burada, alışılmıştan daha geniştir ve boji dışında mekanik aksamın yerli olarak yapılacak parçaların tamamını kapsamaktadır.

Lokomotifin en kritik, en büyük ve en çok işçilik gerektiren parçası olduğu için üzerine önemle eğilinmesi gereken şasi, ağ uygulamasının konusu olarak ele alınmıştır. Lokomotifin yerli olarak yapılacak diğer parçalarının iş emirleri hazırlandıkça, aynı uygulama diğer parçalar için de gerçekleştirilebilecektir.

Makinist sandalyesi, ısıtma radyatörü gibi parçalar piyasa-
dan hazır olarak alınmaktadır. Kredi anlaşması gereği yerli parça oranı arttırılmayacağı için ithal parçalar üzerinde bir çalışma yapılmayacaktır.

Lisans anlaşması gereği lokomotiflerin imali için gerekli olan her çeşit teknik bilgi TCDD'ye aktarılmaktadır. Bunlar, teknik resimler, parça listeleri, şartnameler ve iş emirleridir.

III.2.2 Teknik Resimler

Ürüne ilişkin teknik bilgilerin kaynağı olan resimler, imalat ve montaj resimleri olmak üzere iki çeşittir. İmalat resimlerinde her bir parçanın şekli, ölçüleri, ölçü şekil ve konum toleransları, yüzey kaliteleri, varsa boyama, kalay, kadmiyum kaplama gibi yüzey işlemleri, gerekli durumlarda imalat ile ilgili diğer özel notlar bulunmaktadır. Montaj resimlerinde ise hangi parçaların birbirine ne şekilde bağlanacağı gösterilmekte, gerekli montaj ölçüleri ve komple parçanın ana ölçüleri verilmekte, her bir parçanın kendi imalat resminde verilmiş ölçü ve diğer ayrıntılar tekrarlanmamaktadır. Firma satın aldığı, yaptırdığı veya kendi yaptığı her bir parça, alt parça ve kompleye yedi basamaklı bir kod numarası vermiştir. Siparişler, stoklamalar ve malzeme akışı ile ilgili bütün diğer faaliyetler için

bu numaralar kullanılmaktadır. Bu numaralar aynı zamanda firmasının imal ve monte ettiği parçaların resim numaralarıdır. Başka firmalardan satın aldığı parçalar ile DIN standartlarına uyan parçaların ayrıca resimleri çizilmemiş, ancak bunlara yine de bir kod numarası verilmiştir. Bütün parça, alt komple ve komplelerle bu kod numaraları arasında "bire bir" olacak şekilde bir ilişki kurulmuştur. Yani her bir parçanın bir kod numarası vardır ve bu numara başka bir parçaya verilmemiştir.(Bkz.Ek-1).

TCDD'deki alışıl gelmiş uygulamadan farklı olarak KM firması komple resimlerde, resimlerle ilgili olan parça listesini resmin başlık kısmında vermemektedir.

Bu bilgiler TCDD'de fihrist olarak adlandırılan parça listelerinde belirtilmektedir.(Bkz.Ek-2).

III.2.3 Parça Listeleri

Parçalar, parçalar arası ilişkiler bunların malzeme, standart ve siparişleri ile ilgili verilerin toplandığı parça listelerindeki aşağıdaki bilgiler TÜLOMSAŞ tarafından kullanılmaktadır :

Ana grup, üst ana grup, resim numarası, isim, üst resim numarası, miktar, birim, ham malzeme, hammalzeme ölçüleri, şartname numarası, malzeme numarası, ağırlık.

Gruplar ve ana gruplar, birbirleri ile ilişkisi olan parçaları birlikte düşünmekte bir kolaylık sağlamakta, bu konuda kabaca bir fikir vermektedir. Parçalar arasındaki gerçek ilişkiler ise resim numarası üst resim numarası ilişkisi ile belirlenmektedir. Bu ilişkide hangi parçanın nereye takılacağı gösterilmektedir. Parçaların ismi yine fikir vermek için kullanılmaktadır. Aynı isim bazen birden fazla parçaya verildiği için referans olarak kullanılamamakta, bu işlevi resim numaraları görmektedir. Miktar hanesinde, bu parçanın bir lokomotifte ne kadar

kullanıldığı, bunun tamamlayıcısı olan birim hanesinde ise bu miktarın kg, parça, m, m², m³, litre, ton, çift veya takım gibi birimlerden hangisi ile ifade edilmiş olduğu gösterilmektedir. Şartname numarası, piyasadan alınan parçaların hangi şartnameye göre alındığını gösterir. Ağırlık, imali bitmiş malzeme kalitesi, ölçüsü ve malzeme numarası malzeme hazırlama faaliyetlerine yardımcı olmak içindir.

Öte yandan, firma kendi yapmayıp da başka firmalardan aldığı parçalar için şartnameler hazırlamıştır. Burada parçanın ana ölçüleri, bazı durumlarda bir krokisi ve ana özellikleri belirtilmiştir. Bu şartnameler hazırlanırken fazla ayrıntıya girilmemiş, diğer firmaların standart imalatlarına uyulmuş, özel durumlarda bu firmalar ile mutabakat sağlanmış, çok zaman da yapımcı firmanın ismi bu şartnamelerde belirtilmiştir.

III.2.4 Yapı Ağacı

Parçalar arasındaki ilişkinin genel bir görünümünü verebilmek için firma, TÜLOMSAŞ'ın imal edeceği şasi ve boji parçalarının, ayrıntıya inmeksizin birer yapı ağacını hazırlamıştır. Ancak bu yapı ağaçları aşırı derecede basitleştirilmiş olduğundan TÜLOMSAŞ'ın işine yaramamıştır. İş emri yazma hazırlıkları yapılırken şasiye ait olan yapı ağacı parça listelerinden çıkarılmak sureti ile bütün ayrıntılarıyla TÜLOMSAŞ iş etüdü personeli tarafından hazırlanmıştır. Bu çalışmanın dayandığı iki temel veriden biri yapı ağacı, diğeri de yine TÜLOMSAŞ tarafından hazırlanan iş emirleri olmuştur. Yapı ağacının bir bölümü Şekil 18'de verilmiş idi.

III.2.5 İş Emirleri

TÜLOMSAŞ'da iş emri olarak tanınan teknik bilgilerin KM'de tam karşılığı yoktur. Burada Arbeits plan = İş planı olarak adlandırılan bilgilerde, sadece parçaların imali için gerekli olan işlemlerin bir listesi ve bunların süreleri verilmektedir. TÜLOMSAŞ'a gönderilen kopyalarda ise firma sırrı olduğu

gerekçesi ile bu sürelerin tamamı sıfır olarak gösterilmiştir. Gerek KM firmasının çalışma şeklinin farklı olması dolayısı ile bu işlem ve işlem sıralarının TÜLOMSAŞ'a uygulanamaması, gerekse sürelerin verilmemesi sebebi ile bir karşılaştırma yapma imkânının kalkmış olmasından bu planlardan faydalanılamamıştır.

TÜLOMSAŞ, kendi imal ve monte edeceği parçalar için gereken iş emirlerini şimdiye kadar kullanmakta olduğu formlara kendisi hazırlamıştır. TÜLOMSAŞ'ın hazırladığı iş emirlerinde parça, malzeme, sipariş ve işlemler ile ilgili bilgiler vardır. Parça hakkındaki bilgiler, parçanın adı, resim numarası, üst resim numarası, grubu, ana komple resminin numaraları, ünitadaki ve lokomotifdeki miktarlarıdır. Bu bilgiler "Bilgi Kütükleri ve Yapıları" bölümünde ayrıntıları ile açıklandığı üzere parça ana kütüğü olarak düzenlenmişlerdir.

Malzeme ve siparişlere ait bilgiler, bu çalışmanın çerçevesi dışında bırakılmış, işlemlere ait bilgilerin düzenlenip işlenmesine ağırlık verilmiştir.

İş emri üzerindeki işlemlere ait bilgiler, bilgisayarla çalışmaya yönelik olarak hazırlanmamış olduğundan, bunların yeniden gözden geçirilip düzenlenmeleri gerekmiştir. Bu düzenleme sırasında, işlemlerin ayrıntılı açıklamaları ve bu açıklamaları destekleyecek olan krokiler hiç ele alınmamış, işlemlerin adlarını kaydetmekle yetinilmiştir. İşlem çeşitleri çok fazla olmadığı ve isimlerin anlaşılması daha kolay olduğu için, işlemlerin de kodlandırılması yoluna gidilmemiştir. Bu işlemlerin bir listesi Ek-4'deki SEC program çıktısında görülmektedir.

İşlemlere ait bilgiler olarak, işlemlerin adları, sıraları, hangi masraf yeri ve hangi tezgahta (tezgah işçiliği gerektirenler için) yapılacağı ve tahmini süreleri iş emirlerine ait birer vektör olarak görülmüş ve iş emrinin işlemler bölümündeki her satır, işlemler kütüğüne birer satır olarak geçirilmiştir. İşlemler kütüğü ise bundan sonraki bölümde ayrıntılı olarak anlatılmaktadır. Örnek bir iş emri Ek-3'de verilmiştir.

III.3 BİLGİ KÜTÜKLERİ VE UYGULAMA PROGRAMLARI

III.3.1 Bilgi Kütükleri

Parçalara, işlemlere, parçalar ve işlemler arasındaki ilişkilere ait veriler çok büyük miktarlara ulaşmaktadır. Bunların büyük bir kısmı kaydedilmemiş, kaydedilenlerin doğruluğu kontrol edilmemiş, değerlendirilmesi yapılmamış, yanlış ve gereksiz olanlar silinip yok edilmemiştir. Bu verilerin işlenip tasnifi yapılmadığından, gerektiğinde bunlara erişilmesi, kopyalarının ilgili yerlere iletilmesi yapılamamaktadır. Üretim için gerekli olan bütün bilgilerin bir veri tabanı (data base) yapısında toplanması bütün bu yetersizlikleri giderebilecektir.

Bir veri tabanının hazırlanması, bu çalışmanın çerçevesi dışında kalmaktadır. Ancak bu çalışmanın ileride gerçekleşmesi beklenen gelişmelere bir başlangıç teşkil etmesi düşünüldüğünden, verilerin toplanması ve düzenlenmesi ileriye dönük olarak yapılmıştır. Bu yüzden kütükler bu çalışmanın amaçlarına yeterli olacak hacimdeki verilerin, ileride hazırlanacak olan veri tabanının yapısına uyacak ve onun için bir çekirdek oluşturacak şekilde diske yüklenmeleri ile meydana getirilmişlerdir.

Esas olarak üç grupta toplanabilecek olan bu kütüklerin ayrıntılı olarak tanıtılması aşağıda yapılmıştır.

III.3.1.1 Parça Ana Kütüğü (D 301061)

İş emirleri üzerinde, parça bilgileri sahasındaki değerler parça ana kütüğüne yüklenmişlerdir. Bu kütükte, her parça veya bileşene ait temel bilgiler birer kayıt olarak yer almaktadır. Bu temel bilgiler, sırasıyla parçaya ait iş emri numarası, kayıtın sıra numarası, parçanın yapı ağacındaki yerini belirten yedi kısımlı bir değer, parçanın adı, resim numarası, grubu, lokomotifteki miktarı, komple resmin numarasıdır.

Bu bilgilerden iş emri numarası parça ana kütüğünün işlemler kütüğü ile, kayıt sıra numarası da ilişki kütüğü ile bağlantı kurmayı sağlar.

Parça ana kütüğündeki her sıra numarası için ilişki kütüğünde bir ana faaliyet kaydı bulunur. Her bir iş emri numarasına da işlemler kütüğünde bir veya birden fazla kayıt karşılık gelir. Bu kütük ilişki ve işlemler kütükleri arasındaki bağlantıları gösterdiği gibi, parçaların birbirleri ile olan ilgilerini de daha açık ifadeyle hangi parçaların nerelere bağlandığını da gösterir. Böylece sistemin bütünlüğünü sağlar.

Bu kütüğün ve diğer kütüklere ait kayıtların giriş ve çıkış işlemlerinde kullanılan yapılar, bilgisayar programlarında belirtilmiştir. 337 kayıttan oluşan bu kütüğün bir bölümü Şekil 24'de gösterilmiştir.

III.3.1.2 İşlemler Kütüğü (D 301071)

İş emirlerinde işlemlere ait sahadaki bilgiler bu kütüğe yüklenmiştir. Buradaki bilgiler, kayıttaki sıralarına göre şöyledir : İş emri numarası, iş emrindeki işlem numarası, masraf yeri, işlem ve bir partinin imali için gereken iş gücü (adam-saat).

Parça ana kütüğündeki her bir kayıt için burada bir veya birden fazla kayıt vardır. İş emri numarası ile bu iki kütük arasında bağlantı kurulabilmektedir. Ayrıca parçalanmış ilişki kütüğünde de gerçek faaliyetleri gösteren kayıtlara, bunların iş emirlerindeki karşılıkları olan kayıtların numaraları verilmiş olduğundan bu iki kütük de birbirine bağlanabilmektedir.

D 301071 kütüğünün kontrolü sırasında iş emirlerinde bulunan 1389 kayıttan dört adedinin bu kütüğe aktarılmamış olduğu farkedilmiş, hatanın düzeltilmesi için kayıtların tamamını içeren D 301072 kütüğü hazırlanmış, bundan sonraki çalışmalarda işlemler kütüğü olmak üzere bu kütük kullanılmıştır.

ŞEKİL 24 : Parça Ana Kütüğünden Bir Bölüm.

/REC	1	DATA	83	10005001010000000000SASI KÜMPLE (GENEL MÜNTE)	10792521-141	00011079253001000
/REC	2	DATA	83	11005002010100000000SASI VE KAYNAKLI PARÇALARI	10792121-39	00011079252001000
/REC	3	DATA	83	1101000301010100000000SÜRÜ SÜPÖRTÜ KAYNAKLI (KIS.K.)	10794691-5	00011079212001000
/REC	4	DATA	83	110150040101010100000000ŞEBENT	1023183	00041079469001000
/REC	5	DATA	83	110200050101010102000000ŞEKRU	1068889	00021079469002000
/REC	6	DATA	83	110250060101010104000000YALITKAN BAŞLIK	0772315	00041079469003000
/REC	7	DATA	83	1103000701010200000000SÜPÖRT (KÜMPLE)	10794741-4	00021079212002000
/REC	8	DATA	83	1103500801010201000000ŞÜKÜLMÜŞ SAC	1068904	00021079474001000
/REC	9	DATA	83	1104000901010202000000ŞÜKÜLMÜŞ SAC	1068905	00021079474002000
/REC	10	DATA	83	1104501001010300000000SÜPÖRT (KÜMPLE)	10794751-4	00021079212003000
/REC	11	DATA	83	1105001101010301000000LAMA	1068902	00021079475001000
/REC	12	DATA	83	1105501201010400000000SÜPÖRT (KÜMPLE)	10794761-3	00041079212004000
/REC	13	DATA	83	1106001301010401000000PLAKA	1068901	00041079476001000
/REC	14	DATA	83	1106501401010500000000SÜPÖRT (KÜMPLE)	10794771-3	00021079212005000
/REC	15	DATA	83	1107001501010501000000	1068906	00021079477001000
/REC	16	DATA	83	1107501601010600000000SÜPÖRT KÜMPLE (KİSMİ MONTE)	10794761-5	00021079212006000
/REC	17	DATA	83	1108001701010601000000ŞÜKÜLMÜŞ SAC	1068903	00021079478001000
/REC	18	DATA	83	1108501801010700000000KAYNAKLI SÜPÖRT	10792671-3	00011079212007000
/REC	19	DATA	83	1109001901010701000000PRUFİL DÖRÜ	1073187	00011079267001000
/REC	20	DATA	83	1109502001010702000000KELEPÇE	1020765	00011079267002000
/REC	21	DATA	83	1110002101010800000000SÜPÖRT KÜMPLE (KİSMİ MONTE)	10794791-3	00011079212008000
/REC	22	DATA	83	1110502201010801000000ŞEBENT	1068908	00011079479001000
/REC	23	DATA	83	1111002301010900000000DELİKLİ LAMA	1023191	00011079212009000
/REC	24	DATA	83	1111502401011000000000DELİKLİ LAMA	1023192	00041079212010000
/REC	25	DATA	83	1112002501011100000000DELİKLİ LAMA	1023193	00021079212011000
/REC	26	DATA	83	1112502601011200000000DELİKLİ LAMA	1023194	00021079212012000
/REC	27	DATA	83	1113002701011300000000U-PRUFİL	1023195	00011079212013000
/REC	28	DATA	83	1113502801011400000000DELİKLİ LAMA	1023196	00011079212014000
/REC	29	DATA	83	1114002901011500000000DELİKLİ LAMA	1023197	00021079212015000
/REC	30	DATA	83	1114503001011600000000DELİKLİ LAMA	1023198	00051079212016000
/REC	31	DATA	83	1115003101011700000000DELİKLİ KOŞEBENT	1023199	00081079212017000
/REC	32	DATA	83	1115503201011800000000PRUFİL SAC	1023200	00041079212018000
/REC	33	DATA	83	1116003301011900000000DELİKLİ LAMA	1023201	00041079212019000
/REC	34	DATA	83	1116503401012000000000DELİKLİ LAMA	1023202	00041079212020000
/REC	35	DATA	83	1117003501012100000000ASKI SÜPÖRTÜ	1023203	00021079212021000
/REC	36	DATA	83	1117503601012200000000ASKI SÜP. KÜMP. (K. MONTE)	10794611-3	00021079212022000
/REC	37	DATA	83	1118003701012202000000TUTUCU PLAKA	1068910	00021079481002000
/REC	38	DATA	83	1118503801012300000000FATURALI SAPLAMA	0854544	00041079212023000
/REC	39	DATA	83	1119003901012700000000KAYNAKLI KAPAK (MONTE)	10794301-10	00011079212027000
/REC	40	DATA	83	1119504001012701000000PLAKA	1068885	00011079430001000
/REC	41	DATA	83	1120004101012702000000KAYNAKLI YAN PARÇA (KİSM. MONTE)	10794311-4	00011079430002000
/REC	42	DATA	83	1120504201012702010000KAYNAKLI YAN PARÇA İÇİN	1068886	00011079431001000
/REC	43	DATA	83	1121004301012702030000KAYNAKLI YAN PARÇA İÇİN	1068887	00021079431003000
/REC	44	DATA	83	1121504401012703000000ON PERYAZ	1023161	00011079430003000
/REC	45	DATA	83	1122004501012704000000KAPAK (K. MONTE)	10794321-10	00011079430004000
/REC	46	DATA	83	1122504601012704010000KAPAK SACI (KAPAK İÇİN)	1023163	00011079232001000
/REC	47	DATA	83	1123004701012704020000MENTEŞE KM (KAPAK İÇİN)	10231661-5	00021079432002000
/REC	48	DATA	83	1123504801012704020100MENTEŞE PARÇASI (MENTEŞE İÇİN)	10231661	00021079432002000
/REC	49	DATA	83	1124004901012704020101MENTEŞE PARÇASI	KRUKI 1	00021023186001000
/REC	50	DATA	83	1124505001012704020102MENTEŞE PARÇASI	KRUKI 2	00041023186001000
/REC	51	DATA	83	1125005101012704020200MENTEŞE PARÇASI	10231862	00021079432002000
/REC	52	DATA	83	1125505201012704020201MENTEŞE PARÇASI	KRUKI 1	00021023186002000
/REC	53	DATA	83	1126005301012704020202MENTEŞE PARÇASI	KRUKI 2	00021023186002000
/REC	54	DATA	83	1126505401012704020300PERİŞ (MENTEŞE İÇİN)	10231863	00021079432003000
/REC	55	DATA	83	1127005501012704030000KİLİT PLAKASI (KAPAK İÇİN)	1023162	00021079432003000
/REC	56	DATA	83	1127505601012704040000ŞEBENT (KAPAK İÇİN)	1068888	00011079432004000
/REC	57	DATA	83	1128005701012704070000ŞEBENT (KAPAK İÇİN)	1065175	00011079432007000
/REC	58	DATA	83	1128505801012800000000DAYANA	1068909	00041079212028000
/REC	59	DATA	83	1128505901012900000000TAKOZ	1101143	00081079212029000
/REC	60	DATA	83	1129006001013000000000TAKOZ	1065176	00041079212030000

Bu kütüğün kayıt yapısı da esas olarak aynıdır. Ancak D 301071 kütüğünün sonuna o işlemin teknolojik olarak en fazla kaç kişi ile yapılabileceğini gösteren bir değer ile, o işlemin hangi ana faaliyete ait olduğunu gösteren bir ikinci değer eklenmiştir. Eklenen bu değerlerden iki modelin çalıştırılması sırasında yapılacak olan duyarlık analizlerinde kolaylık sağlamak, ikincisi de gerektiğinde parça ana kütüğündeki ilgili kayıta doğrudan erişebilmek içindir.

Bu kütüğün bir bölümü Şekil 25'de gösterilmektedir.

III.3.1.3 İlişki Kütüğü (D 301062)

İlişki kütüğü, parçaların birbiri ile ilişkisini belirtmekte aynı zamanda son mamulün yapılabilmesi için yürütülecek faaliyetlerin modeli olan ağın sayısal gösterimini sağlamaktadır.

Elemanları, düğümler ve faaliyetler olan ağ, iki ucunda birer düğüm ve bunların arasında da bir faaliyet bulunan modüller yapıların bir kümesi olarak ele alınmıştır.

Kütüğü oluşturacak her bir kayıt bir seri numarası, bir başlangıç düğümü numarası, bir faaliyet kodu (veya süre) ve bir tamamlanma düğümü numarasından meydana gelir.

Düğüm numaraları-yerine göre -bazı kayıtlarda başlangıç bazı kayıtlarda da tamamlanma düğümü olarak kullanılmışlardır. Sadece bir numaralı düğüm-kendinden önce bir faaliyet gelmediği için tamamlanma düğümü olarak; en büyük numaralı düğüm de -kendisinden sonra faaliyet gelmediği için-başlangıç düğümü olarak hiç bir kayıta kullanılmamıştır.

Her düğüme birden fazla faaliyet başlayabilir veya birden fazla faaliyet bitebilir. Düğüm numarası, kendisinde tamamlanan faaliyet sayısı kadar tamamlanma düğümü, kendisinden başlayan

/REC	1	DATA	36	10005010433	MONTE	00000
/REC	2	DATA	36	10005020033	KONTROL	00000
/REC	3	DATA	36	11005010457	MARKA	00300
/REC	4	DATA	36	11005020457	PUNTA	00200
/REC	5	DATA	36	11005030457	KAYNAK	00600
/REC	6	DATA	36	11005040033	KONTROL	00000
/REC	7	DATA	36	11010010457	KAYNAK	00640
/REC	8	DATA	36	11010020457MATKAP	DELME	00020
/REC	9	DATA	36	11010030457	MONTE	00000
/REC	10	DATA	36	11015010442GIYUTIN	KESME	00020
/REC	11	DATA	36	11015020442ABKANT	BÜKME	00020
/REC	12	DATA	36	11015030457	MARKA	00010
/REC	13	DATA	36	11015040457MATKAP	DELME	00010
/REC	14	DATA	36	11015050457	TESVİYE	00000
/REC	15	DATA	36	11020010434BORU	KESME BORU	00020
/REC	16	DATA	36	11020020434	TESVİYE	00010
/REC	17	DATA	36	11025010463PLASTİK	BÜKME PLAS	00040
/REC	18	DATA	36	11025020457	TESVİYE	00020
/REC	19	DATA	36	11030010457	MARKA	00010
/REC	20	DATA	36	11030020457	KAYNAK	00010
/REC	21	DATA	36	11035010442GIYUTIN	KESME	00010
/REC	22	DATA	36	11035020457ABKANT	BÜKME	00020
/REC	23	DATA	36	11040010442GIYUTIN	KESME	00010
/REC	24	DATA	36	11040020442ABKANT	BÜKME	00020
/REC	25	DATA	36	11040030457	MARKA	00010
/REC	26	DATA	36	11040040457MATKAP	DELME	00030
/REC	27	DATA	36	11040050457	TESVİYE	00030
/REC	28	DATA	36	11045010457	MARKA	00040
/REC	29	DATA	36	11045020457	KAYNAK	00090
/REC	30	DATA	36	11050010442GIYUTIN	KESME	00010
/REC	31	DATA	36	11050020457	DOĞRULTMA	00010
/REC	32	DATA	36	11055010457	MONTE KAYN	00030
/REC	33	DATA	36	11060010442GIYUTIN	KESME	00030
/REC	34	DATA	36	11065010457	MONTE KAYN	00030
/REC	35	DATA	36	11070010442GIYUTIN	KESME	00010
/REC	36	DATA	36	11075010457	MARKA	00010
/REC	37	DATA	36	11075020457	KAYNAK	00000
/REC	38	DATA	36	11075030033	KONTROL	00000
/REC	39	DATA	36	11080010442GIYUTIN	KESME	00030
/REC	40	DATA	36	11080020442	MARKA	00000
/REC	41	DATA	36	11080030442ABKANT	BÜKME	00020
/REC	42	DATA	36	11080040033	KONTROL	00000
/REC	43	DATA	36	11085010457	MARKA	00020
/REC	44	DATA	36	11085020457	KAYNAK	00020
/REC	45	DATA	36	11090010434	MARKA	00020
/REC	46	DATA	36	11090020434DEVVAR	KESME	00020
/REC	47	DATA	36	11090030434	MARKA	00020
/REC	48	DATA	36	11090040434	TESVİYE	00040
/REC	49	DATA	36	11095010442GIYUTIN	KESME	00040
/REC	50	DATA	36	11095020454	BÜKME	00040
/REC	51	DATA	36	11095030454	MARKA	00010
/REC	52	DATA	36	11095040454MATKAP	DELME	00050
/REC	53	DATA	36	11095050454	TESVİYE	00030
/REC	54	DATA	36	11100010457MARKA	MARKA	00000
/REC	55	DATA	36	11100020457	KAYNAK	00010
/REC	56	DATA	36	11100030033	KONTROL	00000
/REC	57	DATA	36	11105010434DEVVAR	KESME	00000

ŞEKİL 25 : İşlemler Kütüğünden Bir Bölüm

faaliyetlerin sayısı kadar da tamamlanma düğümü olarak ayrı ayrı kayıtlarda yer alır. D 301062 numaralı kütük, yapı ağacı üzerinde verilmiş olan düğüm numaralarının disket aracılığı ile diske yüklenmesi suretiyle oluşmuştur.

Bu kütükteki ham bilgiler, ağın yapısının temeli olmuştur. Ancak elle toplanan bu bilgilerin, çözüm programına girdi olarak verilebilmesi için, işlenmeleri gerekmektedir. Bilgi işleme programları bölümünde ayrıntılı olarak anlatılacak olan bu işlemlerin sonuçları da aynı kayıt yapısını taşımaktadırlar. Fiziki olarak ayrı sahalara yüklenmiş olan bu kütükler, mantıki olarak benzer olduklarından ilişki kütüğü olarak düşünülmüştür. Bu kütükler ve özellikleri türetiliş sıralarına göre şöyledir : TERS programın çıktılarından oluşan D 301064 kütüğü, ağı meydana getiren düğümler arasındaki ilişki aynı kalmak şartıyla düğümlere soldan sağa doğru büyüyen numara vermek suretiyle türetilmiştir.

D 301065 kütüğü, ağın ana faaliyetler için bir ara çözümünü yapabilmek için, D 301064'deki kayıtların birinci dereceden başlangıç düğümü, ikinci dereceden de tamamlanma düğümüne göre sıralanması ile elde edilmiştir. Burada her bir kayıt kendi içinde aynen kalmış, sadece kayıtların sıraları düzenlenmiştir.

D 301067 kütüğü, BOL programının çıktılarından oluşmuştur. BOL programı ana faaliyetleri işlemlere bölerek ağın yapısını daha ayrıntılı bir şekle soktuğu için, düğüm ve dal sayısı daha fazla olan bu ağın kayıt sayısı da BOL programının girdisi olan D 301065 kütüğünün kayıt sayısından fazladır. Kukla faaliyetlere ait kayıtlar her iki kütükte de yanıdır. Her bir ana faaliyet için ilk kütükte bir tek kayıt varken, yeni kütükte birden fazla faaliyet, dolayısıyla birden fazla kayıt oluşmaktadır. Bu işlemin ayrıntıları, ileride BOL programının algoritması verilirken açıklanacaktır.

Kayıt yapıları ise esas olarak aynı kalmıştır. Ancak, çoğalan ve sırası karışan kayıtlarda D 301062 kütüğünden beri gelen seri numarasını kullanmak güçleştirdiğinden erişim kolaylığı sağlamak üzere, kukla faaliyetlerin orjinal kod numaraları bunlara ait kayıtların seri numaraları yerine koyulmuş, ana faaliyetlerin parçalanması ile elde edilen diğer kayıtlara da, bu kayıtların faaliyeti olan işlemlerin işlem kütüğündeki sıra numaraları verilmiştir.

D 301068 kütüğü ise D 301067 kütüğünün, ağ çözüm programı tarafından girdi olarak kullanılabilmesi için -D 301065'de olduğu gibi- birinci dereceden başlangıç düğümü, ikinci dereceden de tamamlanma düğümüne göre sıralanması ile elde edilmiştir.

İlişki kütüğünün bir bölümü, Şekil 26'da gösterilmektedir.

III.3.2 Uygulama Programları

Bu çalışma çerçevesinde hazırlanan ve kullanılan uygulama programları,

- Kütük Düzenleme,
- Bilgi İşleme,
- İlişki Kontrol,
- Ağ Çözüm Programları, olarak gruplandırılabilir.

III.3.2.1 Kütük Düzenleme Programları

Bilgi kütüklerinin, bilgisayar ortamına aktarılmasında, yükleme, kontrol, düzeltme ve düzenleme işlemleri için kullanılan ve problemin kendisinden çok bilgisayar sistemine yönelik olan programlar şunlardır :

- Yer Açma Programları : Yeni bir kütük yaratmadan önce tasarlanan kütüğün kayıt boyu ve kayıt sayılarına uygun bir sahanın disk üzerinde bu kütüğe tahsis edilmesini ve yüklemeyen

T* * * * DEVICE 203 SYS098, 3375, 0301062.LISKI

/REC	1	DATA	16	0001000200010001
/REC	2	DATA	16	0002000300020002
/REC	3	DATA	16	0003002900030003
/REC	4	DATA	16	0004015200040029
/REC	5	DATA	16	0005015300050029
/REC	6	DATA	16	0006015400060029
/REC	7	DATA	16	0007003000070003
/REC	8	DATA	16	0008015500080030
/REC	9	DATA	16	0009015600090030
/REC	10	DATA	16	0010003100100003
/REC	11	DATA	16	0011015700110031
/REC	12	DATA	16	0012003200120003
/REC	13	DATA	16	0013015800130032
/REC	14	DATA	16	0014003300140003
/REC	15	DATA	16	0015015900150033
/REC	16	DATA	16	0016003400160003
/REC	17	DATA	16	0017016000170034
/REC	18	DATA	16	0018003510180003
/REC	19	DATA	16	0019016110190035
/REC	20	DATA	16	0020016210200035
/REC	21	DATA	16	0021003600210003
/REC	22	DATA	16	0022016300220036
/REC	23	DATA	16	0023016400230003
/REC	24	DATA	16	0024016500240003
/REC	25	DATA	16	0025016600250003
/REC	26	DATA	16	0026016700260003
/REC	27	DATA	16	0027016800270003
/REC	28	DATA	16	0028016900280003
/REC	29	DATA	16	0029017000290003
/REC	30	DATA	16	0030017100300003
/REC	31	DATA	16	0031017200310003
/REC	32	DATA	16	0032017300320003
/REC	33	DATA	16	0033017400330003
/REC	34	DATA	16	0034017500340003
/REC	35	DATA	16	0035017610350003
/REC	36	DATA	16	0036003700360003
/REC	37	DATA	16	0037017900370037
/REC	38	DATA	16	0038017700380003
/REC	39	DATA	16	0039003800390003
/REC	40	DATA	16	0040022800400038
/REC	41	DATA	16	0041006500410038
/REC	42	DATA	16	0042018000420065
/REC	43	DATA	16	0043018100430065
/REC	44	DATA	16	0044022900440038
/REC	45	DATA	16	0045006600450038
/REC	46	DATA	16	0046051800460066
/REC	47	DATA	16	0047010000470066
/REC	48	DATA	16	0048011800480100
/REC	49	DATA	16	0049018500490118
/REC	50	DATA	16	0050018600500118
/REC	51	DATA	16	0051011900510100
/REC	52	DATA	16	0052018700520119
/REC	53	DATA	16	0053018800530119
/REC	54	DATA	16	0054018900540100
/REC	55	DATA	16	0055018200550066
/REC	56	DATA	16	0056018300560066
/REC	57	DATA	16	0057018400570066
/REC	58	DATA	16	0058023500580003
/REC	59	DATA	16	0059023600590003
/REC	60	DATA	16	0060023700600003
/REC	61	DATA	16	0061023800610003

ŞEKİL 26 : İlişki Kütüğünden Bir Bölüm.

sonra da sahanın korunmasını sağlamak için IBM'in standart CLUSTER Programı kullanılmıştır.

- Yaratma Programları : Diskete geçirilmiş olan verilerin disk üzerindeki sahalara aktarılması için hazırlanan, okuma ve yazma komutlarından ibaret olan bu basit programlardan başka TERS ve BOL programları da mevcut kütüklerden faydalanarak hazırladığı verileri boş disk sahalarına aktarıldıkları için programlama tekniği açısından bu sınıfta düşünülebilirler.

- Ekleme, İptal Etme, Güncelleştirme (ADD,DELETE,UPDATE): Mevcut kütüklere kayıt ekleme, mevcut bir kayıdı silme veya değiştirme gibi standart kütük işlemlerini yapmaktadırlar. Bu programlar, kontrol programlarının ağda bulmuş olduğu hataları düzeltmek veya modeli değişik şartlar altında çalıştırmada verilerde değişiklik yapmak için kullanılmışlardır.

- Sıralama Programı : İlişki kütüğünü ağ çözüm programının algoritması gereği başlangıç ve bitiş düğüm numaralarına göre artan şekilde sıraya sokmak için IBM'in standart SORT programı kullanılmıştır.

- Kütükteki Değerlerin Dökümü Programı : Kütüklerdeki kayıtların çıkış formlarına basılarak, disk üzerindeki durumlarının gözle kontrolünü sağlamak amacı ile IBM'in standart DITTO programı kullanılmıştır.

III.3.2.2 Bilgi İşleme Programları

Bilgisayar ortamında, disklerde oluşturulmuş olan kütüklerdeki bilgileri işleyerek, ağın çözümüne hazırlayan programlar şunlardır :

- Düğüm Noktalarının Ters Çevirme Programı (TERS) : Yapı ağacı sağdan başlamakta, sola doğru dallanmaktadır. Düğümlerin numaralanmasına bu noktadan başlamak dal uçlarından başlamaktan

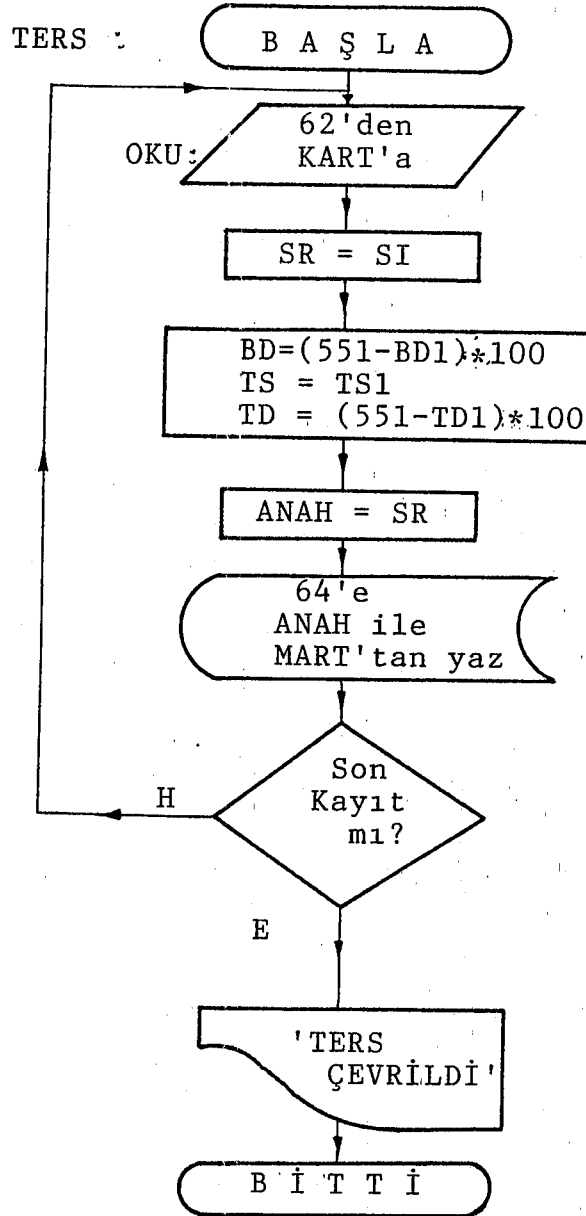
daha kolaydır. Bu durumda ise düğüm numaraları ağın başından sonuna doğru gidildikçe küçülecektir. Oysa ağ çözüm algoritması gereği bu numaraların sona doğru büyümesi istenmektedir. TERS programı bu iki ayrı durum arasında uzlaşmayı sağlamak için hazırlanmıştır.

İLİŞKİ kütüğündeki bütün düğüm numaralarının değerini en büyük numaralı düğümünün bir fazlası olan değerden çıkarır. Bunun sonucunda ağın başındaki en büyük düğüm numarası değişerek bir olur, en sonda bir olan numarada değişerek en büyük değeri alır. Bu arada diğer düğüm numaraları da bu ikisi arasında değiştiğinden ağdaki düğümler arası ilişki bozulmadan kütükteki değerler ağ çözümüne hazırlanmış olur. Programın algoritması aşağıdaki gibidir.

1. İlişki kütüğünden bir kayıt okunur.
2. Kayıttaki ;
 - a) Başlangıç düğümünün,
 - b) Tamamlanma düğümünün yeni değerleri hesaplanır.
3. Kayıttaki diğer değerleri değiştirmeksizin, 2'de bulunan yeni değerlerle birlikte bu kayıt yeni bir sahaya işlenir.
4. Kütükte okunacak kayıt kalmadı ise 5'e aksi takdirde 1'e dönülür.
5. İşlemin tamamlandığı mesajı verilir.

Programda kullanılan değişkenler ise şunlardır :

D 301062	:	Yapı ağacına dayanarak hazırlanmış olan kütük
D 301064	:	Program çıktılarının yazıldığı kütük
KART	:	D 301062 kütüğünün okunduğu yapı
MART	:	D 301064 kütüğünün yazıldığı yapı
BD, BD 1	:	KART ve MART yapılarında başlangıç düğümleri
TS, TS 1	:	KART ve MART yapılarında faaliyet kodları
TD, TD 1	:	KART ve MART yapılarında tamamlanma düğümleri
SR, SI	:	D 301062 ve D 301064 kütüklerinde anahtar
ANAH	:	Geçici değer.



ŞEKİL 27 : TERS Programının Akış Diyagramı.

```

/* DÜĞÜM NOKTALARININ TERS ÇEVİRİLMESİ */
TERS : PROC OPTIONS(MAIN);
DCL 1 KART,
    2 SR PIC'9999',
    2 LD PIC'999999',
    2 TS PIC'9999',
    2 TD PIC'999999';
DCL 1 KART,
    2 SI PIC'9999',
    2 BD1 PIC'9999',
    2 TSI PIC'9999',
    2 TD1 PIC'9999';
DCL ANAH CHAR(4);
DCL D301062 FILE RECORD INPUT SEQL ENV(VSAM);
DCL D301064 FILE RECORD OUTPUT SEQL KEYED ENV(VSAM);
ON ERROR SNAP BEGIN;
UN ERROR SYSTEM; PUT DATA; END;
ON ENDFILE(D301062) GO TO SON;
/* VERİLERİN OKUNMASI */
OKU:=READ FILE(D301062) INTO(KART);
/* DEĞER ATANMASI */
SR=SI;
BD=(551-BD1)*100;
TS=TSI;
TD=(551-TD1)*100;
ANAH=SR;
WRITE FILE(D301064) FROM(MART) KEYFROM(ANAH);
GO TO OKU;
SON : CLOSE FILE(D301062);
PUT EDIT('TERS ÇEVİRİLDİ')(COL(5),A); END;
/*

```

ŞEKİL 28 : TERS Programı.

- Eksik Dügümleri Doldurma Programları (DOL,DDL 1) :

Yapı ağacından ilişki verilerinin derlenmesi için yapılan ilk işlem olan düğümlerin numaralanmasında bazı numaralar atlanmış olabilir. Seviyeler arasında bu atlama işlemi bilhassa yapılmış olabilir veya mamul yapısında bazı değişiklikler ortaya çıkabilir. Çözüm algoritması, en küçükten en büyüğe kadar, bütün düğümlerin atlanmaksızın numaralanmasını gerektirdiğinden bütün düğümlerin bunu sağlayacak şekilde yeniden numaralanması gerekmektedir.

DOL Programı, İLİŞKİ kütüğündeki düğüm numaralarını okumakta, boşluktan sonra gelen düğümleri yerleştirerek verileri yoğunlaştırmaktadır. Programın çalışması sonucunda, İLİŞKİ kütüğündeki en büyük düğüm numarası küçülmekte, düğümlerin çoğunun numarası değişmekte ancak düğümler arası ilişkiler bozulmamaktadır.

Ana faaliyetlerin işlemlere parçalanması sırasında da bu işi yapan BOL programının algoritması gereği, düğüm numaraları arasında boşluklar oluşmaktadır. Burada düğüm numaraları büyük olduğu için bilgisayar kapasitesi DOL programını çalıştırmakta yetersiz kalmaktadır. BOL programı çıktılarının özelliğine dayalı olarak geliştirilen daha farklı bir algoritmayı uygulayan DOL 1 programı da ayrı bir teknik kullanmasına rağmen kavram olarak aynı işi yapmaktadır.

- DOL programının algoritması aşağıdaki gibidir :

1. D 301064 kütüğünden KART yapısına bir kayıt okunur.

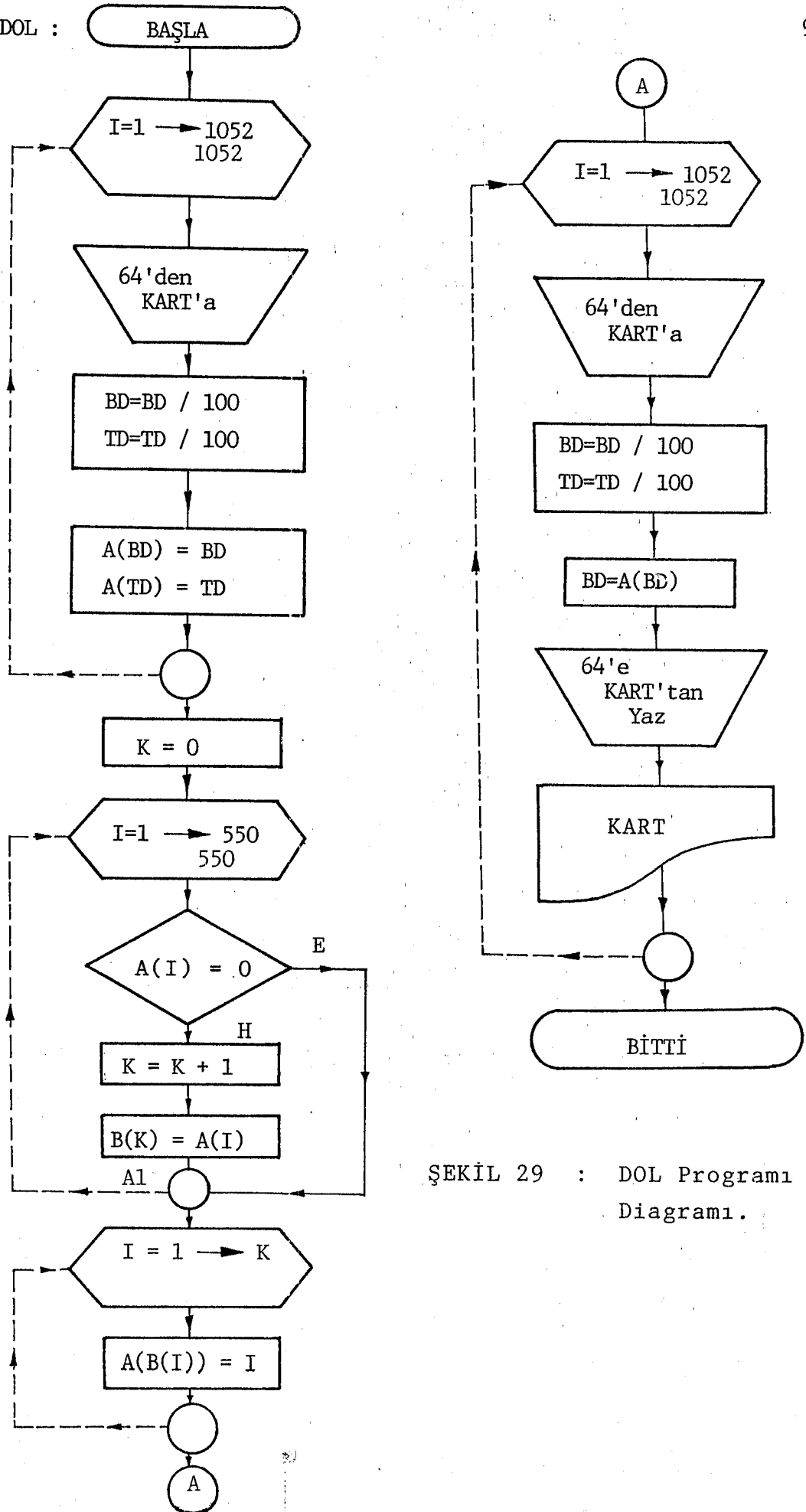
2.a)Başlangıç düğümü numarası , A vektörünün, indisi bu numaraya eşit olan elemanına atanır.

b)2a'daki işlem tamamlama düğümü için de tekrarlanır(Bu işlem sonucunda kullanılmış olan düğüm numaraları A vektörüne yerleştirilmiş olur. A vektöründe sıfır olarak gözüken elemanların indisleri ise kullanılmamış olan düğüm numaralarını verir).

3. D 301064'deki kayıtlar bitti ise 4'e geçilir, bitmedi ise 1'e dönülür.
4. B vektörünün indisine verilecek başlangıç değerine sıfır değeri atanır.
5. A vektöründen sıradaki ilk eleman alınır.
6. Elemanın değeri sıfır ise 9'a atlanır.
7. B vektörünün indisinin değeri bir arttırılır.
8. B'nin elemanına A'nın elemanı atanır(Böylece A vektöründen, sıfırları ihtiva etmeyen yoğunlaştırılmış B vektörü türetilmiş olur).
9. A vektörünün bütün elemanları bitmedi ise 5'e dönülür.
10. B vektörünün sıradaki ilk elemanı alınır.
11. A vektöründe, B'nin o elemanının değerini indis olarak taşıyan elemana, B'nin elemanının indisinin değeri atanır (Böylece A vektöründe, eksik düğüm numarasının değerini taşıyan indisli elemanların değerleri yeni düğüm numaralarını verecek şekilde sokulmuş olur).
12. B vektörünün elemanları bitmedi ise 10'a dönülür.
13. D 301064 kütüğünden KART yapısına bir kayıt okunur.
- 14.a)A vektöründe başlangıç düğümünün numarasını taşıyan elemanın değeri başlangıç düğümüne yeni değer olarak atanır.
- b)14 a'da başlangıç düğümü için yapılmış olanı tamamlama düğümü için de tekrarlanır.
15. 14'de düzeltilmiş olan kayıt, düzelmiş şekli ile D 301064 kütüğüne işlenir.
16. D 301064 kütüğündeki kayıtlar bitmemiş ise 13'e dönülür.
17. Kayıtların işlendiği mesajı verilir.

Programda kullanılan değişkenler şunlardır :

D 301064	:	İlişki Kütüğü
KART	:	İlişki kütüğünün okunduğu yapı
BD	:	Başlangıç düğümü numarası
TD	:	Tamamlanma düğümü numarası
A(550)	:	Ara değerlerin biriktirildiği vektör
B(550)	:	Ara değerlerin biriktirildiği bir başka vektör.



ŞEKİL 29 : DOL Programı Akış Diagramı.

```

DOL : PROC OPTIONS(MAIN);
DCL D301064 FILE RECORD UPDATE SEQL ENV(VSAM);
DCL 1 KART;
    2 SR PIC '9999',
    2 BD PIC '999999',
    2 SU PIC '9999',
    2 TD PIC '999999';
DCL A(550), B(550);
    DO I=1 TO 1052;
READ FILE (D301064) INTO (KART);
    BD=BD/100;
    TD=TD/100;
    A(BD) = BD;
    A(TD) = TD;
    END;
CLOSE FILE (D301064);
K=0;
DO I=1 TO 550;
    IF A(I) = 0 THEN GOTO A1;
    K=K+1;
    B(K) = A(I);
A1 : END;
    DO I=1 TO K;
        A(B(I))=I;
    END;
OPEN FILE (D301064);
DO I =1 TO 1052;
READ FILE (D301064) INTO (KART);
    BD= BD/100;
    TD=TD/100;
    BD=A(BD);
    TD=A(TD);
    REWRITE FILE(D301064) FROM(KART);
    PUT EDIT(SR,BD,SU,TD) (COL(4):(4)F(8));
B1:END;
SON : CLOSE FILE(D301064); END;
/*

```

ŞEKİL 30 : DOL Programı.

- BOL çıktılarının yoğunlaştırma programı (DOL 1) :

BOL programı ana faaliyetleri işlemlere parçalarken kendi algoritması sonucunda, bir çok numarayı atlayarak düğümlere numara verir. Bu verilerin yoğunlaştırılması, vektör boyları çok büyük olup, bilgisayar kapasitesini aşacağı için-DOL programı ile yapılamamaktadır. Burada düğüm numaraları, ana faaliyet başlangıç düğümü numarasını veren üç basamaklı birinci kısım ile bu ana faaliyetteki işlem numarasını veren iki basamaklı bir ikinci kısımdan oluşmaktadır. Verilerin bu özelliğinden yararlanılarak gerekli yoğunlaştırmayı yapmak üzere DOL 1 programı hazırlanmıştır. Programın algoritması aşağıda görülmektedir.

1. D 301064 kütüğünden, sıradaki kayıt okunur.

2. Başlangıç ve tamamlama düğümü numaraları , kendilerini meydana getiren ikişer kısma bölünür.

3 a)Başlama düğüm numarasının birinci kısmına eşit değerdeki indisli X vektörüne ait elemanın değeri, aynı düğümün ikinci kısmından küçükse, X vektörünün o elemanına, o ikinci kısım değeri atanır.

b)3a'daki işlem tamamlama düğümü için de tekrarlanır (Bu kısımda, her bir ana faaliyet başlangıç düğümünden seri olarak bağlı kaç adet işlem çıktığı bulunmuş ve X vektöründe biriktirilmiş olur).

4. Kütükteki kayıtların okunması tamamlanmamışsa 1'e dönlür.

5. Y vektörünün ilk elemanına 1 değeri atanır.

6. Y vektörünün bir sonraki elemanı , aynı vektörün önceki elemanı, X vektörünün karşı gelen elemanı ve 1 değerinin toplamı olarak hesaplayıp yerine atanır (Burada aynı ana faaliyet başlangıç düğüm numarasına sahip parçalanmış faaliyetlerden ilkinin başlangıç düğümleri numaraları Y vektöründe biriktirilmiştir).

7. Okunacak kayıtlar bitmedi ise 1'e dönlür.

8. D 301064 kütüğünden sıradaki kayıt alınır.
9. 2'deki işlem tekrarlanarak 10'a geçilir.
- 10 a)Başlangıç düğümünün ikinci kısmının değeri ile aynı düğümün ilk kısmının değerini indis olarak kabul eden Y vektörü elemanlarının toplamı başlangıç değeri olarak atanır.
- b)10 a'daki işlem tamamlama düğümü için tekrarlanır.
11. Eldeki kayıt düzeltilmiş şekli ile ilişki kütüğüne işlenir.
12. Kütükteki kayıtların okunmaları tamamlanmadı ise 8'e dönülür.
13. En büyük düğüm numarası , X ve Y vektörlerinin son elemanları ile l'in toplamı olarak hesaplanır ve sonucu yazılır.

Bu programda kullanılan değişkenler şunlardır :

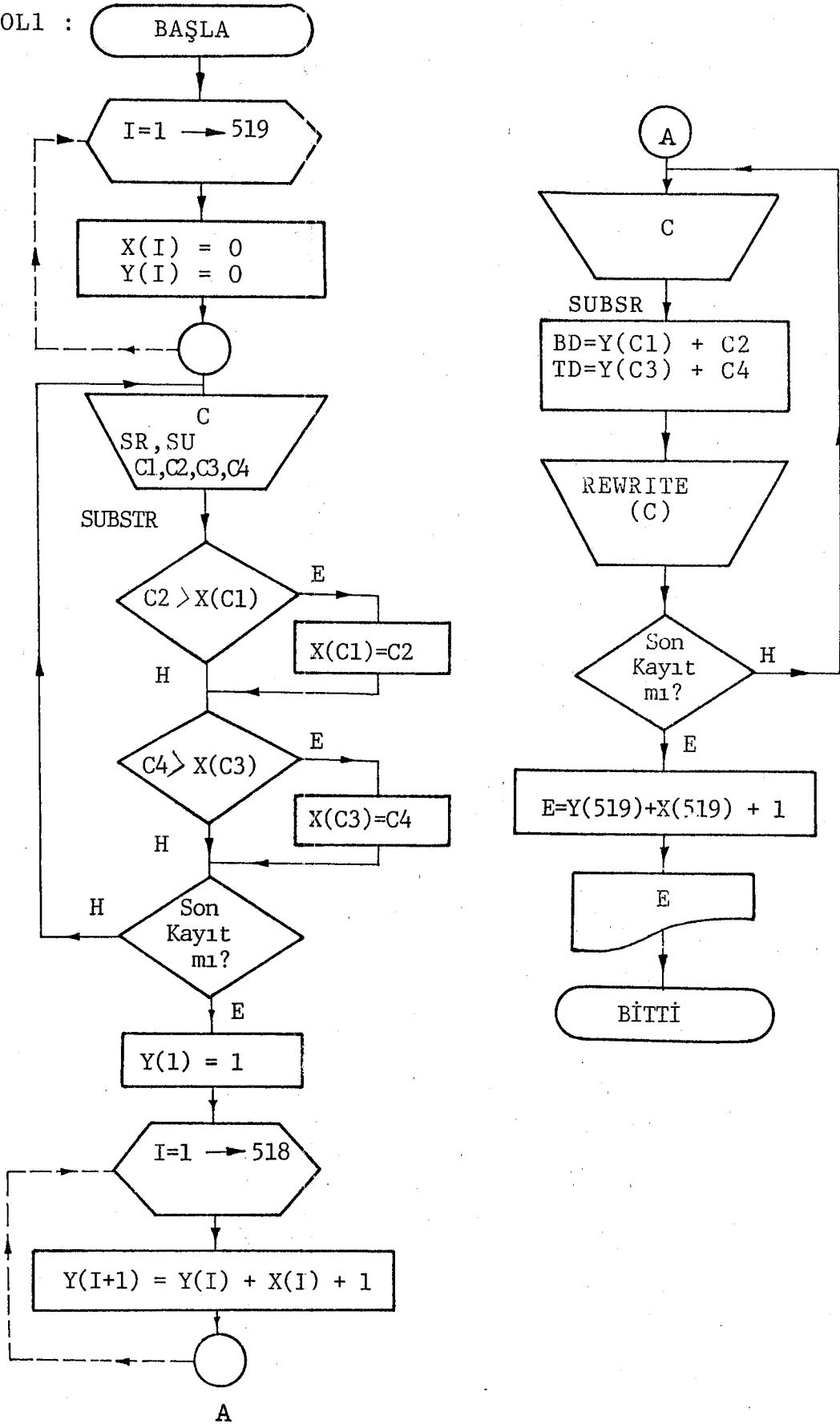
D 301064	:	İlişki kütüğü
SUBSTR	:	Verilen bir karakter katarını parçalayan hazır fonksiyon
X(550)	:	Ara değerlerin tutulduğu bir vektör
Y(550)	:	Ara değerlerin tutulduğu başka bir vektör
BD	:	Başlangıç düğümü
TD	:	Tamamlanma düğümü
E	:	Yeni düğüm numaralarından en büyüğünün numarası.

- Toplam Süreleri Bulma Programı (TAS) :

Ana faaliyetler işlemlere parçalanmadan önce, toplam süreler için çözüm yapmak yeterli görülürse, işlemler kütüğünde her bir parçaya ait sürenin toplamlarının ilişki kütüğüne aktarılmasını TAS programı sağlar.

Algoritma :

1. İşlemler kütüğünden bir kayıt okunur.
2. İş emri numarası ve işlem süresi TB matrisine işlenir.
3. Okunacak kayıtlar bitmedi ise l'e dönülür.



ŞEKİL 31 : DOL1 Programı Akış Diagramı.

```

DOLL : PROC OPTIONS(MAIN);
DCL 1 YAPI;
/
  2 SK      PIC'9999';
  2 BD      PIC'999999';
  2 SU      PIC'9999';
  2 TD      PIC'999999';
DCL (C1,C3) PIC'9999';(C2,C4) PIC'99';
DCL X(519)  PIC'999'; Y(519)  PIC'9999';
DCL E      PIC'999999'INIT(0);
DCL D301067 FILE RECORD UPDATE SEQU ENVEVSAM);
ON ENDFILE (D301067) GO TO Z4;
DO I=1 TO 519;
  X(I)=0; Y(I)=0;
END; J=0;
OPEN FILE (D301067);
OKU1:READ FILE (D301067) INTO(YAPI);
IF SR=0 & BD=0 & SU=0 & TD=0 THEN GO TO OKU1;
  C1=SUBSTR(BD,1,4);C2=SUBSTR(BD,5,2);
  C3=SUBSTR(TD,1,4);C4=SUBSTR(TD,5,2);
IF C2>X(C1) THEN X(C1)=C2; ELSE;
IF C4>X(C3) THEN X(C3)=C4; ELSE;
  GO TO OKU1;
Z1:CLOSE FILE(D301067);
  J=1;
  Y(1)=1;
DO I=1 TO 518;
  Y(I+1)=Y(I)+X(I)+1;
END;
OPEN FILE(D301067);
  E=Y(519)+X(519); I2=0;
OKU2: READ FILE(D301067) INTO(YAPI); I2=I2+1;
IF SR=0 & BD=0 & SU=0 & TD=0 THEN DO; PUT EDIT(I2)(COL(30),
F(4)); GO TO OKU2; END;
  C1=SUBSTR(BD,1,4); C2=SUBSTR(BD,5,2);
  C3=SUBSTR(TD,1,4); C4=SUBSTR(TD,5,2);
IF ((I2<120) | (I2>610 & I2<650) | (I2>3400) | (I2>880 & I2<885)
THEN PUT EDIT(BD,TD)(COL(5),(2)F(8));
  BD=Y(C1)+C2;
  TD=Y(C3)+C4;
IF ((I2<120) | (I2>610 & I2<650) | (I2>3400) | (I2>880 & I2<885)
THEN PUT EDIT(BD,TD)(COL(30),(2)F(3));
  IF BD>E THEN E=BD; ELSE;
  IF TD>E THEN E=TD; ELSE;
  REWRITE FILE(D301067) FROM(YAPI);
  GO TO OKU2;
Z4: IF J=0 THEN GO TO Z1;
  ELSE PUT EDIT('*ENB.DU3.*',E,I2)(COL(5),A,(2)F(8));
SO4 : END;
/*

```

ŞEKİL 32 : DOLL Programı.

4. TB matrisinin sol üst değeri T_0 'ya atanır.
5. TC matrisinin bütün elemanları sıfıra eşitlenir.
6. TB matrisinde başta gelen sıranın ilk sütunundaki değeri T_0 'daki değere eşit ise TC vektörünün sıradaki elemanının değeri işlem süresi kadar arttırılır. Eşit değilse, yeni bir iş emrine ait işleme geçilmiş demektir. Bu durumda T_0 değerine TB nin eldeki elemanının değeri atanır, TC'nin indisi 1 arttırılır. TB'nin son satırı da işlem gördü ise 7'ye geçilir, aksi halde 6'ya dönlür (Buraya kadarki işlemlerde, TB matrisinin birinci sütunundaki iş emri numaraları aynı olan satırların ikinci sütunlarındaki işlem süreleri toplanarak TC vektörüne yerleştirilmiştir. TC vektörünün indisleri de aynı zamanda ana faaliyet numarasını göstermektedir).
7. İlişki kütüğünden bir kayıt okunur.
8. Faaliyet kodu, ana faaliyet sayısından büyük ise süreyi sıfıra eşitleyerek 9'a geçilir, büyük değilse TC vektörünün faaliyet koduna eşit değerdeki indisli elemanın değeri süreye atanır.
9. Hesaplanmış olan süre ilişki kütüğüne yazılır.
10. Yazılacak son kayıt da bitmedi ise 7'ye dönlür.
11. "Sürelerin işlenmiş olduğu" mesajı yazdırılır.

Kullanılan Değişkenler :

D 301071	:	İşlemler kütüğü
KART	:	İşlemler kütüğündeki kayıtların okunduğu yapı
N_0	:	İş emri numarası
SV	:	İşlem süresi
K	:	TB matrisinde sıra numarası
TB(K,2)	:	Birinci sütunda N_0 , ikinci sütununda SU değerlerinin saklandığı matris
T_0	:	Geçici değer
I	:	Geçici değer
TC(J)	:	Toplam sürelerin biriktirildiği vektör
J	:	TC'nin indisi

TAS :

BAŞLA

T2 :

K = 0

OKU2 :

71'den
KART'a

K=K+1
TB(K,1)=NØ
TB(K,2)=SU

Son
Kayıt mı?

T1:
TD = TB(I,1)
I = 0

TC(*) = 0
J = 1

L1 :

I = I + 1

I > K

TC(J) = TC(J) +
TB(I,2)

L2:
TØ =
TB(I,1)

TØ=TB(I,1)
J=J + 1

T3:

64'ü
MART'a

T3 > 337

TS = 0

TS = TC(TS)

101

A

64'e
MART

Son
Kayıt mı?

B

SÜRELER
İŞLENDİ

BİTTİ

ŞEKİL 33 : TAS Programı Akış
Diagramı

```

TAS : PROC OPTIONS(MAIN);
DCL 1 KART;
    2 NI PIC'9999';
    2 MO CHAR(3);
    2 MY PIC'999';
    2 T2 CHAR(13);
    2 OP CHAR(10);
    2 SU PIC'99999';
DCL D301071 FILE RECORD INPUT SEQL ENV(VSAM);
DCL 1 MART;
    2 SR PIC'9999';
    2 BD PIC'999999';
    2 TS PIC'9999';
    2 TD PIC'999999';
DCL D301064 FILE RECORD UPDATE SEQL ENV(VSAM);
DCL TA(337,2) PIC'999999';
    TB(3000,2) PIC'999999';
    TC(337) PIC'999999';
    TD PIC'999999';
ON ERROR SNAP BEGIN;
ON ERROR SYSTEM; PUT DATA; END;
ON ENDFILE(D301064) GO TO T4;
ON ENDFILE(D301071) GO TO T1;
/* VERİLERİN OKUTULMASI */
/* TB 'NİN TURETİLMESİ */
T2 : K=0;
OKU2 : READ FILE(D301071) INTO(KART);
        K=K+1;
        TB(K,1)=NI;
        TB(K,2)=SU;
        GO TO OKU2;
PUT SKIP(3) EDIT(K,'İŞLEM SAYISI =')(COL(8),F(5),A);
/* TD 'NİN TURETİLMESİ */
T1 : TO=TB(1,1); I=0;
        DO J=1 TO 337; TC(J)=0; END;
        J=1;
L1 : I=I+1; IF I>K THEN GO TO T3;
L2 : IF TO=TB(I,1) THEN GO;
        TC(J)=TC(J)+TB(I,2);
        GO TO L1;
        END;
        ELSE DO;
        TO=TB(I,1);
        J=J+1;
        GO TO L2;
        END;
T3 : READ FILE(D301064) INTO(MART);
        IF TS>337 THEN TS=0; ELSE TS=TC(TS);
REWRITE FILE(D301064) FROM(MART);
        GO TO T3;
T4 : PUT EDIT('SÜRELER İŞLENDİ',K)(COL(5),A,F(6));
SOY : END;
/*

```

ŞEKİL 34 : TAS Programı.

- D 301064 : İlişkiler kütüğü
 MART : İlişkiler matrisindeki kayıtların okunduğu yapı
 TS : MART yapısında faaliyet kodu. Değiştirildikten sonra toplam süre olarak işlenir.

- Ana Faaliyetleri İşlemlere Parçalama Programı. (BOL) :

Her bir parçanın veya alt sistemin imali bir ana faaliyet olarak ele alınmış ve ilişki kütüğündeki değerler buna göre hazırlanmıştı. Oysa her ana faaliyet bir dizi işlemden oluşmaktadır. Ana faaliyetlerin başlangıç ve sonuç düğümleri arasına ilgili işlemleri ve bu işlemler için gerekli olan taşıma faaliyetlerini yerleştirmek gerekmektedir. Bunu yaparken de hem ağın mantık yapısı bozulmamalı, hem de düğüm numaralarının küçükten büyüğe doğru gitmesi değiştirilmemelidir. BOL Programı bütün bu istekleri yerine getirmektedir. Programın algoritması izleyen satırlarda yer almaktadır .

1. Parça ana kütüğünü LART yapısına okuyarak iş emri ve parça numaraları birer vektörde biriktirilir.
2. İlişki kütüğünde sıradaki kayıt, MART yapısına okunur.
3. Faaliyet kodu en büyük faaliyet numarasından büyük değilse, okunan kayıt faaliyet kodunun değerine eşit olan TA matrisi satırına yazılır, 4'e atlanır. Farklı ise kukla faaliyetler için SU'ya sıfır, malzeme bekleme için üç değeri atandıktan sonra, CD matrisinin sırası gelen satırına MART yapısı kaydedilir (Malzemenin stoktan üç günde çekildiği kabul edilmektedir).
4. İlişki kütüğündeki kayıtlar bitmedi ise 2'ye dönülür (Buraya kadar, ana faaliyetlerle ilgili ilişkiler TA matrisinde biriktirilirken, diğer faaliyetlerle ilgili olanlar çıktı olarak kullanılarak, CD matrisinin baş tarafına yerleştirilmiş oldu. Bundan sonraki kısma ise ana faaliyetlerin parçalanmış olduğu işlemler yerleştirilecektir. Ana faaliyetlere ait her işlem, kendisinden önce gelen taşıma-hazırlama faaliyeti ile birlikte, üç

düğüm ve iki süreden oluşan, beşli bir modüler sistem meydana getirmektedir. Programın bundan sonraki kısmı bu modüllerden faydalanıp CD matrisini tamamlayacaktır).

5. İşlem kütüğündeki ilk kayıta ait değerler referans değeri olarak alınır.

6. Modülün ilk düğümüne son düğümün değeri atanır.

7. İşlem kütüğünden sıradaki kayıt KART yapısına okunur.

8. İş emri numarası referans iş emri numarasına eşit ise 10'a atlanır.

9. TA'nın satır numarası bir arttırılır. İş emri numarası iş emri numarası referansına atanır. Ana faaliyet matrisi TA'nın sırası gelen satırının ilk sütunundaki değeri ilk düğümüne atanır. Çıktı matrisi CD'nin sıradaki satırının son sütununa TA'nın bir önceki satırının son sütunundaki değeri atanır.

10. Orta düğümüne ilk düğüm numarasının bir fazlası , son düğümüne ortanın bir fazlası , ikinci süreye de bir değeri atanır.

11. Masraf yeri kalite kontrol ise ilk süreye bir, ikinciye sıfır değeri atanarak 13'e atlanır.

12. Günlük çalışma süresi 8 saat olduğundan süre sekize bölünerek, kalan 2'den az ise bu ihmal edilir, çok ise bölüm tamamlanır, sonuç ilk süreye atanır (Ertesi güne kalan iş 2 saatten az ise, o gün bitirilmelidir. 2 saatten fazla ise ertesi günün tamamını doldurur).

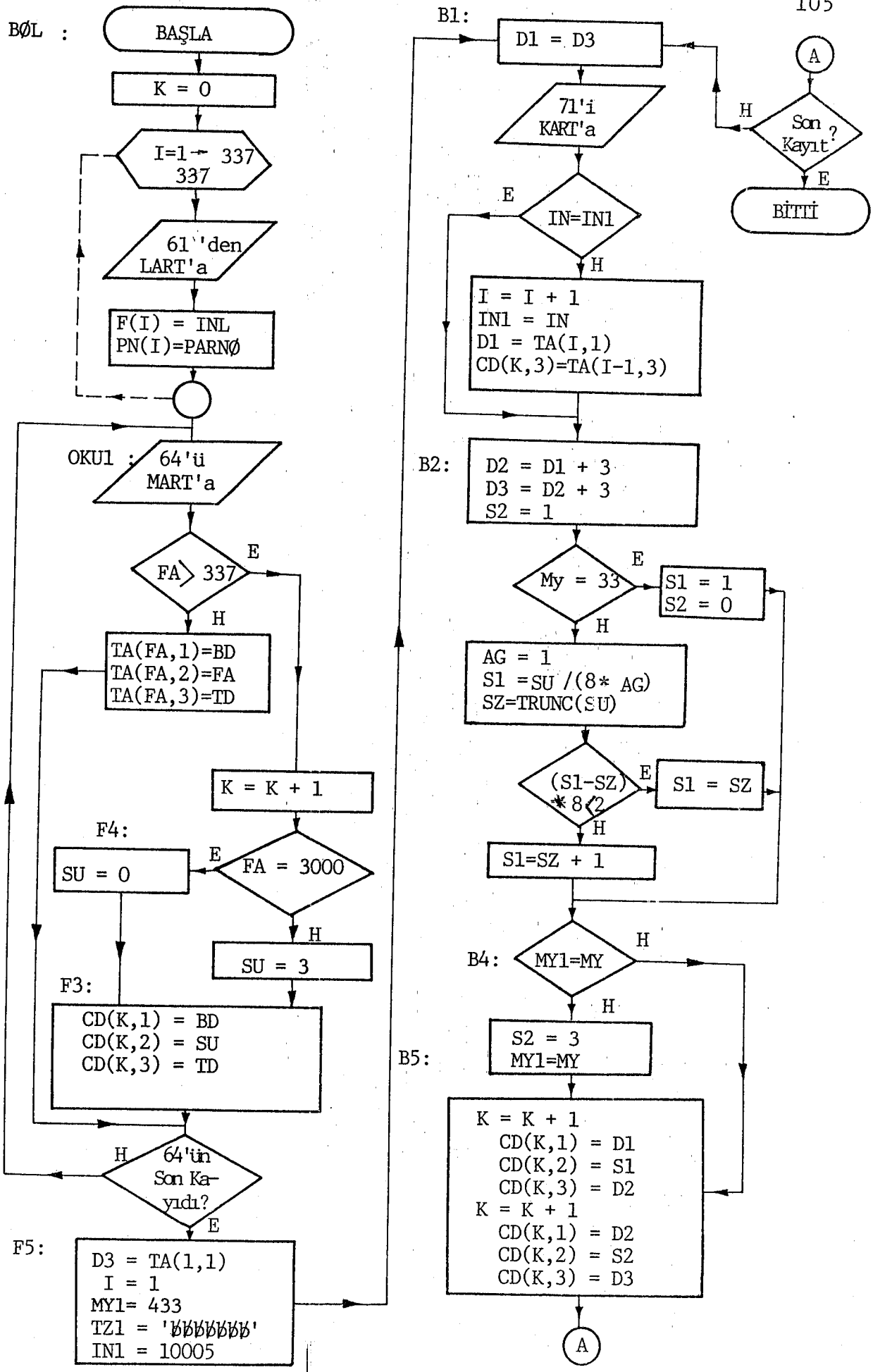
13. Masraf yeri, referans masraf yerine eşit değilse ikinci süreye üç, referans masraf yerine de masraf yeri numarası atanır.

14. CD matrisinde sırası gelmiş olan satıra ilk düğüm, ikinci süre ve orta düğümü, bundan sonraki satıra da orta düğüm, ilk süre ve son düğüm atanır.

15. İşlemler kütüğünde okunacak kayıt kaldı ise 7'ye dönlür.

16. CD matrisi D 301067 kütüğüne yüklenir.

BÖL :



ŞEKİL 35 : BOL Programı Akış Diagramı.

```

      BOL : PROC OPTIONS(MAIN);
DCL D301065 FILE RECORD UPDATE SEQL ENV(VSAM);
DCL D301072 FILE RECORD UPDATE SEQL ENV(VSAM);
DCL D301061 FILE RECORD INPUT SEQL ENV(VSAM);
DCL D301067 FILE RECORD UPDATE SEQL ENV(VSAM);
DCL 1 KART;

```

```

  2 IN PIC'99999';
  2 MO PIC'999';
  2 NY PIC'999';
  2 TZ CHAR(10);
  2 IS CHAR(10);
  2 SU PIC'9999';
  2 AD PIC'99';
  2 AN PIC'999';

```

```
DCL 1 LART;
```

```

  2 IHL PIC'999999';
  2 SRA PIC'999';
  2 DET1 PIC'99';
  2 DET2 PIC'99';
  2 DET3 PIC'99';
  2 DET4 PIC'99';
  2 DET5 PIC'99';
  2 DET6 PIC'99';
  2 DET7 PIC'99';
  2 PADI CHAR(30);
  2 REND CHAR(7);
  2 GRUP CHAR(7);
  2 AJET PIC'99999';
  2 PARNO CHAR(7);
  2 POND CHAR(6);

```

SEKIL 36 : BOL Programı

```
DCL 1 MART;
```

```

  2 SR PIC'99999';
  2 BD PIC'9999999';
  2 FA PIC'99999';
  2 TD PIC'9999999';

```

```

DCL F(337), CD(3500,4), TA(337,3), PN(337) PIC'999999';
DCL TZ1 CHAR(10), (D1,D2,D3) PIC'9999999';
      FN1 PIC'999999', MY1 PIC'999';
      (K,S1,S2,SZ) PIC'99999';

```

```
DCL TRUNC BUILTIN;
```

```
ON ENDFILE (D301072) GO TO 86;
```

```
ON ENDFILE (D301065) GO TO F5;
```

```
K=0;
```

```
/* PAR. KUTUGUNDEN ISEMRI NO VE PARÇA NOLARININ ALINMASI */
```

```
DO I=1 TO 337; READ FILE(D301061) INTO(LART);
```

```
PN(I)=INL; END;
```

```
/*MALZEME TEMİN VE KUKLA SURELERİNİN VERİLMESİ*/
```

```
/*VE GERÇEK FAALİYET VERİLERİ MATRİSİ TA'NIN TURETİLMESİ*/
```

```
OPEN FILE (D301065); I=0; BF=0; DS=0; I3=0;
```

```
OKU1=READ FILE (D301065) INTO(MART); I=I+1; IF FA>110 & FA<135
```

```
THEN PUT EDIT(I,SR,BD,FA,TD)(COL(5),(5)E(4));
```

```
IF SR=513 THEN DO; FA=0036; REWRITE FILE(D301065) FROM(MART); END
```

```
IF FA>337 THEN GO TO F2;
```

```
IF FA>3F THEN BF=FA;
```

```
TA(FA,1)=BD*100;
```

```
TA(FA,2)=FA;
```

```
TA(FA,3)=ID*100;
```

```
GO TO OKU1;
```

```
F2:K=K+1;
```

```
IF FA=3000 THEN S=3;
```

```
ELSE S=0;
```

```

F3:CD(K,1)=BD*100;
    CD(K,2)=S;
    CD(K,3)=TD*100;
    CD(K,4)=10000-FA;
GO TO BKU1;
F5:CLOSE FILE (D301065);
    PUT EDIT(1,SR,TD,FA,TD)(COL(5),(5)F(4));
    OPEN FILE (D301072);
    D3=TA(1,1);
    I=1; K1=K;
MY1=433;
TZ1='';
INI=10005;
B1:D1=D3;
    READ FILE (D301072) INTO (KART); I3=I3+1;
    IF SU>3S THEN DS=SU;
    IF IN=INI THEN GO TO B2;
    I=I+1;
IF IN=PN(I) THEN PUT EDIT(I,IN,INI,PN(I),K-K1)(COL(10),(5)F(3))
    INL=IN;
    DI=TA(I,1);
    CD(K,3)=TA(I-1,3);
B2:D2=D1+1;
    D3=D2+1;
    S2=1;
    IF MY=33 THEN GO;
        S1=1;
        S2=0;
        GO TO B4;
    END;
/*SAATLERIN GUNE CEVRILMESTI*/
AG=AD; AN=I; REWRITE FILE(D301072) FROM(KART);
S1=SU/(B*AG);
SZ=TRUNC(S1);
IF (S1-SZ)*B<2 THEN S1=SZ;
    ELSE S1=SZ+1;
B4: IF MY1=MY THEN GO TO B5;
    S2=3;
    MY1=MY;
B5:K=K+1; CD(K,1)=D1;
    CD(K,2)=S2;
    CD(K,3)=D2;
    CD(K,4)=I3+5000;
    K=K+1; CD(K,1)=D2;
    CD(K,2)=S1;
    CD(K,3)=D3;
    CD(K,4)=I3;
GO TO B1;
B6:CLOSE FILE (D301072); I2=I; CD(K,3)=TA(I,3);
DO I=1 TO 3407;
READ FILE(D301067) INTO(MART);
SR=CD(I,4);
BD=CD(I,1);
FA=CD(I,2);
TD=CD(I,3);
IF I>861 & I<911 THEN
PUT EDIT(I,SR,BD,FA,TD)(COL(5),(5)F(8));
REWRITE FILE(D301067) FROM(MART); END;
PUT EDIT(I2,K,K1,3S,BF)(COL(15),(5)F(3));
SON : END;
/*

```

Programda kullanılan değişkenler şunlardır :

D 301064	:	İlişki kütüğü
D 301061	:	Parça ana kütüğü
D 301071	:	İşlemler kütüğü
D 301067	:	Çıktı verilerinin işlendiği kütük
LART	:	Parça ana kütüğünün okunduğu yapı
MART	:	İlişki kütüğünün okunduğu yapı
KART	:	İşlemler kütüğünün okunduğu yapı
F	:	İş emri numaralarının yığıldığı vektör
PN	:	Parça numaralarının yığıldığı vektör
FA	:	Faaliyet kodu
TA (*)	:	Ana faaliyet matrisi
SV	:	MART yapısında süre
BD	:	MART yapısında başlama düğümü
TD	:	MART yapısında tamamlama düğümü
CD (*)	:	Parçalanmış faaliyetler ilişki matrisi
D 1, D 2, D 3	:	Modüler yapıda düğümler
S 1, S 2	:	Modüler yapıda süreler
MY 1, TZ 1, IN 1	:	Referans değerleri

- Kaynak ve İşlemleri Bulma Programı (SEC) :

İşlemler kütüğünde geçen masraf yeri, tezgah ve işlem isimlerinin tekrarlanmayan bir isim listesini çıkarır.

Algoritma :

1. İşlemler kütüğünden bir kayıt okunur.
2. Masraf yeri, tezgah ve işlem isimlerini A1, A2 ve A3 vektörlerinin ilk elemanları olarak atanır.
3. İşlemler kütüğünden bir kayıt daha okunur.
4. Masraf yerini A1'de mevcut olan değerlerle karşılaştırılır, farklı değer bulununca A1'e eklenir.

5. Masraf yerleri için A1'e yapılan işlem, tezgah için A2'ye uygulanır.

6. Masraf yeri için A1'e uygulanan işlem, işlem ismi için A3'e uygulanır.

7. Kütükteki kayıtlar bitmemişse 3'e dönülür.

8. A1, A2 ve A3 vektörleri yazılır.

Değişkenler :

A1, A2, A3 : Masraf yeri, tezgah ve işlem isimlerinin biriktirildiği vektörler.
 I1, I2, I3 : A1, A2 ve A3 vektörlerinin en büyük indislerinin değeri.
 MY : Masraf yeri.
 TZ : Tezgah
 IS : İşlem ismi

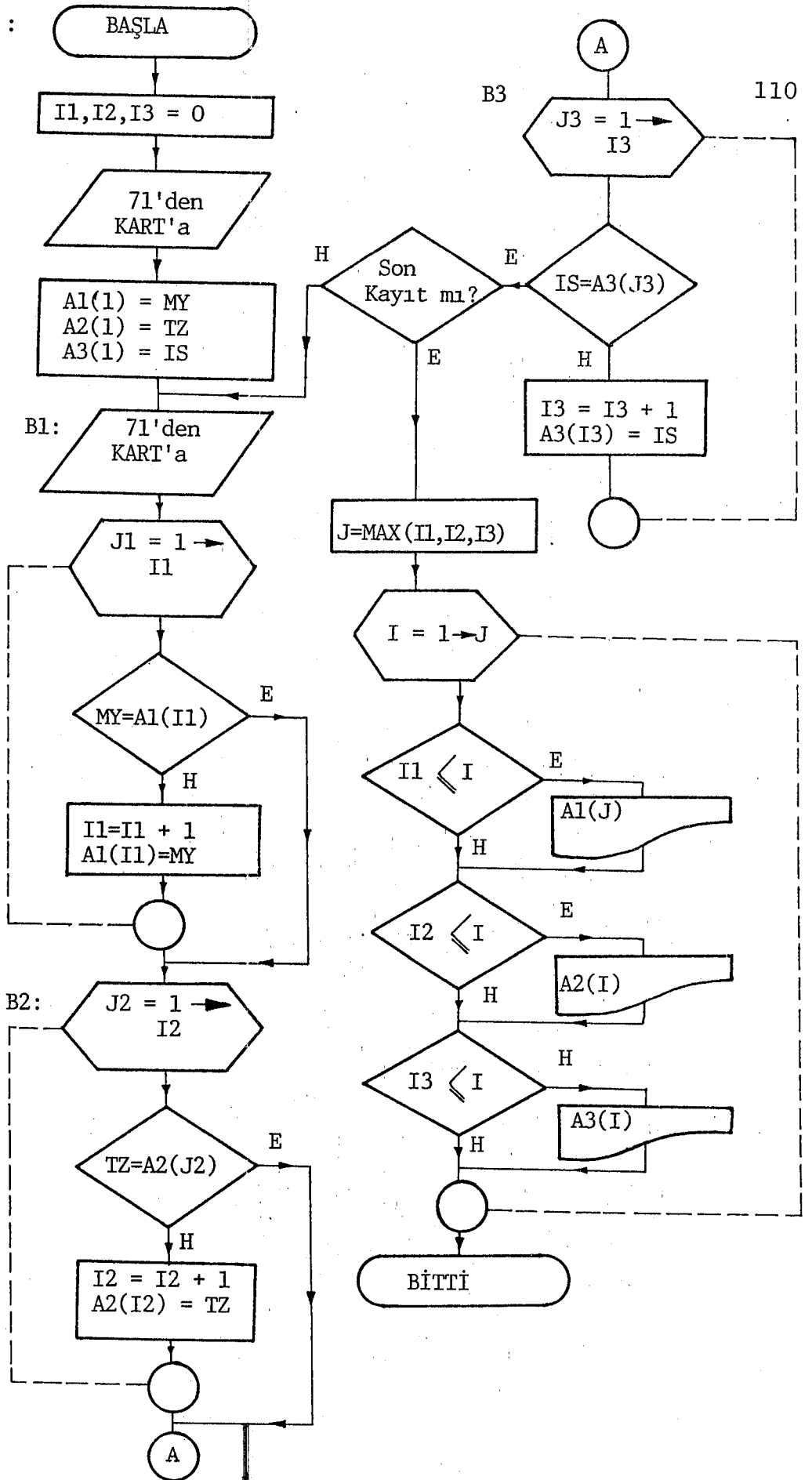
III.3.2.3 İlişki Kontrol Programları (KØNT, TEKRAR)

Bunlar ilişki kütüğündeki verileri matematik ilişkileri yönünden kontrol edip, ağdaki hataları bulan programlardır.

Halka ve kopuklukları bulup, başlangıç ve bitiş düğümlerinin birer tane olduğunu sağlayan program KØNT programıdır.

İlişki kütüğünde rastlanabilecek hatalardan, halkaların kontrolü için tamamlanma düğümlerinin başlangıç düğümlerinden büyük olduğunun tesbiti yeterlidir. Her düğümün kaç defa olarak başlangıç, kaç defa da tamamlanma düğümü olarak kullanıldığıının bulunması ile her düğümde kaç faaliyet başladığını, kaç faaliyet bittiği gösterilebilir. Kendinde faaliyet bitmeyen düğüm kaynak, kendinde faaliyet başlamayan düğüm ise çukurdur. Ağda bir tek kaynak, bir tek de çukur olmalıdır. Birden fazla kaynak veya çukur, ağda kopukluklar, askıda kalan faaliyetler, tekrarlı ilk veya son düğümler bulunduğunu gösterir. Halka kont-

SEC :



ŞEKİL 37 : SEC Programı Akış Diagramı.

```

SEC: PROC      OPTIONS (MAIN);
/* KAYNAKLAR VE İSLEMLERİN TESBİTİ */
DCL D301071 FILE RECORD INPUT SEQL ENV (VSAM);
DCL I KART;
      2 NO PIC '99999';
      2 NO CHAR (3);
      2 MY PIC '999';
      2 TZ CHAR (10);
      2 IS CHAR (10);
      2 SU PIC '99999';
DCL A1(100) PIC '999';
DCL A2(100) CHAR (10);
DCL A3(100) CHAR (10);
DCL MAX BUILTIN;
ON ENDFILE (D301071) GO TO B;
I1,I2,I3=1;
READ FILE (D301071) INTO (KART);
A1(I1)=MY; A2(I1)=TZ; A3(I1)=IS;
B1: READ FILE (D301071) INTO (KART);
DO J1=1 TO I1;
      IF MY=A1(J1) THEN GO TO B2;
END;
I1=I1+1;
A1(I1)=MY;
B2: DO J2=1 TO I2;
      IF TZ=A2(J2) THEN GO TO B3;
END;
I2=I2+1;
A2(I2)=TZ;
B3: DO J3=1 TO I3;
      IF IS=A3(J3) THEN GO TO B1;
END;
I3=I3+1;
A3(I3)=IS; GO TO B1;
B: J= MAX(I1,I2,I3);
DO I=1 TO J;
      IF I<=I1 THEN PUT EDIT (A1(I))
          (COL(5), F(3));
      IF I<=I2 THEN PUT EDIT (A2(I))
          (COL(15), A(10));
      IF I<=I3 THEN PUT EDIT (A3(I)) (COL(30), A(10));
END;
SON : CLOSE FILE(D301071); END;
/*

```

ŞEKİL 38 : SEC Programı

rolü yapan, kaynak ve çukur düğümlerinin numaralarını veren program, genel maksatlı olması için, ağda kullanılmayan düğümler bulunsa bile çalışabilecek şekilde düzenlenmiştir. Buna ilişkin algoritma aşağıya çıkarılmıştır.

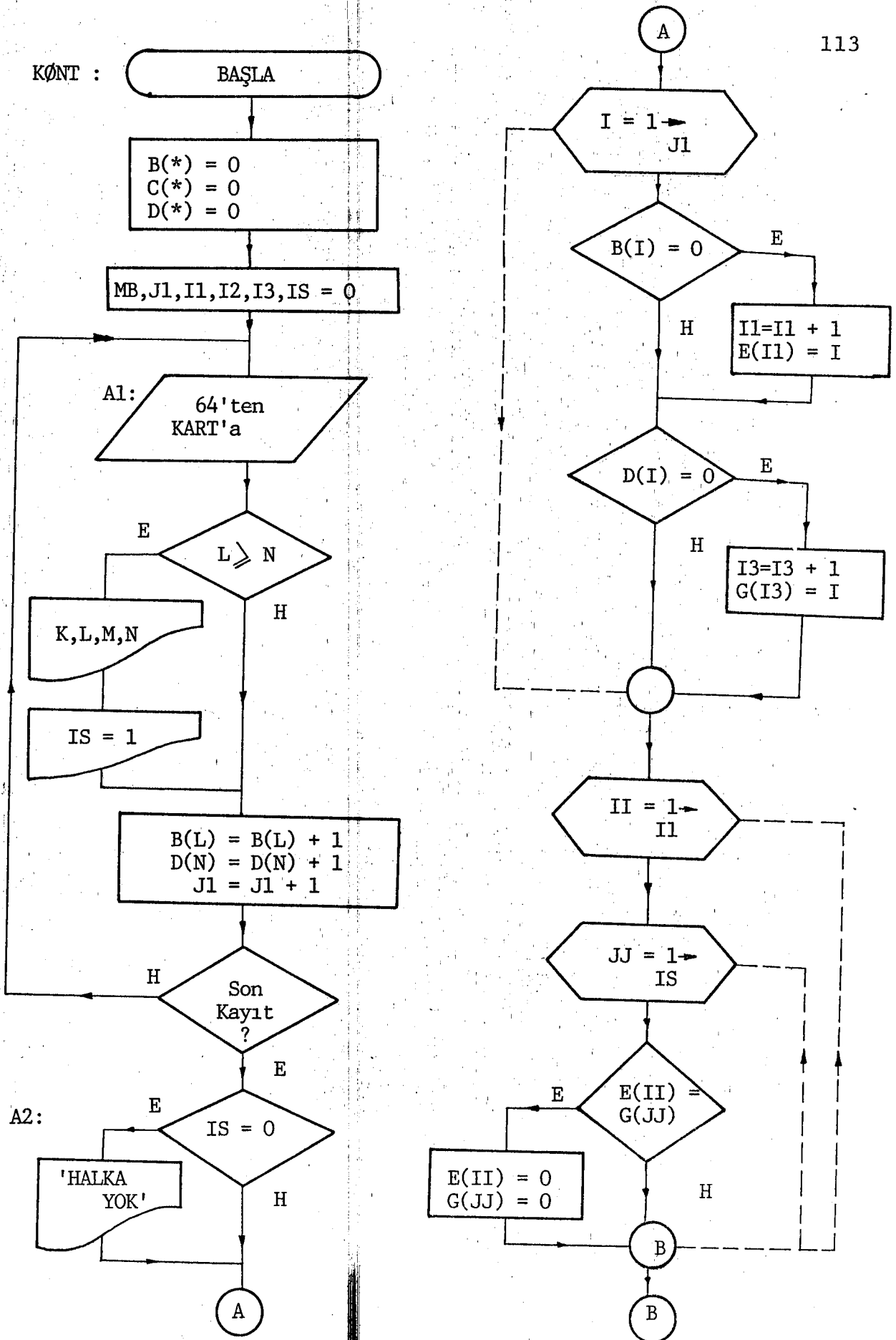
1. İlişki kütüğünden bir kayıt okunur.
2. Bitiş düğümü numarası, başlangıç düğümününkinden büyükse o kayıt yazılır.
3. Başlama düğümünün indisine sahip olan B vektörü elemanının değeri bir arttırılır.
4. Tamamlanma düğümünün indisine sahip olan D vektörü elemanının değeri bir arttırılır.
5. Kütükteki kayıtlar bitmedi ise 1'e dönülür.
6. Tamamlanma düğümünden büyük başlangıç düğümü numarasına rastlanmadı ise "Halka Yok" mesajı verilir.
7. B vektöründe sıfır olan elemanların indisleri E vektöründe biriktirilir.
8. 7'de B ve E için yapılan işlem D ve G için tekrarlanır.
9. D ve G'nin arakesiti olan elemanlar hem D hem de G'den silinir.
10. E ve G vektörleri yazılır.

Değişkenler :

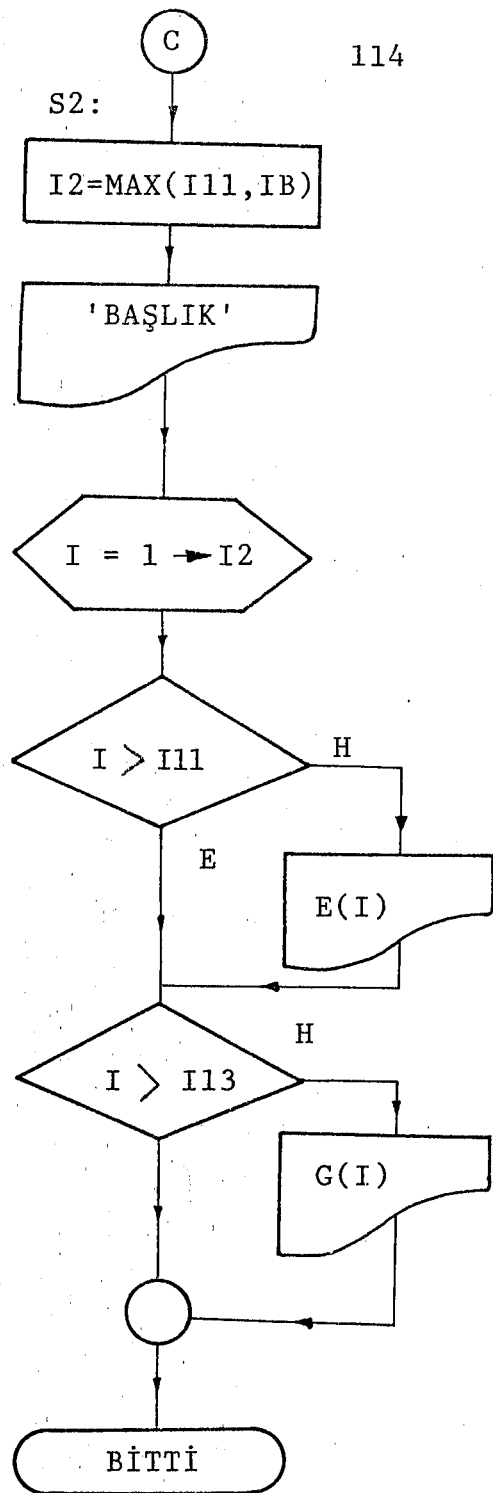
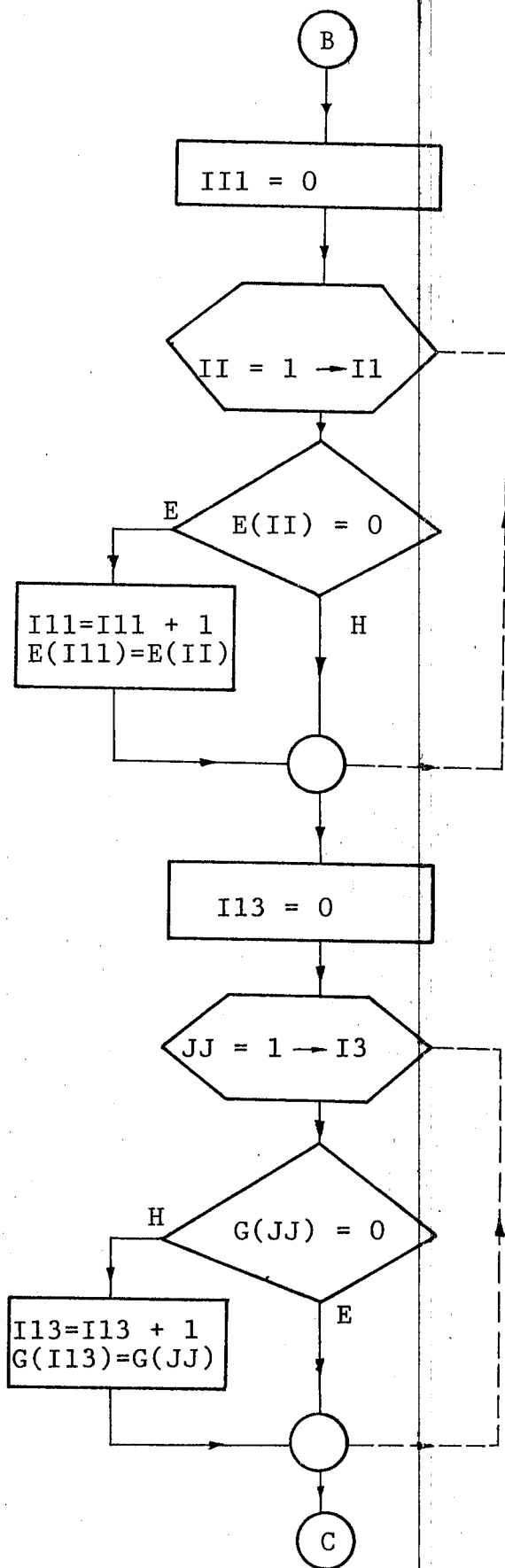
D 301064	:	İlişkiler kütüğü
KART	:	İlişkiler kütüğünün okunduğu yapı
K,L,M,M	:	KART yapısındaki değerler
B	:	Başlangıç düğümleri tekrar sayıları vektörü
D	:	Tamamlanma düğümleri tekrar sayıları matrisi
E	:	Kaynaklar vektörü
G	:	Çukurlar vektörü

- İki Düğüm Arasında Birden Fazla Faaliyetleri Bulma Programı (TEKRAR) :

Birinci dereceden başlangıç düğümü, ikinci dereceden de



ŞEKİL 39 : KONT Programı Akış Diagramı



KONT Programı Akış Diagramı (Devam)

```

      KONT  = PROC OPTIONS(MAIN);
DCL      B(3407) FLOAT(7);
          D(3407) FLOAT(7);
          E(3407) FLOAT(7);
          G(3407) FLOAT(7);
DCL      D301067 FILE RECORD INPUT SEQL ENV(VSAM);
DCL      1 KART,
          2 K PIC'9999',
          2 L PIC'999999',
          2 M PIC'9999',
          2 N PIC'999999',
DCL      I      FIXED(5),
          I1     FIXED(5),
          I2     FIXED(5),
          I3     FIXED(5),
          IS     FIXED(5),
          J1     FIXED(5),
          J2     FIXED(5),
          J3     FIXED(5),
          MB     FIXED(5);
DCL      MAX     BUFILEIN;
ON ERROR SNAP BEGIN;
ON ERROR SYSTEM; PUT DATA; END;
ON ENDFILE(D301067) GO TO A2;
      DO I=1 TO 2944;
          B(I)=0;          D(I)=0;
                              END;
          MB=0;  J1=0;  I1=0;  I2=0;  I3=0;  IS=0;
/*      VERILERTN GIRISI      */
A1:  READ FILE(D301067) INTO(KART);
IF K=0 & L=0 & M=0 & N=0 THEN GO TO A1;
/*      HALKA KONTROLU      */
IF L>N THEN DO; PUT EDIT(K,L,M,N)(COL(5),F(4),X(5),F(4),X(5),
F(4),X(5),F(4)); IS=IS+1; END;
          B(L)=B(L)+1;
          D(N)=D(N)+1;
          J1=J1+1;
                              GO TO A1;
A2:  IF IS=0 THEN PUT EDIT('HALKA YOK')(COL(5),A1);

```

SEKİL 40 : KONT Programı

```

/* FAALİYET SAYILARININ KONTROLU */
/* DÜĞÜMLERE GİRİŞ - ÇIKIŞ SAYILARININ BELİRLENMESİ */
DO I=1 TO J1;
  IF B(I)=0 THEN DO;
    I1=I1+1;
    E(I1)=I;
  END;
  IF D(I)=0 THEN DO;
    I3=I3+1;
    G(I3)=I;
  END;
END;
/* KULLANILMAYAN DÜĞÜMLERİN ÇIKARILMASI */
DO II=1 TO I1;
DO JJ=1 TO I3;
  IF E(II)=G(JJ) THEN DO;
    PUT EDIT(E(II))(COL(30),F(8)); E(II)=0;
    G(JJ)=0;
  END;
END;
END;
DO I11=1 TO I1;
  IF E(I11)=0 THEN GO TO S1;
  I11=I11+1; E(I11)=E(I11);
S1 : END;
DO JJ=1 TO I3;
  IF G(JJ)=0 THEN GO TO S2;
  I13=I13+1; G(I13)=G(JJ);
S2 : END;
/* AÇIKTAKİ DÜĞÜMLERİN BULUNMASI */
I2=MAX(I11,I13);
PUT SKIP(5);
PUT EDIT('ÖNCESİ OLMA DÜĞÜM. SONRASI OLMA DÜĞÜM')(COL(1),A);
PUT SKIP(2);
DO I=1 TO I2;
  IF I>I11 THEN GO TO A3;
  PUT EDIT(E(I))(COL(5),F(4));
A3 : IF I>I13 THEN GO TO A4;
  PUT EDIT(G(I))(COL(25),F(4));
A4 :
END;
SON : END;
/*

```

ŞEKİL 40 : Devam

tamamlanma düğümüne göre saraya sokulmuş olan ilişki kütüğüne uygulanan bu programda aynı başlangıç ve tamamlanma numaralarını taşıyan ardışık kayıtlar bulunup yazdırılır. Bu kayıtlar ağın mantığına aykırıdır.

Algoritma :

1. İlişki kütüğünden bir değer okunur.
2. Başlangıç değeri, tamamlama değeri ile zincirlenir.
3. Zincirlenmiş değeri bir önceki ile karşılaştırarak değer aynı ise yazılır. Farklı ise bu değer referans değeri olarak alınır.
4. İlişki kütüğündeki kayıtlar bitmedi ise 1'e dönlür.

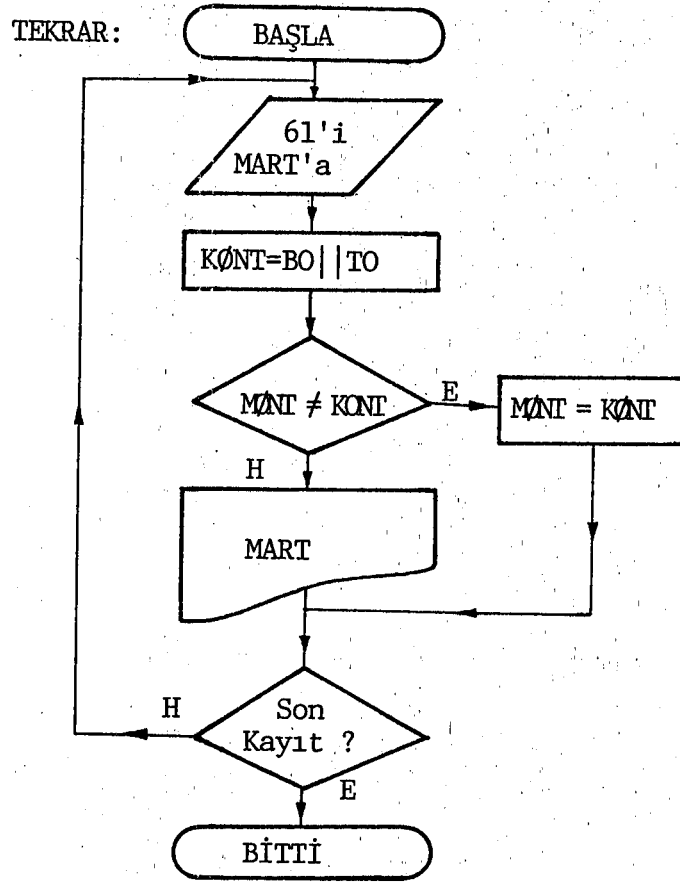
Değişkenler :

D 301065 : Sortlu ilişki kütüğü
MART : Kütüğün okunduğu yapı
KONT : Zincirlenen BD ve TD değeri
MONT : Referans değeri
BD, TD : Başlama ve tamamlama düğümleri

III.3.2.4 Ağ Çözüm Programı (KEPİR)

Bu program sıraya koyulmuş ilişkiler kütüğündeki verilere dayanarak ağı çözer. Sonuçta her olayın erken ve geç olma zamanları , her faaliyetin geç başlama ve erken tamamlanma zamanları , serbest boşluk, kritik yola ait düğümler, faaliyet kodları ve gerçekleşme süreleri çıktı olarak elde edilir. Algoritması şu şekildedir :

1. Düğüm noktası ve dal sayıları NJ ve NB alınır.
2. İşlem süreleri D vektörüne, başlangıç düğümü numaraları A matrisinin ilk sütununa, tamamlanma düğümü numaraları A matrisinin ikinci sütununa biriktirilir. Ağın ilk düğümünün



ŞEKİL 41 : TEKRAR Programı Akış Diagramı

```

* ii JOB JNM=A3010S65,DISP=0,CLASS=A
// JOB A3010S65
// OPTION LINK
// OPTION NODUMP
ACTION NOMAP
// EXEC PLIOPT,SIZE=256K
* PROCESS WORKFILE(3375),NODECK,LINECOUNT(66),NAG,NODYNBUF,
NOMACRO,NOMAP,NONEST, ATTRIBUTES,XREF,MARGINS(2,72,1),
GOSTMT,MARGINI('*');
/* DUGUM NOKTALARINDA TEKRARLARIN BULUNMASI */
TEKRAR : PROC OPTIONS(MAIN);
DCL      1  MART,
          2  SR    PIC'9999',
          2  BD    PIC'999999',
          2  TS    PIC'9999',
          2  TD    PIC'999999';
DCL      KONT CHAR(12),
          MONT CHAR(12);
DCL D301065 FILE RECORD UPDATE SEQL ENV(VSAM);
ON ERROR SNAP BEGIN;
ON ERROR SYSTEM; PUT DATA; END;
ON ENDFILE(D301065) GO TO SON;
/* VERİLERİN OKUNMASI */
OKU : READ FILE(D301065) INTO(MART);
      KONT=BD||TD;
      IF MONT<=KONT THEN DO; MONT=KONT; GO TO OKU; END;
      PUT EDIT(SR,BD,TS,TD)(COL(5),P'9999',X(5),P'999999',X(5),
P'9999',X(5),P'9999999');
      GO TO OKU;
SON : CLOSE FILE(D301065); END;
/*
// EXEC LNKEDT SIZE=256K
// DLBL D301065,'D301065.LISKS',,VSAM,CAT=CAT000
// EXEC ,SIZE=256K
/*
/&
* ii EOJ

```

ŞEKİL 42 : TEKRAR Programı

numarası 1, son düğümünün numarası NJ olmalı, arada hiç bir düğüm atlanmamalıdır. D vektöründe NB eleman, A matrisinde NB satır vardır. A matrisinin satırları başlama düğümüne göre birinci, tamamlama düğümüne göre de ikinci dereceden olmak üzere küçükten büyüğe sıralanmıştır. D vektörünün elemanları da A matrisindeki ilgili sıradaki karşılıklarının indislerini alacak şekilde yeniden düzenlenmiştir.

3. Bütün düğüm noktalarının en erken oluş zamanı TE'lerin ilk değeri olarak sifıra eşitlenir.

4. 1 numaralı düğümden başlayarak her bir düğüm noktasına giden yollardan en uzununu bu düğüm noktasının TE değeri olarak tesbit edilir.

5. Hedef düğümü olan çukur'un TE değerinin bütün düğüm noktalarının en geç oluş zamanı olan TL değişkenlerine atanması. Sonra, hedef (son) düğüm noktasından başlayıp geri giderek her bir düğüm noktasına giden yollardan en uzununu bu TL değerinden çıkararak bulunacak değerin bu düğüm noktasının TL değeri olarak tesbit edilir.

6. Belli formüllere göre her işlemin en erken ve en geç başlama ve bitme zamanları ve toplam boş zamanı hesaplanarak çıktılar elde edilir.

7. Toplam boş zamanı sıfır olan işlemlerin düğüm noktaları "Kritik Yol" u belirlenmesi için bulunur ve yazdırılır.

Değişkenler :

NJ, NB : Düğüm ve dal sayıları
A(I,1) : I numaralı dalın başlangıç düğüm numarası
A(I,2) : I numaralı dalın tamamlanma düğüm numarası
TE(J) : J düğümündeki olayın en erken oluş zamanı
TL(J) : J düğümündeki olayın en geç oluş zamanı
EST(I)=TE(A(I,1)) : I faaliyetinin en erken başlama zamanı =
I faaliyetinin başlangıç noktasının TE zamanı
LST(I)=TL(A(I,2))-D(I) : I faaliyetinin en geç başlama zamanı = I faaliyetinin tamamlama düğümünün TL zamanı - I faaliyetinin süresi

$EFI(I)=TE(A(I,1))+D(I)$: I faaliyetinin en erken bitme zamanı = I faaliyetinin başlangıç noktasının TE zamanı + I faaliyetinin süresi

$LFI(I)=TL(A(I,2))$: I faaliyetinin en geç bitme zamanı + I faaliyetinin tamamlanma noktasının TL zamanı

$SL(I)=TL(A(I,2))-D(I)-TE(A(I,1))$: I faaliyetinin toplam boş zamanı = I faaliyetinin tamamlanma noktasının TL zamanı - I faaliyetinin başlangıç noktasının TE zamanı

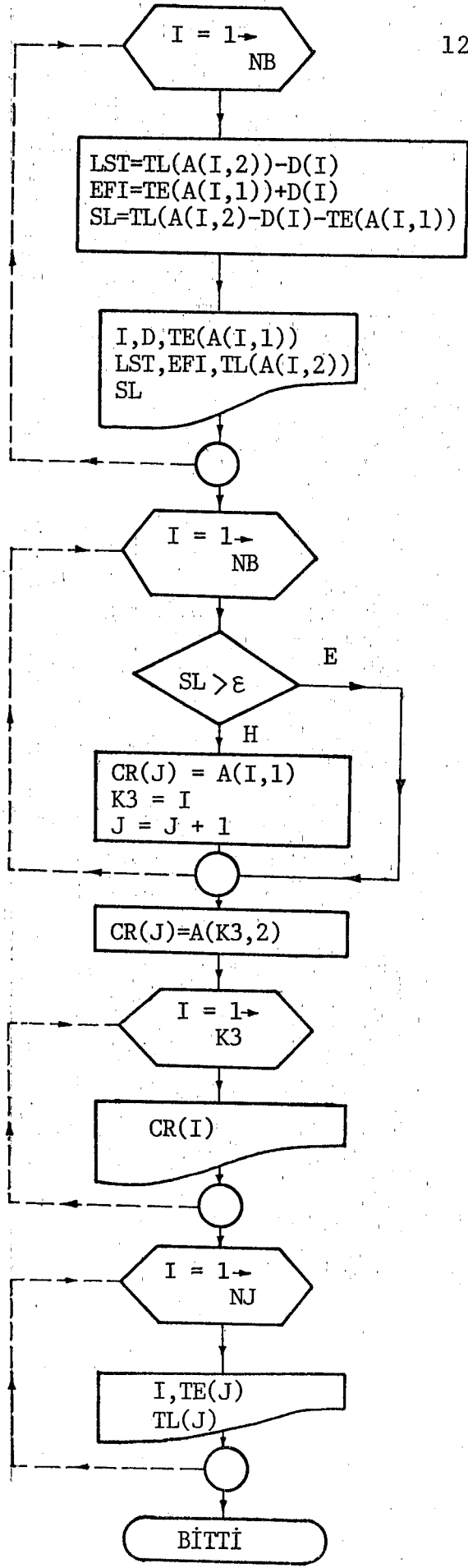
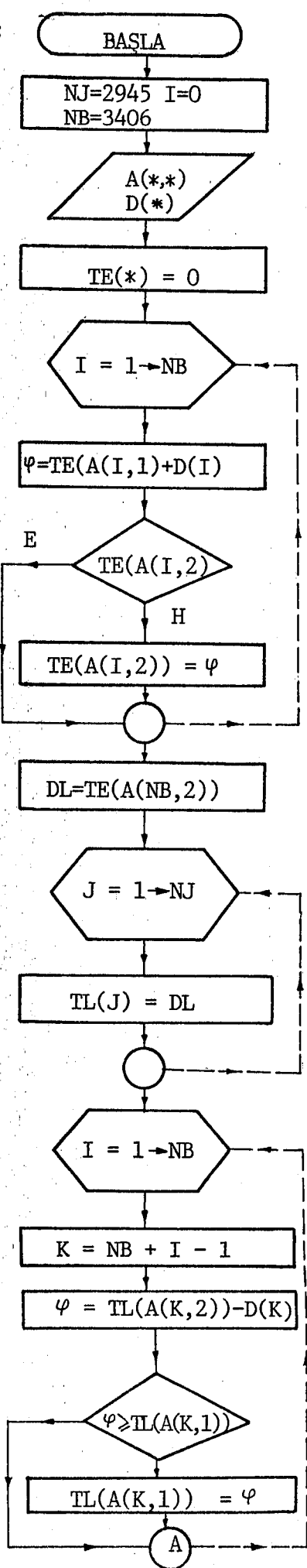
III.3.3 Çözümün Elde Edilmesi ve Değerlendirilmesi

Parti tipi üretim ile yapılan makina imalatı için önerilen algoritmanın TÛLOMSAŞ'ta üretilecek olan manevra lokomotifleri imaline uyarlanması şu aşamalarla gerçekleştirilmiştir.

- İş emirlerinden parça ana kütüğü ve işlemler kütüğünün yapı ağacından da ilişki kütüğünün hazırlanması,
- Bu kütükleri kullanıp, uygulama programlarını çalıştırarak, ağın ilk çözümünün elde edilmesi (Buraya kadar olan işlem ve sonuçlar, hem bilgisayar, hem de gözle kontrol edilmiş, kütükler ve programlardaki hatalar adım adım düzeltilerek çözüm elde edilmiştir).

Elde edilen ilk çözüm bütün kaynak miktarlarının bire eşit olması hali içindir. Yani her bir işlem için bir tek işçi ve tekrar gerektiriyor ise bir tek tezgah tahsisi halinde gereken sürelerin kullanılması ile elde edilen sonuçtur.

Halbuki, bir işlem için birden fazla işçi ve birden fazla tezgah kullanılarak bu süreler kısaltılabilir. Bu projenin her bir işlem için tahsis edilebilecek tezgah sayısı, işlemler kü-



ŞEKİL 43 : KEPİR Programı Akış Diagramı.

```

* ii JOB JNM=A3010S68,DISP=D,CLASS=A
// JOB A3010S68
// OPTION LINK
// OPTION NODUMP
ACTION NOMAP
// EXEC PLIOPT,SIZE=256K
* PROCESS WORKFILE(3375),NODECK,LINECOUNT(86),NAG,NODYNBUF,
NOMACRD,NOMAP,NONEST, ATTRIBUTES,XREF,MARGINS(2,72,1),
GOSTMT,MARGINI('*');
/* AG COZUM PROGRAMI */
      KEPIR : PROC OPTIONS(MAIN);
DCL NJ      FIXED(4),      /* DUGUM NOKTALARI SAYISI */
NB      FIXED(4),      /* DAL SAYISI */
D(3406) PIC'9999',      /* I ISLEMININ SURESI */
A(3406,2) PIC'999999',  /* DUGUM NOKTALARI MATRISI */
TE(2945) FLOAT(7),      /* J NOKTASINDAKI OLAYIN EN ER.OL.ZA */
TL(2945) FLOAT(7),      /* J NOKTASINDAKI OLAYIN EN GE.OL.ZA */
LST      FLOAT(7),      /* I ISININ EN GEG BASLAMA ZAMANI */
EFT      FLOAT(7),      /* I ISININ EN ERKEN BITME ZAMANI */
SL      FLOAT(7),      /* I ISINDEKI TOPLAM BOS ZAMANI */
CR(150)  FLOAT(7);      /* KRITIK YOLUNGECTIGI DUGUMLER */
DCL PHI    FLOAT(7),      AA(3406) PIC'9999',RT(150) PIC'9999',
KX      FLOAT(7);
DCL DL    FLOAT(7);
K3      FLOAT(7);
DCL L1 KART;
2 SR    PIC'9999',
2 BD    PIC'999999',
2 TS    PIC'9999',
2 TD    PIC'999999';
DCL D301068 FILE RECORD INPUT SEQL ENV(VSAM);
ON ERROR SNAP BEGIN;
ON ERROR SYSTEM; PUT DATA; END;
NJ=2945; I=0; NB=3406;
/* DATA LARIN OKUTULMASI */
ON ENDFILE(D301068) GO TO A5;
READ FILE(D301068) INTO (KART);
OKU: READ FILE(D301068) INTO (KART); I=I+1;
A(I,1)=BD; A(I,2)=TD; AA(I)=SR;
D(I)=TS; GO TO OKU;
/* TE(J) LERIN SIFIRLANMASI */
A5: DO I=1 TO NB; TE(I)=0; END;
/* TE(J) LERIN BULUNMASI */
DO I=1 TO NB;
PHI=TE(A(I,1))+D(I);
IF PHI<TE(A(I,2)) THEN GO TO A10;
ELSE TE(A(I,2))=PHI;
A10: END;

```

ŞEKİL 44 : KEPIR Programı

```

/* BOTO TL(J) LERE DL'NIN ATANMASI */
    DL=TE(A(NB,2));
    DO J=1 TO NJ;
        TL(J)=DL; END;
/* TL(J) LERİN BULUNMASI */
    DO I=1 TO NB;
        K=NB+1-I;
        PHI=TL(A(K,2))-D(K);
        IF PHI>TL(A(K,1)) THEN GOTO A20;
        ELSE TL(A(K,1))=PHI;
A20 : END;
/* EN ERKEN VE EN GEÇ BAŞLAMA VE BİTME ZAMANLARININ VE TOPLAM */
/* BOŞ ZAMANIN BULUNMASI VE SONUÇLARININ BASTIRILMASI */
PUT EDIT('FAALİYET','BAŞLAY','SONDLAY','SÜRE','ENERBAS',
'ENGCBAS','ENERBİT','ENGCBİT','BOŞZAM')(COL(5),A,X(5),A,X(5),
A,X(5),A,X(7),A,X(5),A,X(6),A,X(7),A,X(7),A);
PUT SKIP(2); J=1;
    DO I=1 TO NB;
        LST =TL(A(I,2))-D(I);
        EFI =TE(A(I,1))+D(I);
        SL =TL(A(I,2))-D(I)-TE(A(I,1));
PUT EDIT(I,A(I,1),A(I,2),D(I),TE(A(I,1)),LST,EFI,TL(A(I,2)),
SL)(COL(5),F(4),X(8),F(5),X(8),F(5),X(8),F(5),X(8),F(5),X(8),
F(5),X(8),F(5),X(8),F(5),X(8),F(5));
/* KRİTİK YOLA AİT DÜŞÜM NOKTALARININ BASTIRILMASI */
A6:IF SL >0.00001 THEN GOTO A30;
    ELSE DO; CR(J)=A(I,1); R(J)=AA(I);
        K3=I;
        J=J+1; END;
A30: END;
    CR(J)=A(K3,2);
PUT SKIP(5);
PUT EDIT('KRİTİK YOL :')(COL(5),A);
    DO K=1 TO J;
PUT EDIT(CR(K),R(K),TE(CR(K)))(
COL(9),F(5),X(5),F(5),X(5),F(5)); END;
SON: END;
/*
// EXEC LNKEEDT SIZE=256K
// DLBL D301068,'D301068.LISKZ',,VSAM,CAT=CAT000
// EXEC ,SIZE=256K
/*
/8
* !! EÖJ

```

ŞEKİL 44 : Devam.

tüğünde belirtilmiştir. İşçi tahsisi konusunda ise "0 işleme teknolojik olarak tahsis edilebilecek en büyük işçi sayısı" kısıt olarak alınmıştır. Bu kısıtların tesbitinde, işin özelliği, parçanın büyüklüğü ve işlem için ayrılan sahanın sınırlı olması gibi faktörler gözönüne alınmış, benzeri uygulamalarda çalıştırılan en büyük işçi sayıları, işlemler kütüğünde her bir işlem için ayrı ayrı belirtilmiştir.

İlk çözümde projenin tamamlanma süresi 286 gün olarak bulunmuştur. Bundan sonra kritik yol üzerindeki faaliyetlerin, tek kaynakla değil, -işlemler kütüğünde belirtildiği şekilde mümkün olan en çok sayıdaki kaynakla yürütülmesi durumu için ağ tekrar çözülmüştür. Bu durumda tamamlanma süresi 286 günden 149 güne düşmüş ve kritik yol değişmiştir.

Daha sonra aynı işlemler yeni kritik yol üzerinde tekrarlanmış, bu sefer süre 147 güne inmiştir. Bu işlemlerin 10 defa tekrarlanması ve her defasında değişik kritik yollar -zaman zaman birden fazla kritik yol- bulunması ve bunların da kısaltılması ile artık daha fazla kısaltma yapılamaz duruma gelinceye kadar devam edilmiştir. Bu noktada ise projenin tamamlanma süresi 128 gün olarak bulunmuştur. Çıktılar Ek- 5, 6 ve 7'de verilmiştir.

Bu çalışmada önerilen algoritmanın uygulanması ile :

- Projeye bir bütün olarak bakma imkanı bulunmuş,
- İmalat için gerekli bütün işlemlerin aralarındaki ilişkiler ve öncelikler belirtilmiş,
- Projenin tamamlanma tarihini etkileyecek kritik işlemler belirlenmiş,
- Sadece kritik işlemlere tahsis edilen kaynaklar artırılmak sureti ile tamamlanma süresi kısaltılmış,
- Yapılacak işlerin ayrıntılı bir programı çıkarılmış, hangi parçanın ne zaman gerekli olacağı, hangi eylemin ne zaman yapılacağı belirtilmiştir.

Bu programa dayanarak, malzeme temin çalışmaları, tezgah yüklemeleri ve benzeri faaliyetler kolayca programlanabilir.

Önerilen sistemin uygulamaya konması ve uygulamanın sürdürülmesine ilişkin maliyetlerin kestirilmesi kolaysa da, -uygulamanın örgüte etkilerinin çok yönlü olması görülen etkilerden çok görülmeyen ve para olarak ifade edilemeyen etkilerin daha önemli olması dolayısıyla- önerilen sistemin getireceklerinin maddi yönünün tam olarak ifade etmek mümkün olamamaktadır. Burada önerilen sistemin bir çok katkısından sadece birinden -tamamlanma süresinin kısaltılması ile lokomotiflerin servise daha önce verilmesinden- bahsedilecektir. Önerilen sistemin diğer katkıları düşünülme bile, sadece bu katkı, önerilen sistem maliyetinin kat kat üstünde olmaktadır.

Lokomotiflerin imalat süresini tayin eden kısım, şasi imalatıdır. Diğer kısımların imalatı, şasi imaline paralel yürümekte, iş yükleri çok düşük olduğu için kritik faaliyet olmamaktadır. Şasi imalinden sonraki montaj işleri ise yaklaşık bir haftada tamamlanmaktadır. Bu durumda şasi imali süresindeki her kısalma, komple lokomotifin imali süresine de aynen yansımaktadır.

Lokomotiflerin ilk parçalarının imaline 1985 Eylül'ü başında başlanmıştır. İlk onluk parti imalinin 1986 Ağustos'u sonunda tamamlanması beklenmektedir. Bu ise bir parti imalatının 365 takvim günü veya buna eşdeğer olan 200 çalışma gününde tamamlanması demektir. Hangi işlemlerin kritik olduğu bilinmediğinden işler sırası ile yapılmamış, gecikmelere sebep olunmuştur. İş emirlerinde belirtilen işlemlerin sıraları ve süreleri uygun olarak kabul edilmektedir. Bu durumda projenin 128 işgünü içerisinde tamamlanacağı sonucu gerçekçi olarak görülmektedir. Böylece eski sistemde 200 işgünü olarak gerçekleşen imalatın önerilen sistemin uygulanması ile 128 güne ineceği ortaya çıkmaktadır. Bu kısalma ise : $(200-128) \times 365 / 200 = 131$ takvim günü etmektedir.

Manevra lokomotifi sıkıntısı yüzünden, Alman firmalarından kiralanen lokomotifler için günde yaklaşık bir milyon lira kira döviz olarak ödenmektedir. Bu ise bir gün önce işletmeye verilen bir lokomotif için bir milyon lira katkı demektir. Programın yüzde yüz gerçekleşmemesi halinde (süre kısalmasının % 80 olarak gerçekleştiği düşünülse) bile her bir lokomotiften $131 \times 0.80 = 105$ gün erken işletmeye alınma ve işletme esnasında % 90 faydalanma halinde de $105 \times 0.90 = 95$ gün erken alınma kazancı olarak $95 \times 10^6 = 95$ milyon TL. kazanç sağlanır. Bu da bir partide sadece lokomotiflerin erken servise verilmesi ile $10 \times 95 = 950$ milyon lira kazanç demektir. Burada envantrın elde daha az süre tutulmasından doğan kazanç, tesislerin daha erken boşalıp başka bir imalat için hazır hale gelmesindeki kazanç v.b. hesaba katılmamaktadır.

Yeni sistemin maliyeti ise, hazırlık ve işletim maliyetleri olmak üzere iki kısma ayrılabilir. Hazırlık maliyeti, bu çalışma için yapılmış olan masraflardan ibaret kabul edilebilir.

Eğitim masrafları, uygulamaya geçme kayıpları ve psikolojik faktörler ihmal edilecek olursa bu iki çeşit maliyet şu şekilde hesaplanabilir.

Birim Maliyetler :

Terminal Kirası :	$\frac{17.5 \text{ milyon TL/yıl}}{250 \text{ gün/yıl} \times 14 \text{ saat/gün}}$	= 5000 TL/saat
Sistem Analist :	$\frac{180000 \text{ Brüt TL/ay}}{133 \text{ saat/ay}}$	= 1350 TL/saat
Programcı/Operatör :	$\frac{140000 \text{ Brüt TL/ay}}{133 \text{ saat/ay}}$	= 1050 TL/saat
Delgici :	$\frac{53000 \text{ Brüt TL/ay}}{133 \text{ saat/ay}}$	= 400 TL/saat

Hazırlık safhasındaki süre ve maliyetler :

<u>Maliyet Kaynağı</u>	<u>Çalışma Süresi</u>	<u>Birim Maliyet</u>	<u>Toplam Maliyet</u>
Terminal	Ortalama 5(saat/gün) Toplam 40 günx5 saat/gün=200 saat	5000 TL/saat	5000x200= 1.000.000 TL.
Sistem Analist	Terminal çalışma süresinin % 80 i = 200 x 0.8 = 160 saat (makina başında olmak üzere) + hafta içi günde ortalama 2 saat = hafta sonu 15 saat olmak üzere, haftada 25 saat 10 hafta süre ile 250 saat, toplam 410 saat.	1350 TL/saat	1350x410= 553.500 TL.
Operatör (gerektiğinde sistem desteği sağlayacak)	200 saat	1050 TL/Saat	1050x200= 210.000 TL.
Delgici	Veriler için iki tam gün programlar için 2 tam gün. 2 delgici 2x(8+8)=32 saat.	400 TL/saat	400x32= 12.800 TL.
		TOPLAM	1.776.300 TL.

Sistemin işletilebilmesi için :

Bir analistin ve bir mühendisin sürekli çalışması, bir operatörün günde iki saatini -yani vaktinin dörtte birini- ayırması (bazı ufak delgi işlemlerini de yapmak sureti ile) ve terminalin günde ortalama iki saatinin meşgul edilmesi halinde aylık masraf :

$$180.000 + 150.000 + \frac{140.000}{4} + 2 \text{ saat/gün} \times 20 \text{ gün/ay} \times 5000 \text{ TL/saat}$$

$$= 565.000 \text{ TL/ay olur.}$$

$$\text{Yıllık masraf } 565.000 \times 12 = 6.780.000 \text{ TL/yıl.}$$

Bir parti için $6.780.000 \frac{128}{200} = 4.339.200$ TL/parti masraf

edilir. Hazırlık maliyetlerinin de geriye kalan iki partiye dağıtılması halinde, bir parti için yapılacak masraf :

$$\frac{1.776.300}{2} + 4.339.200 = 5.227.350 \text{ TL/parti olarak bulunur.}$$

nur.

Sistemin işletilmesi doğal olarak yöneticilerin katkıları ve örgütün diğer imkanlarının da kullanılması ile olacaktır. Ancak planlama ve yürütme zaten yöneticinin asli görevi olduğu ve yönetici katkısından doğan maliyetin mevcut sistemde de aynen bulunması dolayısı ile bu maliyet hesaba katılmamıştır.

İlk 30 adet lokomotifin işletmeye verilmesine kadar doyma noktasına ancak ulaşılabilecek ve bir lokomotifin bir günlük çalışmasının bir milyon liralık katkı sağlama durumu devam edecektir.

Bir parti lokomotifin önerilen sistem içinde imalinden 95 milyon TL. kazanç sağlanacağı ve mevcut sistemin yetersizliği yüzünden, ilk parti imali gecikirken ikinci ve üçüncü partiye ait bazı parçalarında imalinin tamamlanmış olduğu gözönüne alınırsa, izleyen partilere ait işin : % 15'inin şimdiden bitmiş olduğunun kabulü ile, $950 \times \frac{100-15}{100} = 808$ milyon TL/parti'lik bir katkının izleyen partiler için de elde edileceği görülür.

Bir parti için öngörülen maliyet yaklaşık 5.2 milyon olarak öngörüldüğünden, önerilen sistemin $\frac{808}{5.227} = 154$ kat kârlı olduğu görülmektedir.

İlk bakışta çok mübalağalı gibi görülen bu sonuç, sistemin bir bütün olarak ele alınması, modellenip, modelin de bilgisayar destekli ağ çözümlene tekniği ile çözülmesine dayanan bir

yol izlenmesindeki "çok az gayret ile çok büyük sonuçlar alınabileceği" gerçeğinden kaynaklanmaktadır. Bu basit hesaplama ile bulunan kârlılığın yanında, önerilen sistemin görülmeyen ve hesaplanamayan katkıları ise daha büyüktür.

Şirket içerisinde planlama kavramının yeniden ele alınıp gözden geçirilmesi, model ve benzeşim kavramlarının tanınması, ileride daha ayrıntılı sistemlere geçilebilmesi için bir başlangıç olması, veri tabanının hazırlanmasında ilk adımı teşkil etmesi v.b. çok çeşitli yararları da olacaktır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Ağ çizelgeleme tekniklerinin makina imalatında uygulanmasına ilişkin olarak yapılan bu çalışmada ulaşılan sonuçlar ve ileriye yönelik çalışmalar şöyle sıralanabilir :

- Ağ çözümlene tekniğinin uygulanması ile tanımlanan soruna en iyi çözüm getirilmeye çalışılmıştır. Böylece yeni yatırıma gerek olmaksızın mevcut bilgisayar donanımını kullanarak, sadece sistem çözümlene ve program yazma-çalıştırma maliyetleri ile en iyi çözüme ulaşılmaya çalışılmıştır.

- Önerilen algoritma, şirkette gerçek olarak uygulanabilecek şekilde geliştirilmiştir. Planlama çalışmalarını sistemli olarak ele alan bu çalışma, ileride yapılabilecek bu tür çalışmalar için de bir basamak olacak ve bu çalışmalara cesaret verebilecektir.

- Bu güne kadar şirkette yapılmakta olan planlama çalışmaları tamamen tecrübeye dayalı olmakta, ayrıntılara inilemediğinden programlama yapılamamakta idi. Bilgisayar ve ağ çözümlene tekniği gibi iki güçlü aracı birleştirme amacı güden bu çalışma ile, en ince ayrıntılara inilebilinmekte, hataların düzeltilmesi ve değişikliklerin uygulanmasını ana yapıyı bozmayan bir esneklik-

le ve sonuçların alınmasını zamanı geçmeden elde etmeyi sağlayan bir yöntem elde edilmiştir.

- Önerilen sistem ile 5.2 milyonluk bir harcama ile en az 808 milyonluk bir tasarruf elde edilebileceği görülmüştür. Projenin tamamlanma süresi kısaltılmış, malzeme akışındaki düzensizliklerin önceden görülmesi imkanı sağlanmış, imalat sürecindeki kopukluklar kaldırılmıştır.

- Bundan sonraki uygulamalar için yapı ağacı kullanmaksızın, sadece alt parça - üst parça ilişkilerinden faydalanarak ağın kurulmasını bilgisayar vasıtası ile sağlayacak şekilde önerilen algoritmanın geliştirilmesi yapılabilir.

- Algoritmanın uygulanması sonucu, iş günü olarak belirtilen çözümlerin takvim gününe çevrilmesini sağlayacak bir program hazırlanabilir.

- Mevcut algoritmanın çözümünü veri olarak alıp, kaynaklara yük dağılımı yapan bir algoritma ve program hazırlanabilir.

- Ağ çözümlene programını bir alt program olarak kullanan ve üçüncü bölümün sonunda açıklanan ardışık işlemleri bilgisayara yaptıran bir program yazılabilir.

- Bu çalışma ile çekirdeği oluşturulan veri tabanı şirkette imal edilen her parçayı ve bununla ilgili her işlemi kapsayacak şekilde geliştirilebilir.

- Eldeki bu veri tabanına dayalı daha gelişmiş ve daha karmaşık modeller kurulabilir.

- Çalışmalarda veri kaynağı olarak kullanılan iş emirlerindeki hata ve aksaklıkların düzeltilmesi ve hatta yeni ihtiyaçlara göre bunların yeniden düzenlenmesi çalışmaları yapılabilir.

Yukarıda sayılanlarla birlikte, üretim planlama ve kontrolu konusunda bütün kilit personelin sistemli bir eğitimden geçmesi zorunludur. Önerilen sistem, belirli varsayımlar altında

sorunlara çözümler getirmek, sorunun belirsizlik alanını daraltmak, karar vericiye karar ortamında sağlıklı karar vermede bir destek olmak üzere düşünülmüştür. Önerilen sistemi, tamamen otomatikleşmiş bir "Bilgisayarla Bütünleşik Üretim Sistemi" olarak değil; son sözü karar vericiye bırakan bir "Bilgisayar Destekli Üretim Sistemi Aracı" olarak görmek daha yerinde olacaktır.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

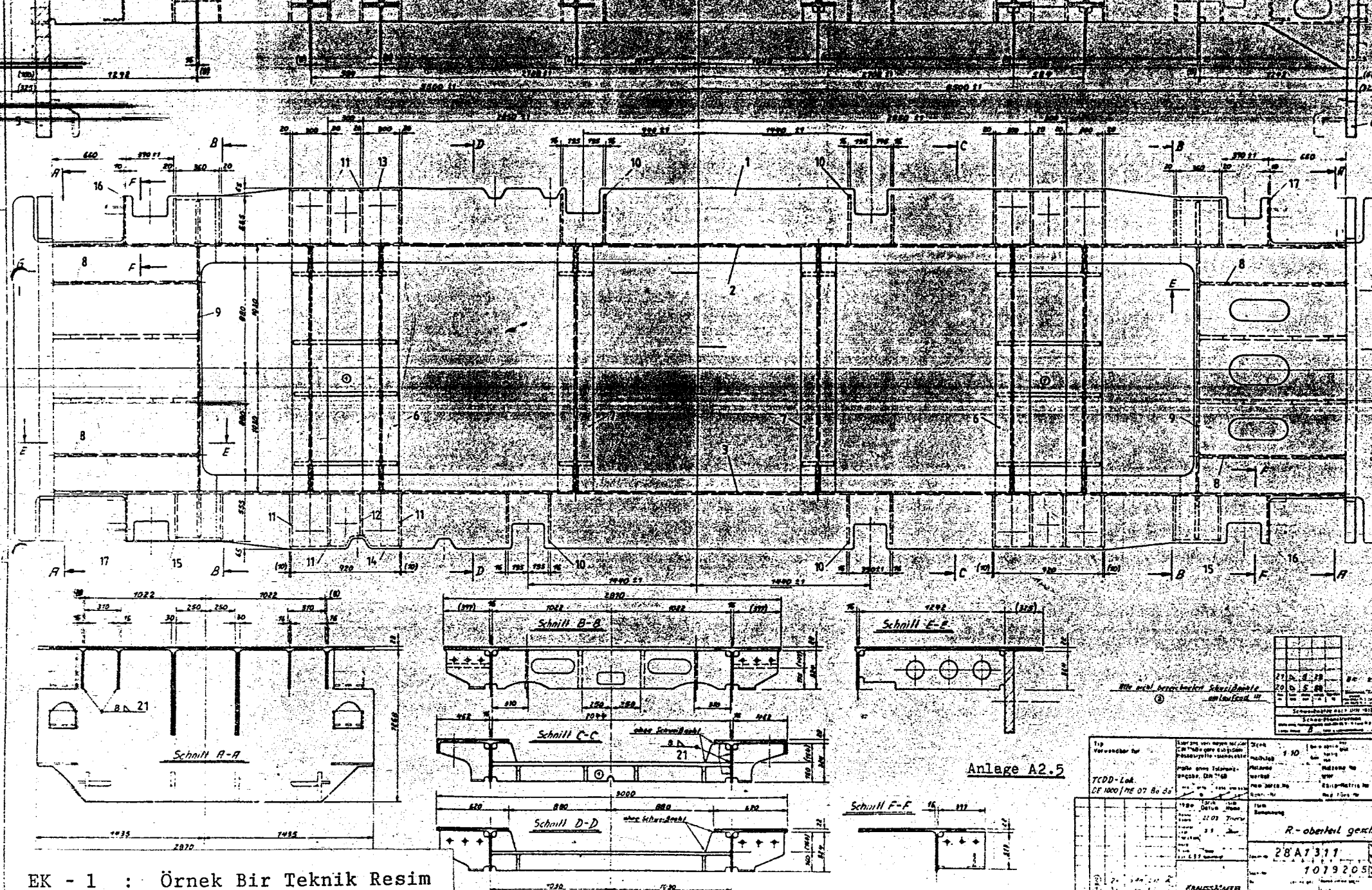
- AKALIN, S., "Yöneylem Araştırması", E.Ü. İşletme Fakültesi Yayınları No.5, İZMİR, 1979.
- ALCALAY, J.A. ve BUFFA, E.S., "A Proposal for a General Model of a Production System", John Willey and Sons Inc., New York, 1966.
- BUTTER, G. "Netzwerkplanung", Physica Verlag, Wien, 1968.
- COPICS, "Communication Oriented Production and Control System" I.B.M. Publications, New York, 1972.
- DUCKWORTH, E., "Operational Research", Methuen and Co LTD, Edinburgh, 1965.
- EDİR, B., "Elektronik Hesaplayıcılarla Programlama ve Uygulama" ODTÜ, Hesap Bilimleri Bölümü, Ankara, 1970.
- ERTÜRK, Z., Sistem Analiz, Ekonomist Yayınevi, Ankara, 1983.
- GAGE, W.L., Değer Analizi, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, Ankara, 1969.
- GAGE, W.L., Kritik Yol Analizi, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, Ankara, 1970.
- GRANT, E., "Handbook of Industrial Engineering and Management", Pitice Hall of India, New Delhi, 1971.
- HARRINGTON, J., "Computer Integrated Manufacturing", Industrial Press INC., New York, 1974.
- ICL., "Network Planning", International Computers Limited, London, 1970.

- KARA, İ., "Yöneylem Araştırmasının Yöntem Bilimi", A.Ü. Müh. Mim.Fak. End.Müh.Bölümü, Eskişehir, 1983.
- KARAYALÇIN, İ., "Fabrika İdareciliğinde Yeni Gelişmeler",
- KOBU, B., "Üretim Yönetimi", İ.Ü. Yayınları, İstanbul, 1984.
- LALİK, S., "Makina İmalatı ve İşletmeciliği", Milli Eğitim Basımevi, İstanbul, 1981.
- LAMBKE, B.C., "Administrative Control and Executive Action", Merril Books Inc., Colombus, Ohio, 1964.
- LEVİN, R., "Production / Operation Management", Mc Graw-Hill Co., USA, 1977.
- MAKOWER, M.S., "Operations Research", The English Universities Press Ltd., London, 1970.
- ÖZGEN, H., "Üretim Planlama ve Kontrol", Adana, İ.T.İ.A., Adana, 1976.
- SAATÇIOĞLU, Ö., "Üretim Planlama Sistemleri", MPM Yayınları, Sivas, 1984.
- SAĞIN, S.K., "Ağ Çözümleme Yöntemleri ile Planlama ve İzleme", Sistem Yayını, Ankara, 1974.
- SHANK, R., "Planning to Meet Engineering Goals", American Manengament Association, Inc., New York, 1961.
- STEİNER, G., "Managerial Long Range Planning", Mc Graw-Hill Comp., New York, 1963.
- TOSUN, K., "İşletme Yönetimi", Savaş Yayınları, Ankara, 1982.
- TÜMER, M., "Ürün Üretim ve Yönetim", İ.T.İ.A. Nihat Sayar Vakfı Yayınları, İstanbul, 1978.
- VERNON, I.R., "Introduction to Manufacturing Management", Society of Manufacturing Engineers Series, Michigan, 1969.
- VOLK, P., "Betriebsleiter Handbuch", Verlag Moderne Industrie, München, 1970.

WICKS, C.T., "Operational Research", Pan Books, London, 1971.

WILD, R., "The Techniques of Production Manegement", Holt Rinehart and Winston Ltd., G.Britain, 1971.

YELKEN, N., "Üretim Planlaması ve Kontrolü", E.Ü. Yayınları, İzmir, 1978.



EK - 1 : Örnek Bir Teknik Resim

G	5	UE-BG	UE-SNR	TYP/GERAET	ABT	AK	DATUM	A-FE	AUFTRAGS-NR
311000	4	1310000	1079211	DE1000PKDG	L	31 TR	23.05.84	5	191363 2 210

KZ#	POS	STCK	SACH-NR	BENENNUNG	ZSNR/DIN	POS	ZCHGSNR/BESTELLBEZ	WERKSTOFF=BEZ	KST	TER	AENDNR	M
		MENGE		K ABMESS/ROHMATERIAL	MOD/GES		ABNAHMEBED FGWICHT	WERKSTOFFNR VERMERKE			AI	ET
			1079205	R.-OBERTEIL GESCHW		28 A	1311					180000000
								FAB.NR19945-49				
EV	1	1	1079214	OBERGURT		28 A	1311				93	180000000
EF	2	1	1022833	STEGBLECH		28 B	1311	RST 37-2N			93	180000000
BR 7		510,94	9310733	3L 16X 324X11000	DIN 1543		50049-3.1B	444,00 1.0038.61	VR188037/3-1/4		43	180000000 1
EF	3	1	1022834	STEGBLECH	1022833	28 B	1311	RST 37-2N			93	180000000
BR 7		510,94	9310733	3L 16X 324X11000	DIN 1543		50049-3.1B	444,00 1.0038.61	VR188037/3-1/4		43	180000000 1
EV	4	1	1079206	PUFFERPLATTE		28 B	1312				93	180000000
EV	5	1	1079207	PUFFERPLATTE		28 B	1312				93	180000000
EV	6	2	1079215	QUERTRAEGER		28 C	1312				93	180000000
EV	7	2	1079216	QUERTRAEGER		28 C	1312				93	180000000
EF	8	4	1022835	STEGBLECH		28 C	1311	RST 37-2N			93	180000000
BR 7		57,60	9310733	3L 16X 324X1242	DIN 1543		50049-3.1B	43,00 1.0038.61	VR188037/3-1/3		43	180000000 1

Parçanın Adı	Bölüm	Grup	Kısmi Komple	Parça	Şartiy Adedi	ana masraf yer:	Şartiy No.
No.	Adı	No.	Adı	Resim No.	Poz	Resim No.	Poz
13	KM Sasi	13010	SASI	1079211	1	1079205	1-21
Kroki veya İşlemlerin açıklaması:			Resimler	Ana Komple	10	430/651	106/651
				Unita Adedi	Unita de adet	Grup Kredi No.	
				10	1	106/651	

MARKA : Poz 1 nolu üst sacın pleyt üzerine yerleştirilerek kaynakılacak parçaların yerlerinin markalanması.		Tasnif	Istenen	Alınan
PUNTA : Poz 2-3 nolu boyuna dikme saçlarının, üzerine parçaları kaynakılacak poz 4-5 nolu ön ve arka alın saçlarının puntası, komple hale gelmiş poz 6-7 nolu enine mesnetlerin poz 8 nolu boyuna ara dikme ve poz 9 nolu enine ara dikme lerin puntası, poz 10-11-12-13-14 nolu takviyelerin sıra ile puntalanması, poz 15 nolu kaldırma süpürte poz 16-17 nolu basamak süpürte üst kısımlarının resme göre kolaylık yardımı ile puntalanması.		Cins	Elektro	
KAYNAK : Parçaların ölçü kontrolünün yapılarak gerekli düzeltmeler yapılması. Parçaların atmadurumu göz önüne alınarak karşılıklı ve aynı anda kaynakılması.		Kalite	SE1	
TESVİYE : Parçaların kaynak pürüzlerinin temizlenmesi.		Ölçü	Ø12	
KONTROL : Parçaların kontrol edilmesi.		Miktar	35kg	
Talep (lade) modeli 9038 (9038)				
Tarih				
No.				
Tarih				
No.				

Sıra No.	Posta Tezgâh		Takım Kolaylık	İŞLEMLERİN										Kalite Kontrol		
	No.	Adı		No.	C I N S I	Başlama tarihi	Biteceği tarihi	Bittiği tarih	Tekniksel elemeği sa.	Fisli elemeği sa.	çemeği Pusula No	Fark +	İşlet	Tarihi	İmza	
57			10-	MARKA					45							
11			20-	PUNTA					270							
11			30-	KAYNAK					600							
11			40-	TESVİYE					18							
11			50-	KONTROL					-							

Tasnif Tarihi	Başlayan	İstihsal Başlangıç	Masraf yerleri	İşlet Tarihi	İşlet Tarihi	İmza	Maliyet Kimi	Doz No. : 13010
Model 1318195	D. ÖZNER							Sıra No. : 935
Model								Sayfa No. : 1/1
Model								1.1.36.1

/ 33 MATKAP
 / 457 GİYOTİN
 / 442 ABKANT
 / 434 BORU
 / 463 PLASTİK
 / 454 DEVVAR
 / 437 MARKA
 / 451 SEKATOR
 / 456 PLANYA
 / 438 SAF
 / 444 TORNA
 / 443 TRUMPF
 / 490 PROFİLM
 / 455 TESTERE
 / 484 M.MATKA
 / KESME
 / KAU. KAP
 / 1/1 SAF
 / KAYNAK
 / FOTOSEL
 / PEGART
 / TESVİYE
 / KONTROL
 / TOZALTI
 / OTOJEN
 / VARGEL
 / FREZE
 / MODEL
 / MAKAS
 / TORNA R
 / MATKAP M
 / FREZE D
 / MAKAS P
 / K.MAKAS
 / BOYA
 / DELME
 / PRES
 / MAKANG.
 / P.MAKAS
 / MERDANE
 / ECKOLD
 / MATKAP P
 / PROFİL M
 / P. MAK.
 / FREZE Y
 / PROFİL

/ KONTROL
 / MARKA
 / PUNTA
 / KAYNAK
 / DELME
 / KESME
 / BÜKME
 / TESVİYE
 / KESME BORU
 / DÜKME PLAS
 / DOĞRULTMA
 / MONTE KAYN
 / ÇAPAK
 / PLANYA
 / TESV. DİŞ Ç
 / DYMA
 / TORNA
 / UÇ KESME

/ KADM. KAPL.
 / SEHİM
 / TASHİH
 / PAKETLEME
 / FREZE
 / KAY. AÖZİ A
 / Ç. ALMA
 / KAY. AG. AÇM
 / KAY. AĞZ. AÇ
 / KAY. AG. AÇ.
 / Ç. AÇMA
 / SEKATOR
 / DİŞ AÇMA
 / TAVLI BÜKM
 / PAH KIRMA
 / DÜKÜM
 / BİLYA PUSK
 / ASTAR BOYA
 / KUMLAMA
 / BOYA
 / YAPIŞTIRMA
 / HAVSA BASH
 / BOYAMA
 / SUSTA SARM
 / KA. AG. AÇ.
 / UÇ KIRPMA
 / KUNT. TASH.
 / BAŞMA
 / KESME UÇ
 / KESME P
 / DELME-DİŞ.
 / DİŞ ÇEKME
 / CONTA
 / PRES
 / MERDANE
 / KESME P.
 / KESME PROF
 / KOŞE KIRP.
 / KOŞE KIRMA

Ek-4 : SEC Programı Çıktısı

(İşlemler Kütüğünde
 Bulunan Masraf
 Yerleri Tezgahlar
 ve İşlemler)

<u>Çözüm</u> <u>Numarası</u>	<u>Tamamlanma</u> <u>Süresi (Gün)</u>
İlk çözüm	286
1. Tekrar	149
2. Tekrar	147
3. Tekrar	142
4. Tekrar	139
5. Tekrar	137
6. Tekrar	134
7. Tekrar	133
8. Tekrar	130
9. Tekrar	128
10. Tekrar	128

10. Tekrara ait KEPİR programı çıktısının baş ve son kısmı örnek olarak, Ek-6'da ; bu tekrara ait kritik yol ise Ek-7'de verilmiştir.

EK - 5 : : Tekrarlanan Çözümlerin Sonuçları

Ek - 6 : Son Çözüme Ait Değerler

S	FAALİYET	BASÖLÇAY	SONDÖLÇAY	SÜRE	ENERGİSAY	ENGCBAS	ENERBIT	ENGCBIT	BÜSZAM
/	1	1	2	3	0	18	3	21	18
/	2	1	3	3	0	16	3	21	18
/	3	1	4	3	0	15	3	19	15
/	4	1	5	3	0	18	3	21	18
/	5	1	6	3	0	18	3	21	18
/	6	1	7	3	0	18	3	21	18
/	7	1	8	3	0	16	3	21	18
/	8	1	9	3	0	31	3	34	31
/	9	1	11	3	0	37	2	40	37
/	10	1	12	3	0	28	3	31	28
/	11	1	22	3	0	64	3	87	64
/	12	1	23	3	0	77	3	80	77
/	13	1	24	3	0	25	3	28	25
/	14	1	38	3	0	94	3	97	94
/	15	1	39	3	0	93	3	96	93
/	16	1	40	3	0	71	3	74	71
/	17	1	46	3	0	85	3	83	85
/	18	1	56	3	0	78	3	81	78
/	19	1	66	3	0	78	3	81	78
/	20	1	78	3	0	77	3	80	77
/	21	1	86	3	0	81	3	84	81
/	22	1	98	3	0	78	3	81	78
/	23	1	106	3	0	97	3	100	97
/	24	1	107	3	0	26	3	29	26
/	25	1	115	3	0	94	3	97	94
/	26	1	117	3	0	77	3	80	77
/	27	1	123	3	0	77	3	80	77
/	28	1	141	3	0	22	3	25	22
/	29	1	142	3	0	7	3	10	7
/	30	1	148	3	0	5	3	8	5
/	31	1	160	3	0	15	3	16	15
/	32	1	172	3	0	61	3	64	61
/	33	1	182	3	0	70	3	73	70
/	34	1	196	3	0	70	3	73	70
/	35	1	210	3	0	73	3	76	73

/	3389	2927	2928	0	32	95	32	95	63
/	3390	2928	2929	2	32	95	34	97	63
/	3391	2929	2930	3	34	97	37	100	63
/	3392	2930	2941	0	37	100	37	100	63
/	3393	2931	2941	0	32	100	32	100	63
/	3394	2932	2941	0	32	100	32	100	63
/	3395	2933	2934	3	88	88	91	91	0
/	3396	2934	2935	1	91	91	92	92	0
/	3397	2935	2936	0	92	92	92	92	0
/	3398	2936	2937	1	92	92	93	93	0
/	3399	2937	2938	0	93	93	93	93	0
/	3400	2938	2939	3	93	93	96	96	0
/	3401	2939	2940	3	96	96	99	99	0
/	3402	2940	2941	1	99	99	100	100	0
/	3403	2941	2942	0	100	100	100	100	0
/	3404	2942	2943	25	100	100	125	125	0
/	3405	2943	2944	3	125	125	128	128	0
T	3406	2944	2945	0	128	128	128	128	0

1	7000	0
1484	5547	3
1485	5547	6
1486	5550	6
1487	5551	9
1488	5551	7

1487	551	12
1490	5552	15
1491	5552	15
1492	5551	15
1493	551	15
1494	5554	15
1495	555	15
1496	5555	15
1497	555	15
1498	5556	18
1499	555	19
1500	5557	19
1501	557	21
1502	5558	22
1503	553	22
1504	5559	22
1505	557	22
1506	5560	22
1507	560	25
1843	5378	3
1844	379	6
1845	5379	6
1846	379	6
1847	5380	6
1848	380	6
1849	5381	6
1850	381	6
1851	5382	6
1852	382	9
1853	5383	9
1854	383	9
1855	5384	9
1856	384	9
1857	5385	9
1858	385	12
2429	5375	12
2429	7918	12
2430	375	15
2431	5376	15
2432	376	15
2433	5377	15
2434	377	18
2435	5367	12
2437	367	15
2438	5368	15
2439	368	15
2440	5369	15
2441	369	18
2535	5350	13
2536	350	21
2537	5357	21
2538	357	21
2539	5353	21
2540	358	21
2561	5359	22
2562	359	22
2563	5360	22
2564	360	25
2710	5546	25
2711	546	29
2712	5547	28
2713	547	29
2714	5548	28
2715	548	28
2722	5232	25
2723	232	25
2724	5233	25
2725	233	25
2726	5234	25
2727	234	25
2728	5235	25
2729	235	25
2730	5236	25
2731	236	28
2754	5222	23
2755	222	31
2756	5223	37
2757	223	37
2758	5224	39
2759	224	39
2760	5225	40
2761	225	40
2762	5226	45
2763	226	45
2764	5227	61
2765	227	61
2766	5228	63
2767	228	63
2768	5229	64
2769	229	64
2770	5230	72
2771	230	72
2772	5231	83
2773	231	83
2774	5003	89
2775	3	91
2776	5004	92
2777	4	92
2778	5005	93
2779	5	93
2780	5006	96
2781	6	99
2782	5007	100
2783	7	100
2784	5008	125
2785	8	128

Ek - 7 : Son Çözümüne Ait Kritik Yol