19279

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİR KALIP ATELYESİNİN SIMAN BENZETİM DİLİ İLE BENZETİMİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

End.Müh. Zeki AYAĞ

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 6 Eylül 1991

Tezin Savunulduğu Tarih : 11 Eylül 1991

Tez Danışmanı : Prof.Dr.Murat DİNÇMEN

Diğer Jüri Üyeleri : Prof.Dr.Ramazan EVREN
Doç.Dr.M.Bülent DURMUŞOĞLU

EYLÜL 1991

ÖNSÖZ :

Üretim sistemlerinde benzetim tekniklerinin kullanımının artması son yıllarda gittikçe gelişen bilgisayar teknolojisi sayesinde olmuştur. Gelişen teknoloji hem yeni hızlı ve geniş bellek kapasitesine sahip bilgisayarların geliştirilmesine olanak tanımış hem de yazılım programlarının gelişimini hızlandırmıştır. Firmalar bazı konular üzerinde karar verirken hem ucuz hem de çok gerçekci sonuçların elde edilmesine olanak veren benzetimin değerini daha iyi anlamışlardır ama bu konuda gereken uzman kişilerin eksikliği her zaman hissedilmiştir. Bu tez, benzetim tekniklerinin önemini bir defa vurgulayan ve bununla birlikte bir uygulama içeren bir çalışmayı içermektedir.

Tez, sekiz bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde üretim sistemleri ile ilgili kısa tanıtıcı bilgiler, ikinci bölümde benzetimle ilgili benzetimin niçin,nasıl ve nerede kullanıldığına dair bilgiler, üçüncü bölümde imalat sistemlerinde benzetimin nasıl uygulandığı ve literatürden örnekler içermektedir. Dördüncü bölümde, bir benzetim çalışmasında kullanılabilecek benzetim dilleri ve bunlara ait özelliklere değinilmekte, beşinci bölümde günümüzde oldukça gelişen uzman sistem yapay zeka ile ilgili temel açıklayıcı bilgiler örneklerle verilmektedir. Altıncı bölümde, Uzman sistem ile benzetim ilişkisi, uygulama alanları ve dünya literatüründen örnekler verilmektedir. Yedinci bölümde, en çok kullanılan benzetim dili olan SIMAN benzetim dili ilgili bilgiler verilmekte, son bölümde ise tezin büyük bir ağırlığını oluşturan bir uygulama sunulmaktadır. Bu çalışmanın, benden sonra bu konuda çalışacak kişiler için bir kaynak olmasını temenni ediyorum.

Bu tezin hazırlanmasında bana yardımcı olan Sayın Prof. Dr. Murat DİNÇMEN' e, Doç. Dr. Bülent DURMUŞOĞLU' na SİMKO A.Ş. Kalıphane Müdürü Hayrettin SAKA'ya, Mak.Müh. Bülent AKKOÇ'a ve bu bölümde çalışan ağabeyim Vahit AYAĞ'a teşekkürü borç bilirim. Ayrıca bana SİMKO'da çalışma imkanı sağlayan Mehmet SABUNCU'ya da teşekkürlerimi sunarım.

Endüstri Mühendisi

Zeki AYAĞ

İstanbul, 1991

İÇİNDEKİLER

Önsöz ii
İçindekiler iii
Şekil listesi ix
Özet xii
Summary xiii
Giriş 1

BÖLÜM 1

1. Üretim sistemleri :
    1.1. Giriş 2
    1.2. Atelye tipi üretim 4
    1.3. Akış tipi üretim 7
    1.4. Montaj tipi (kitlesel üretim) üretim 9
    1.5. Esnek imalat sistemleri 9
    1.6. Malzeme iletim sistemleri 9

BÖLÜM 2

2. Benzetim :
    2.1. Benzetim nedir ? ve Niçin kullanılır ? 16
    2.2. Benzetim tipleri 19
        2.2.1. Sonraki olayı çizelgeleme 21
        2.2.2. Aktivite arama 21
        2.2.3. Proses bazlı yaklaşım 22
    2.3. Benzetim çalışmasının aşamaları 22

BÖLÜM 3

3. Benzetim dilleri
    3.1. Giriş 27
        3.1.1. Avantajları 30
        3.1.2. Dezavantajları 30
    3.2. Benzetim dillerinin sınıflandırılması 33
        3.2.1. Olay çizelgeleme dilleri 34

3.2.2. Aktivite arama dilleri 36
3.2.3. Proses bazlı diller 36
3.3. Bir benzetim paketinin fonksiyonları 37
3.4. Benzetim program çeşitleri 37
3.5. İmalat simülatörleri 38
3.6. Bir benzetim dilinden istenen özellikler 39
3.6.1. Genel özellikler 39
3.6.2. Animasyon 40
3.6.3. İstatistiki kapasiteler 40
3.6.4. Malzeme taşıyıcı modüller 40
3.6.5. Satış sonrası hizmetler 41
3.6.6. Çıktı raporları 41

BÖLÜM 4

4. Üretim sistemlerinde benzetim :
4.1. Giriş 42
4.2. Benzetimin uygulandığı imalat alanları 46
4.3. İmalat sistemlerinin performansının ölçülmesinde benzetim kullanımı 49
4.4. Literatürden örnekler 50
4.4.1. Esnek imalat sistemi tasarımı için bir benzetim yaklaşımı 50
4.4.2: Yeni bir malzeme iletim sisteminin planlanması 51
4.4.3. Mevcut bir üretim sistemini hücresel imalat sistemine uygulanması için geliştirilmiş benzetim modeli 51

BÖLÜM 5

5. Uzman sistemler ve Yapay zeka
5.1. Giriş 53
5.2. Uzman sistem nedir ? 54
5.3. Uzman sistemlerin bazı kullanım alanları 54
5.4. Yapay zeka programlama ve uzman sistem programlama 57

5.5. Uzman sistemler ve Yöneylem Araştırması 59
5.6. Bir uzman sistemin özellikleri 60
5.7. Uzman sistemlerin avantajları nelerdir ? 61
5.8. Uzman sistemlerin oluşturulmasında rol oynayan elemanlar 63
5.9. Uzman sistemlerin genel yapısı 66
5.10.Uzman sistem shell'leri 68
5.11.Uzman sistemler ve Prolog 70

BÖLÜM 6

6. Uzman sistemler ve benzetim
6.1. Giriş 71
6.2. Otomatik problem spesifikasyonu 74
6.2.1. Doğal dil birimi 78
6.2.2. Etkileşimli grafik arabirimi 79
6.2.3. Karşılıklı diyalog arabirimi 80
6.3. Otomatik benzetim yazılımı 81
6.4. Benzetim amaçlı uzman sistemler ile benzetim arasındaki farklılıklar 84
6.5. Literatürden örnekler 86
6.5.1. Bir esnek imalat sistemi tasarımı için uzman sistem 86
6.5.2. Esnek imalat sistemlerinde makina düzenlerinin yapılmasına yardımcı olan bir uzman sistem 87
6.5.3. Bir esnek imalat sistemi tasarımı ve kontrolü için benzetim üretici 88
6.5.4. Moses 93
6.5.5. Benzetim analizleri için geliştirilen bir uzman sistem 96
6.5.6. Proses planlama benzetimi : Mühendisler için bir EİS' nin modellenmesine yardımcı bir araç tasarımı 99

BÖLÜM 7

7. SIMAN benzetim dili :
7.1. Giriş 101
7.2. SIMAN 'ın kuramsal yapısı 101
7.2.1. Modelleme yaklaşımları 102
7.3. Yazılım yapısı 103
7.4. Blok diyagramları 105
7.4.1. Blok fonksiyon ismi 105
7.4.2. Blok fonksiyonlarının tipleri 106
7.5. SIMAN' da gezen birimler, değişkenler ve özlanlar 106
7.6. SIMAN ile program yazma 107
7.6.1. Program yazarken dikkat edilecek hususlar 109
7.7. Bir benzetim programının çalıştırılması 109
7.8. SIMAN benzetim dili kullanılarak hazırlanmış bir örnek 110

BÖLÜM 8

8. Bir üretim sisteminde uygulama 115
8.1. Fabrikanın tanıtımı 115
8.2. Atelye tanıtımı 117
8.3. Atelyenin modelinin kurulması 119
8.4. Sistemin model programının yazılması 123
8.4.1. Sistemin amacı 123
8.4.2. Sistem parametreleri 123
8.4.3. Sistemle ilgili varsayımlar 124
8.4.4. Program algoritması 125
8.5. Model ve deney programı 126
8.6. Programda kullanılan veriler 138
8.7. Senaryolar 140
8.8. Benzetim sonuçlarının SIMAN çıktı işlemcisi ile analizi 144
8.9. Geçici meyil bölgesinin saptanması 145
8.10.Güven aralığının hesaplanması 145

8.11.Sonuçlar ve Yorumlar 145

BÖLÜM 9

9. SIMAN çıktı işlemcisi :
9.1. Giriş 156
9.2. Bitişli sistemler 156
9.3. Bitişsiz sistemler 158
9.4. Çıktı işlemcisi komutları 162
9.4.1. PLOT komutu 163
9.4.2. FILTER komutu 163
9.4.3. INTERVALS komutu 165

BÖLÜM 10

10. Sonuçlar ve Öneriler 167

KAYNAKLAR 169

EKLER :

EK 1. Senaryolara ait model çıktıları 176

Ekler 1.a Senaryo 1 177
Ekler 1.b Senaryo 2 184
Ekler 1.c Senaryo 3 191
Ekler 1.d Senaryo 4 198
Ekler 1.e Senaryo 5 205
Ekler 1.f Senaryo 6 212
Ekler 1.g Senaryo 7 219
Ekler 1.h Senaryo 8 226
Ekler 1.i Senaryo 9 233
Ekler 1.j Senaryo 10 240

EK 2. Gerçek sisteme ait ve tezgah gruplarının yükünü gösteren grafikler 247

EK 3.a. Tezgahlara ait işlem süreleri grafikleri (15 kalıp) 254

EK 3.b. Tezgahlara ait işlem sürelerinin MICROSTA istatistik paketi ile analizi 264

EK 4. Senaryolara ait istatistiki analizler grafikler 274

a. Senaryolarla ilgili üretilen parça ile kalıp tipi arasındaki ilişkiyi gösteren grafikler 274

b. Senaryolarla ilgili sistemdeki ortalama zaman ile kalıp tipi arasındaki ilişkiyi gösteren grafikler 284

c. Senaryolara ilgili kalıpların sistemde harcadığı zaman ile benzetim süresi arasındaki ilişkiyi gösteren grafikler 294

d. Senaryolarla ilgili tezgahlara ait ortalama kuyruklar ile tezgahlar arasındaki karşılaştırmayı gösteren grafikler 304

e. Senaryolarla ilgili tezgahlara ait ortalama verimlilikler ile tezgahlar arasındaki karşılaştırmayı gösteren grafikler 314

f. Senaryolara ait tezgahlardaki işlem hacimleri ile tezgahlar arasındaki karşılaştırmayı gösteren grafikler 324

KULLANILAN PAKET PROGRAMLAR 334

ÖZGEÇMİŞ 335

ŞEKİL LİSTESİ :

Şekil : 1.1.a. Atelye tipi üretimin genel üretim olgusundaki yeri 3

Şekil : 1.1.b. Üretim zinciri şekli ile üretim adedi arasındaki ilişki 5

Şekil : 1.1.c. İmalat sistemlerinin seçimini ve stratejilerini belirleyen ve üretim hacmi ile parça çeşitliliği arasındaki ilişki 6

Şekil : 1.2. Atelye tipi üretimin genel yapısı 8

Şekil : 1.3. Akış tipi üretimin genel yapısı 10

Şekil : 1.4.a. Montaj hattı sisteminin genel yapısı .. 11

Şekil : 1.4.b. Tek istasyon (Otomat : Bir veya birden fazla birbirine kenetli tezgah) üretim sistemi 12

Şekil : 1.4.c. Üretim tiplerinin esneklik ve üretim miktarı açısından değerlendirilmeleri 13

Şekil : 1.5. Esnek imalat sistemi yapısı 14

Şekil : 2.1.a. Benzetimin diğer yöneylem araştırması teknikleri ile karşılaştırılması 18

Şekil : 2.1.b. Bilgisayar destekli problem çözüm yöntemlerinin araştırılmasındaki gelişmeler 20

Şekil : 2.3. Bir benzetim çalışmasının aşamaları 23

Şekil : 3.1. Programlama dillerinin rolü 29

Şekil : 3.1.a. Benzetim dillerinin Amerika'daki tarihsel gelişimi 31

Şekil : 3.1.b. İngiltere'de benzetim paketlerinin tarihsel gelişimi 32

Şekil : 3.2. Programlama dillerinin sınıflandırılması. 35

Şekil : 4.1.a. Tek makina üretim sistemi 44

Şekil : 4.1.b. Sistem-Model-Benzetim ilişkisi 45

Şekil : 4.1.c. Atelye tipi üretim benzetimde aşamalar. 47

Şekil : 5.1. Uzman sistemlerin doğuşu ve gelişimi 55

Şekil : 5.2. Bir uzman sistemin geliştirilmesi 56

Şekil : 5.6. Bir uzman sistemin genel özellikleri 62

Şekil : 5.7. Bir uzman sistemi klasik programdan ayıran karekteristik özellikler 64

Şekil : 5.8. Bir uzman sistemin kurulmasında rol oynayan elemanlar 67

Şekil : 5.9. Bir uzman sistem yapısı 69

Şekil : 6.1.a. Klasik benzetim yaklaşımı 72

Şekil : 6.1.b. Benzetim üretici ve uzman sistem 75

Şekil : 6.1.c. Uzman sistem yapısı 76

Şekil : 6.2. Otomatik problem spesifikasyonuna ait üç yaklaşım 77

Şekil : 6.3. Otomatik benzetim yazılımına ait iki yaklaşım 82

Şekil : 6.5.2. KMBL yapısı 89

Şekil : 6.5.3.a. Uzman üretim benzetim sistemi 91

Şekil : 6.5.3.b. Bir üreticin geliştirilmesindeki genel adımlar 92

Şekil : 6.5.3.c. Üreteç ile veri dosyası kullanımı ... 94

Şekil : 6.5.3.d. Sistem tanımı 95

Şekil : 6.5.4.a. MOSES imalat organizasyonu 97

Şekil : 6.5.4.b. MOSES dört fonksiyon arasındaki ilişkiler 98

Şekil : 6.5.6. PPS' nin sistematik diyagramı 100

Şekil : 7.3. SIMAN benzetim dili organizasyonu 104

Şekil : 7.5. SIMAN' da özalanlar ve değişkenler 108

Şekil : 8.2. Atelyenin genel yerleşim düzeni 120

Şekil : 8.11. Senaryoların karşılaştırlması 146

ÖZET

Günümüzde benzetim artık imalat sistemleri ile ilgili tüm sorunların çözümlenmesinde karar vericiye yardımcı olan tekniklerinin başında gelmektedir. Bu tezin konusu ülkemizin önde gelen kuruluşlarından biri olan SIMKO A.Ş. kalıphane atelyesinde yapılan bir benzetim çalışmasıyla ilgilidir. Bu çalışmada ilk önce sistemle sistemle ilgili ve sistem performansını en iyi temsil eden verilerin toplanmasına çalışılmıştır. Verilerin elde etme güçlüğü ve güvenirliği önemli bir problem yaratmıştır. Elde edilen veriler düzenlenmiş ve kurulacak model üzerinde kullanılacak şekilde bir formata sokulmuştur. Daha güvenilir veri elde etmek amacıyla geçici bir süre sistem incelenmiştir. İncelenen bu süre zarfında sistemdeki 15 kalıp incelenmiş ve elde edilen veriler analiz edilmiş ve gerekli istatistiksel analizler yapılmıştır. Kullanıcıya sağladığı avantaşlarından dolayı SIMAN benzetim dili seçilmiş ve model bu dille kodlanmıştır. Modelin kurulmasından sonra model çalıştırılmış ve elde edilen sonuçlar ile gerçek sistemden elde edilen sonuçlar karşılaştırılmış modelin geçerliliği sağlanmıştır. Daha sonra model üzerinde yatırım stratejileri denenmiş ve elde edilen sonuçlar değerlendirilip en uygun strateji bulunmuştur. Alternatifler mevcut sistemdeki tezgahların sayılarının değişik kombinasyonlarının model üzerinde denenmesiyle ilgilidir. Kullanılan benzetim dili sayesinde kullanıcı, alternatifleri sadece deneysel dosyadaki verileri değiştirerek inceleyebilmektedir. Bu da kullanıcıya büyük kolaylık sağlamaktadır. Model kurma aşamasında karşılaşılan en büyük güçlüklerden biri SIMAN benzetim dilinin bize verdiği sınırlı hafızadır. Çünkü benzetim çalışması boyunca elde edilen tüm veriler dosyalara kaydedilir. Bu dosyalara kaydettiğimiz verilerin büyüklüğünü bu hafıza sınırlamaktadır. Modelde kullandığımız ve sistemde dolaşan varlıkların özelliklerini temsil eden özalanlarda hafızada önemli bir yer tutmaktadır.

SUMMARY

Simulation of a mold production facility in SIMKO

A simulation model seeks to "duplicate" the behavior of the system under investigation by studying the interactions among its components. Simulation must be treated as a statistical experiment. Unlike the mathematical models the output of the model represents a long-run steady-state behavior, the results obtained from running a simulation model are observations that are subject to experimental error.

A simulation experiment differs from the regular laboratory experiment in that it can be conducted totally on the computer systems. By expressing the interactions among the components of the system as mathematical relations ships. We are able to gather the necessary information in very much the same way as if we were observing the real-life system (subject, of course to the simlifications built into model).

The nature of simulation thus allows greater flexibility in representing complex systems that are normally difficult to analyze by standard mathematical models. Although simulation is a flexible technique, both time consuming and costly, particularly when one is trying to optimize the simulated system.

Simulation has been used to analyze problems of two distinct types ;

1. Theoretical problems in basic science areas such as mathematics, physics, an chemistry.

2. Practical problems in all aspects of real life.

The technique used to solve the theoretical problems cited may be considered a forerunner of simulation in its present-day usage. Its called the Monte Carlo method and is based on the general idea of using sampling to estimate a desired result.

Simulation like the Monte Carlo method and is based on estimating the output of a system through sampling. In this respect , many ideas , that were developed in conjunction with Monte Carlo are being using directly in the application of simulation.

The presents success of simulation in modeling very complex systems rests squarely on the impressive advances in the capabilities and power of the digital computer. It's unimaginable to think that simulation could have reached any degree of success without the computer.

System models are developed to analyze the behavior of systems as a function of time. From that stand point, there are two types of simulation.

1. Discrete simulation.

2. Continuous simulation.

In discrete simulation, the simulated system is looked at only at selected points in time, whereas in continuous simulations the system is monitored at every point in time.

In a typical simulation model, we view the system as comprising entities or transactions that, at any point in time during the simulation, may either be in service or waiting for service. To process waiting entities in desired order, a simulation language must provide automatic means for storing and retrieving these entities whenever needed by utilizing files or ordered lists. Available discrete simulation languages can be categorized into four groups ;

1. Event scheduling.

2. Activity scanning.

3. Process.

4. Combination of both process and event scheduling.

The most flexible languages are those based on event scheduling and activity scanning. Flexibility , here implies that the language can readily model any complex situation. This flexibility, however, implies that the user must expand additional effort in development of the model.

The subject of this master thesis is related to the simulation of a mold production facility in SIMKO producing telecominiquation devices and being one of the biggest company in TURKEY. In this simulation study, As the simulation language, SIMAN has been used to build the model representing real mold production facility. A SIMAN simulation is divided into three distinct activities ; system model development, experimental frame development and data a analysis. Within these three activities,the

SIMAN software consists of five individual processors which interact through four data files ;

1. The model processor is used to construct a block diagram model. The data file that is generated is called the model file.

2. The experiment processor is used to define the experimental frame for the system model. The data file that is generated is called the experiment file.

3. The link processor combines the model file and the experiment file to produce the program file.

4. The program file is input to the run processor which executes the simulation runs and writes the results on the output file. If the system model includes an event or continuous model, the user-written FORTRAN subroutines are linked to the run processor before the simulations runs are executed.

5. The output processor is used to analyze, format and display the data contained in the output file.

By using SIMAN simulation language, alternative designs which are related the real system can be made by changing parameters in the experiment file without changing the model file. this important feature of SIMAN provides the user to build model easily.

After selecting simulation language to be used, datas which are related to the real system were collected so that the model of the system could be built as required.

After building of model , alternative designs were performed on model I built , the results of model were analyzed to find what alternative design satisfied our system and the best design was determined by using SIMAN output processors. The best investment strategy which made optimum the numbers of machines in the real system were found as the result of this simulation study and presented the managers who manage the facility. The memory limit of SIMAN was so important during the study. Because SIMAN gives 64 KB memory to record datum obtaining from model during model executing. If it is exceeded this value, SIMAN processor will give error. So we must use this memory effectively. In the same time, this memory limit determined the numbers of workpieces existing in the model at any specified time point while the model was being runned.

In this simulation study, the memory problem which was expressed above, was a important problem for me. This problem was eliminated by simplifying model of the system.

GİRİŞ

Gerçek boyutları üzerinde incelenmeleri mümkün olmayan sistemlerin benzetim teknikleri yardımıyla modelleri kurulup incelenebilir. Benzetim üretim sistemlerinde matematiksel yöntemlerle çözümü mümkün olmayan problemlerin çözümünde başarıyla kullanılabilir. Mevcut bir üretim sisteminin organizasyon yönüyle iyileştirilmesinde veya yeni kurulacak bir üretim sisteminin planlanmasında benzetim giderek yaygınlaşan bir şekilde kullanılmaktadır. İncelenecek sistemin bilgisayarda kurulan modeli üzerinde ele alınması ile iş akışında sıralama kuralları, parti bölme, parti paralel işlemi, grup teknolojisi, kapasiteye göre iş yükleme, kanban, montaj hatları, esnek üretim sistemleri ve malzeme iletim sistemlerinde çeşitli çalışma şartlarını incelenmektedir. Stokastik karekterde olan bu benzetim çalışmalarının yanında fabrikaların ürün planlama, konstrüksiyon ve iş hazırlığı şubelerinde deterministik karekterde benzetim çalışmaları görülmektedir. Günümüzde bir çok işletmede benzetim teknikleri başarıyla uygulanmaktadır. Benzetim teknikleri yardımıyla işletmenin performansı ile ilgili incelemeler yapılabilmekte ve gerçeğe en yakın bilgiler elde edilebilmektedir. Bu gelişmeler artık günümüzde benzetimin işletme yönetiminde önemli bir yeri olduğunu göstermektedir. Ülkemizde ise genellikle benzetim büyük ölçekli şirketlerde kullanılmaktadır ama yetişmiş eleman yokluğu her zaman büyük problem olmuştur.

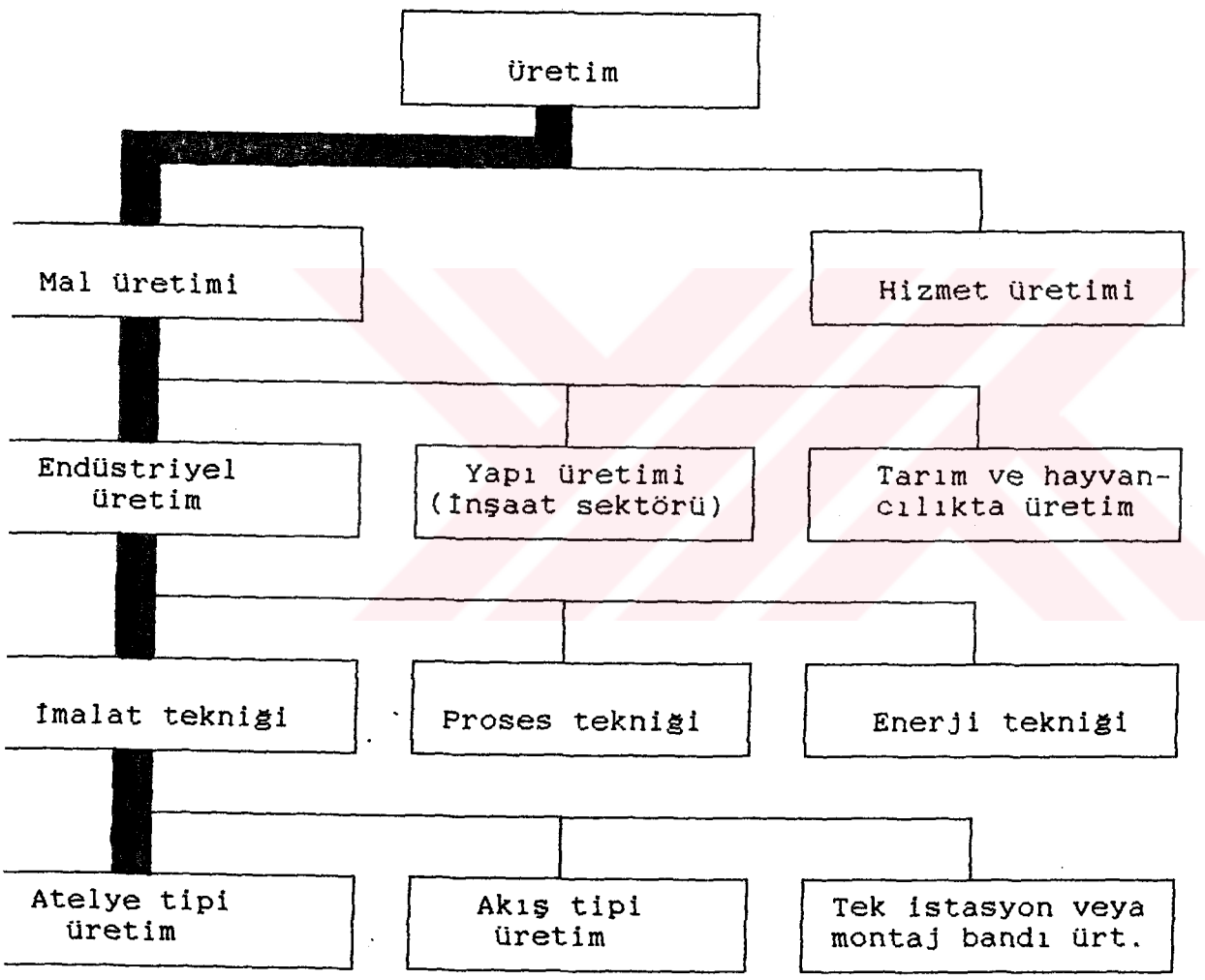
BÖLÜM 1

1. Üretim sistemleri :

1.1. Giriş :

Üretimle, insanın ihtiyaçlarını karşılayan, tatmin eden mal ve hizmetler meydana getirilmektedir (Şekil :1.1.a) atelye tipi üretimin genel üretim içindeki yerini göstermektedir. Üretim, mal ve hizmet üretimi olmak üzere ikiye ayrılır.Hizmet üretimi belediyelerin, okulların, hastahanelerin vb.. üretimidir. Mal üretimi ise endüstriyel üretim, yapı üretimi,tarım ve hayvancılıkta üretim şeklinde üçe ayrılmaktadır. Bunlardan endüstriyel üretim uygulanan tekniğe göre imalat, proses ve enerji teknikleri olarak ele alınabilir. İmalat tekniği geometrik belirgin şekildeki ürünlerin elde edildiği teknikleri içerir : Otomobil, kalem, mobilya, pompa vb.. Proses tekniğinde ise geometrik belirgin şekli olmayan girdikleri kabın şeklini alan ürünlerin elde edildiği teknikler görülür : Petro kimya ürünleri, gıda sanayi, sabun, çimento vb.. Enerji tekniğinde ise her türlü enerji kaynağının (elektrik, kömür, buhar, su vb..) elde edilmesi ve kullanıcıya sunulması işlemlerini içermektedir. İmalat tekniği üretim zincirinin yapısına diğer bir deyişle imalat adedine göre atelye tipi üretim, akış tipi üretim ve tek istasyon veya montaj bandı üretimi şeklinde üç grupta toplanabilir.

Aşağıda, atelye tipi üretim, montaj tipi üretim, esnek



il : 1.1.a Atelye tipi üretimin genel üretim olgusundaki yeri

imalat sistemleri, malzeme iletim sistemleri, otomatik üretim sistemleri ve akış tipi üretim hakkında bilgiler verilmektedir. Şekil :1.1.b 'de üretim adedi ile üretim zinciri şekli arasındaki ilişki gösterilmektedir.Şekil: 1.1.c ise imalat sistemlerinin seçimini ve stratejilerini belirleyen ve üretim hacmi ile parça çeşitliliği arasındaki ilişkiyi göstermektedir) [1].

Üretim sistemleri üretim özelliği dikkate alındığında üç sınıfa ayrılır :

1. Kesikli üretim sistemieri : Sistemdeki değişikliklerin kesikli olarak meydana geldiği sistemler. Örneğin, bir fabrikada bir parça zamanın herhangi bir noktasında sisteme girer ve herhangi bir noktasında işlenir vb...Otomobil, metal eşya gibi üretimler kesikli üretime örnektedirler.

2. Sürekli üretim sistemleri : Sistemdeki değişikliklerin sürekli olduğu sistemlerdir. Örneğin, çimento, petrokimya, vb.. örnek olarak verilebilir.

3. Karışık üretim sistemleri : Sistemde meydana değişikliklerin hem sürekli hem de kesikli olduğu üretim sistemleridir.

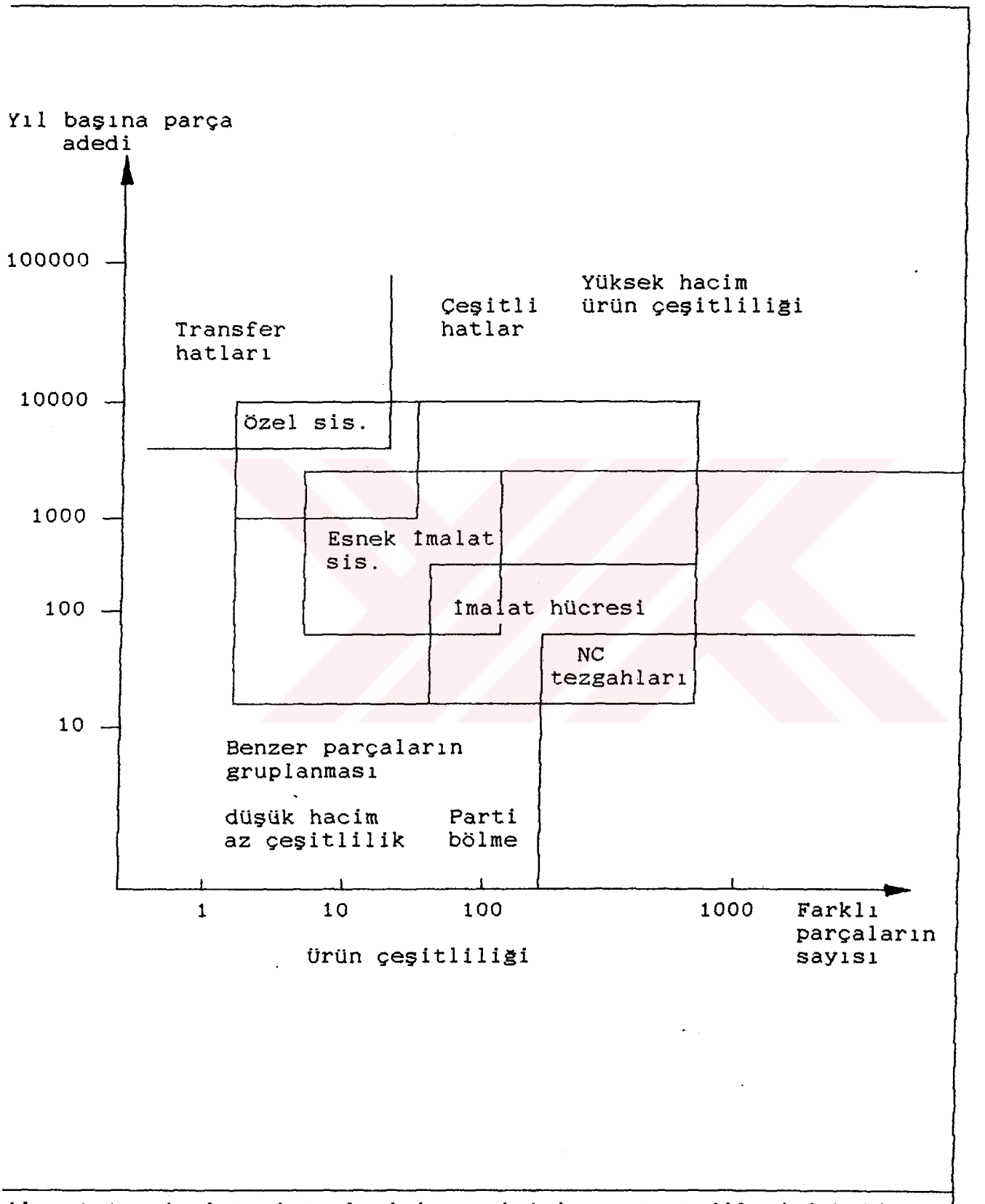
1.2. Atelye tipi üretim :

Atelye tipi üretimde çok amaçlı işleme makinalarının birbirinden çok farklı iş parçalarını tek veya küçük seriler halinde işledikleri görülür. Takım tezgahı, mobilya, buhar kazanı, jeneratör atelye tipi üretimin tipik ürünlerindendir.

	Üretim zinciri şekli		
Üretim Adedi	Atelye tipi üretim	Akış tipi üretim	Montaj ve otomatik üretim
Tek	Ekonomik		
Küçük serili	a Ekonomik		
Büyük serili		Ekonomik	
Kitlesel üretim			Ekonomik

a: Esnek imalat sistemi üretimine uygun

Şekil : 1.1.b Üretim zinciri şekli ile üretim adedi arasındaki bağıntı



:il : 1.1.c İmalat sistemlerinin seçimini ve stratejilerini belirle-
ı ve üretim hacmi ile parça çeşitliliği arasındaki ilişki.

Aşağıda, atelye tipi üretimin özellikleri verilmiştir :

1. Birbirinden çok farklı ürünler elde edilir,
2. Birbirinden çok farklı parçalar işlenebilir,
3. Birbirinden çok farklı parti büyüklükleri sözkonusudur,
4. Birbirinden çok farklı işleme makinaları vardır,
5. Birbirinden çok farklı takımlar ve tertibatlar vardır,
6. Birbirinden çok farklı işleme zamanları,
7. Birbirinden çok farklı işleme sıraları,
8. Birbirinden çok farklı montaj işlemleri,
9. Birbirinden çok farklı montaj zamanları,
10. Birbirinden çok farklı .....

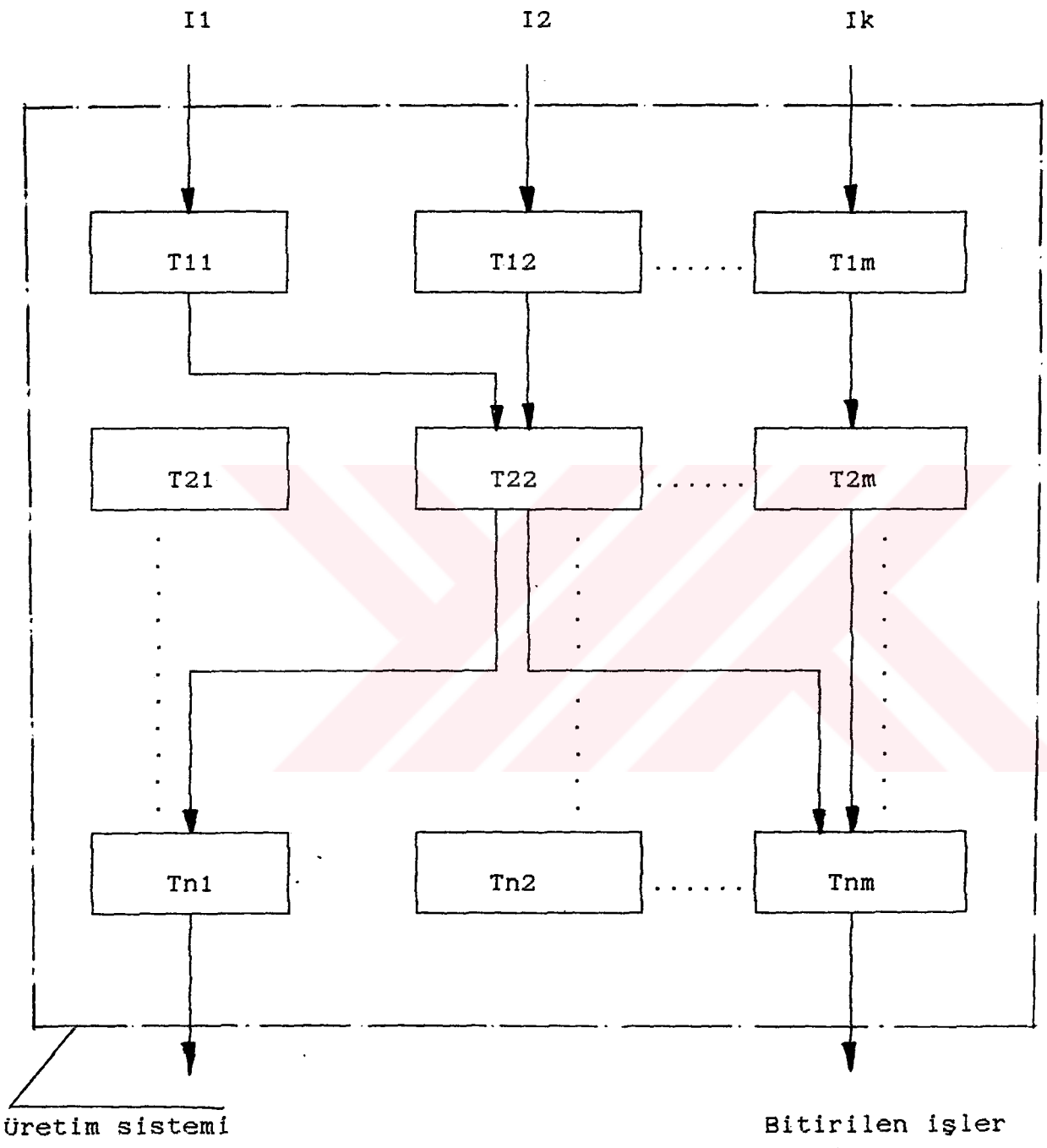
Şekil : 1.2 'de atelye tipi üretimin genel yapısını göstermektedir.

1.3. Akış tipi üretim :

Akış tipi üretim atelye tipi üretimde elde edilen ürünün seri olarak yapılması amaçlandığında ortaya çıkar.

Akış tipi üretimin özellikleri :

1. Birbirine benzer üretimler elde edilir,
2. Birbirine benzer parçalar işlenir,
3. Birbirine benzer takım ve tertibatlar,
4. Birbirine benzer işleme zamanları,
5. Birbirine benzer işleme sıraları,
6. Birbirine benzer montaj işlemleri,
7. Birbirine benzer montaj zamanları,
8. Birbirine benzer .....



Iij : Gelen işler

Tij : Tezgahlar

ekil : 1.2 Atelye tipi üretimin genel yapısı

Şekil : 1.3 Akış tipi üretimin genel yapısını göstermektedir.

1.4. Montaj tipi (kitlesel) üretim :

Montaj hatlarında büyük serili ve kitlesel üretim yapılır. Tek tip üretim için düzenlenmiş üretim sistemleridir. Başka ürünlere geçiş olamaz. Ancak aynı üründe bazı model değişiklikleri olabilir.

Şekil : 1.4.a Montaj tipi üretimin genel yapısını göstermektedir.

Şekil : 1.4.b Tek istasyon üretim sistemini göstermektedir.

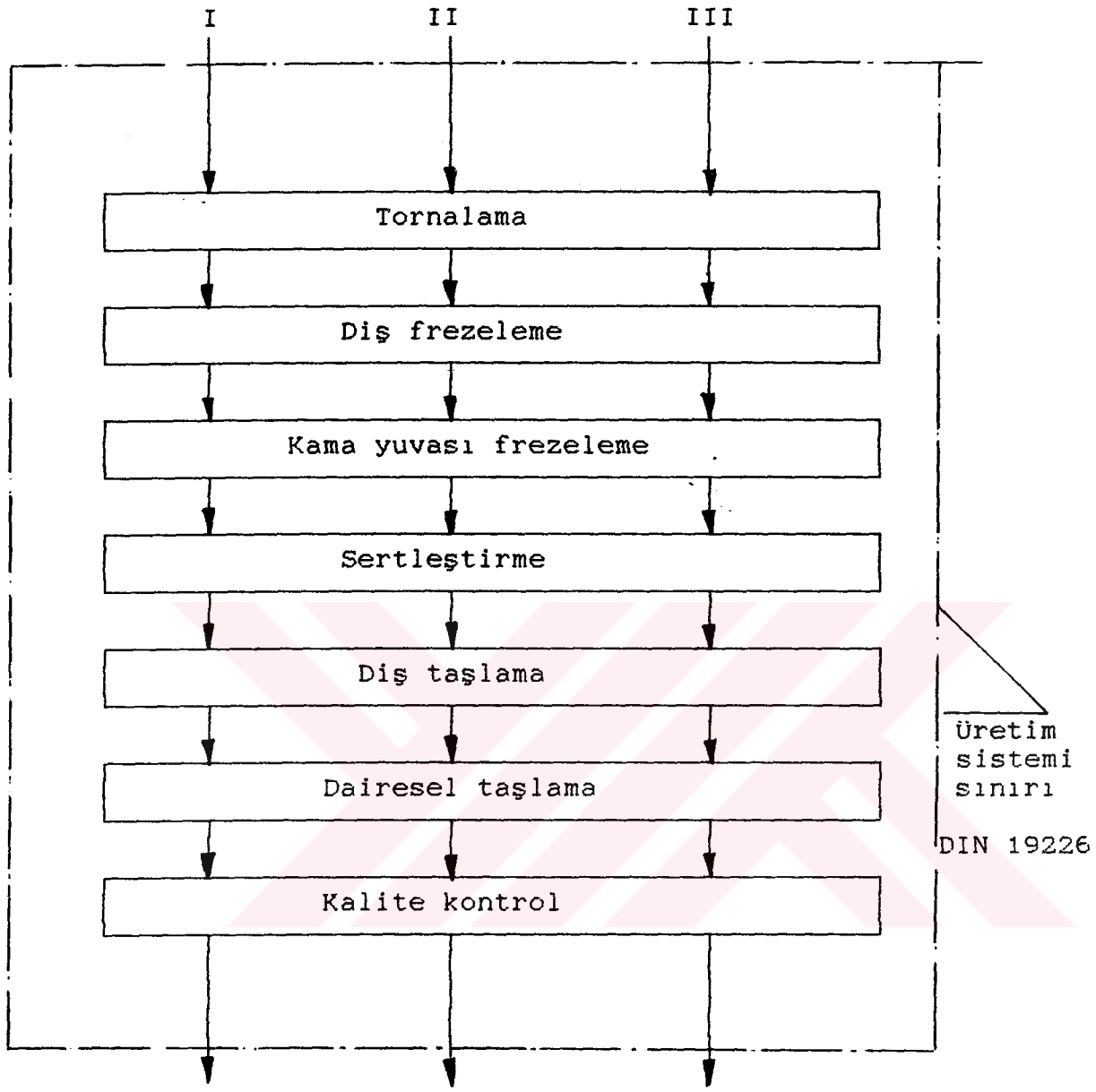
Şekil : 1.4.c Üretim tiplerinin esneklik ve üretim miktarı açısından değerlendirilmeleri [2].

1.5. Esnek İmalat Sistemleri :

Atelye tipi üretimin çok yönlülüğü esnekliği ile transfer hatlarının otomatikliği birleştirilmiştir. Birbirinden çok farklı iş parçaları çok farklı üretim adetlerinde elde edilebilirler. Esnek imalat sistemlerinde bilgisayar kontrolünde takım tezgahları, ara depolama üniteleri, iş parçası transport sistemleri ve takım hazneleri yer almaktadır.
Şekil : 1.5 Bir esnek imalat sisteminin genel yapısını göstermektedir.

1.6. Malzeme İletim Sistemleri :

Malzemenin üretim süreci içinde bir yerden diğer bir yere uygun teknik ve organizasyonla taşınması, üretimin etkinliğini önemli ölçüde artırır. Bu nedenle malzeme iletim



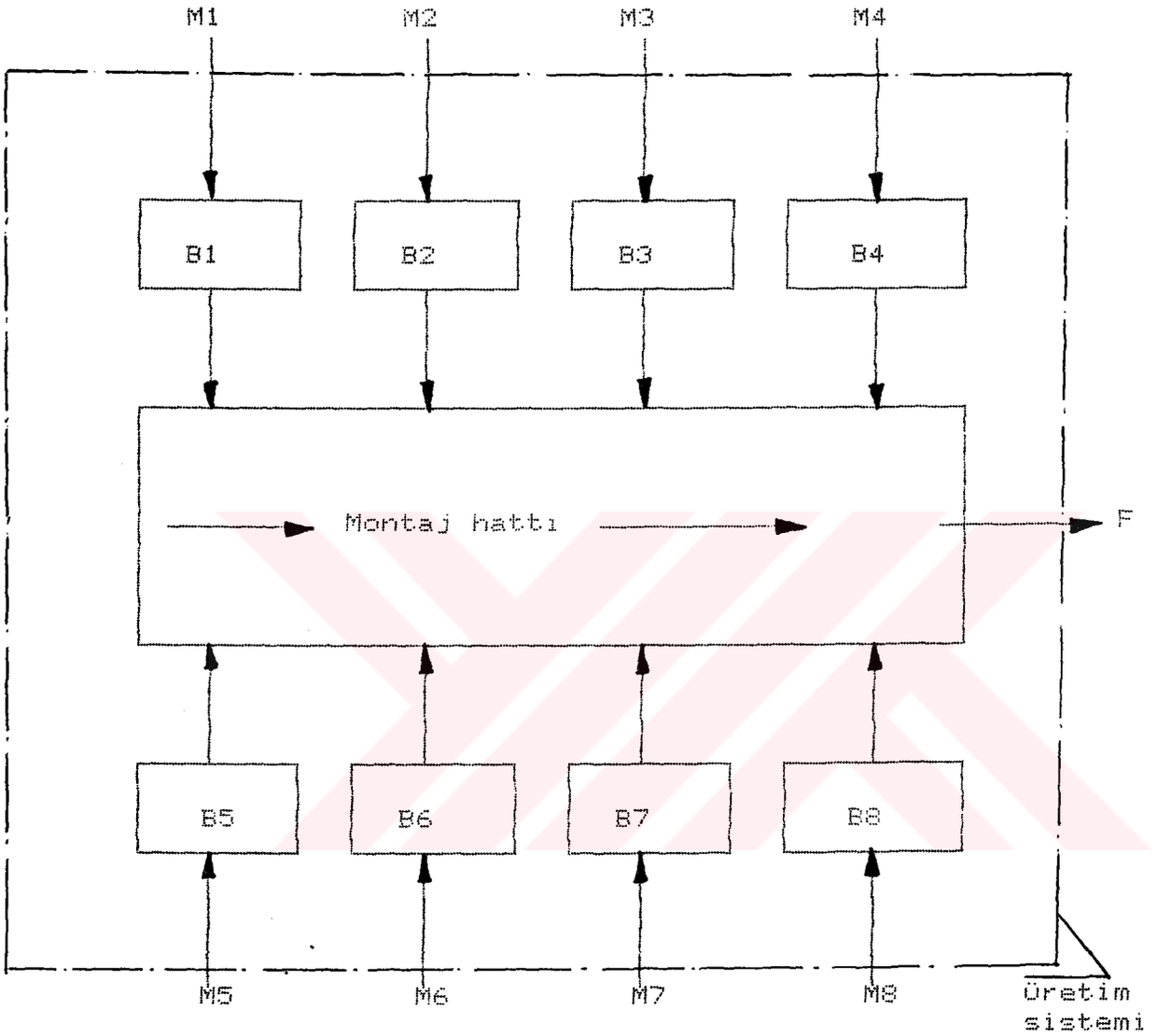
I, II, III : Benzer iş parçaları

I : Dişli çarklar

II : İş milleri

III: Yardımcı miller

Şekil : 1.3 Akış tipi üretimin genel yapısı



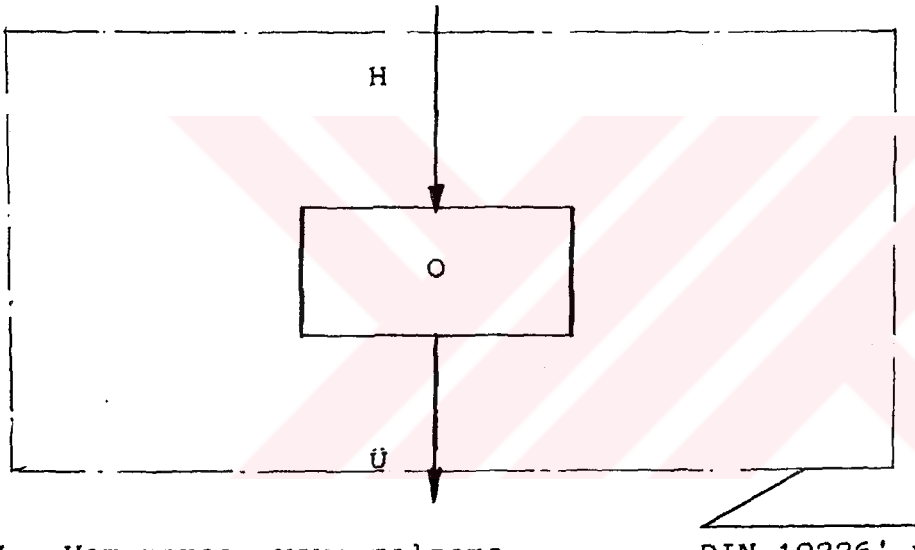
DIN 19226

Mi.....M8 : Malzeme girişleri

Bi.....B8 : İş istasyonları

F : Ürün

Şekil : 1.4.a Montaj hattı sisteminin genel yapısı



H : Ham parça veya malzeme

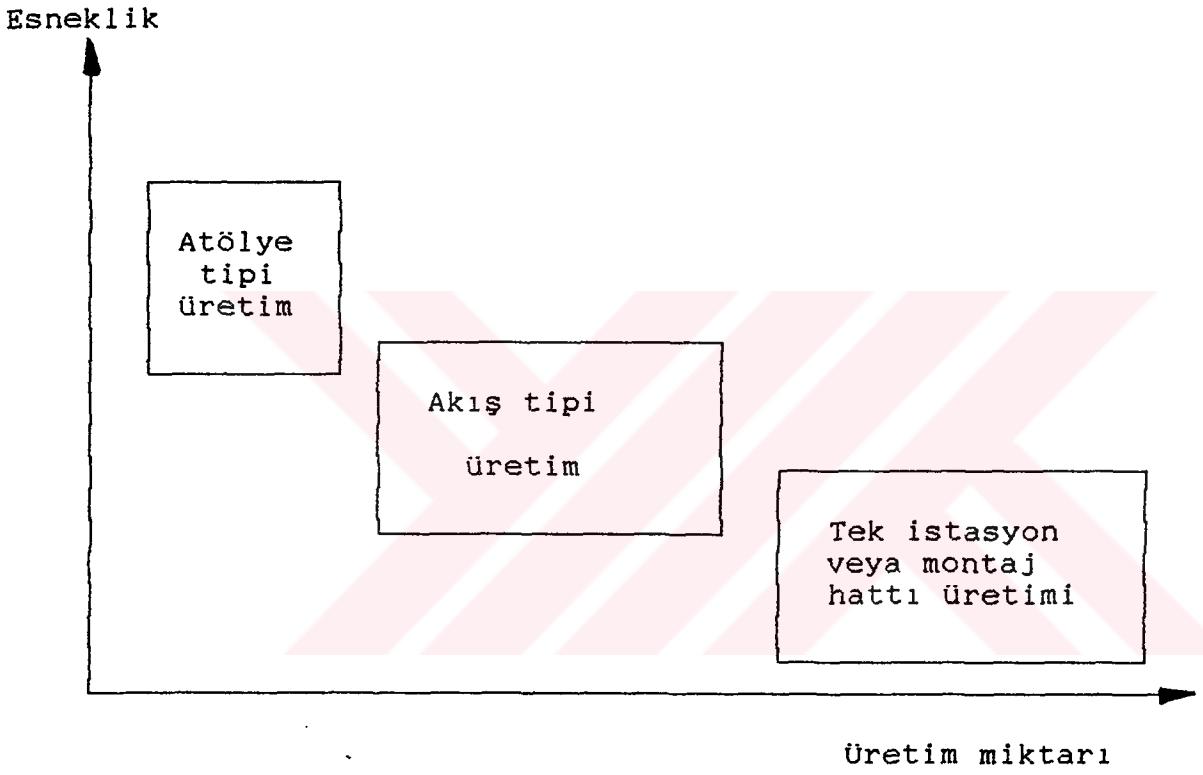
O : Otomat

Ü : Ürün (Civata, burç vb.)

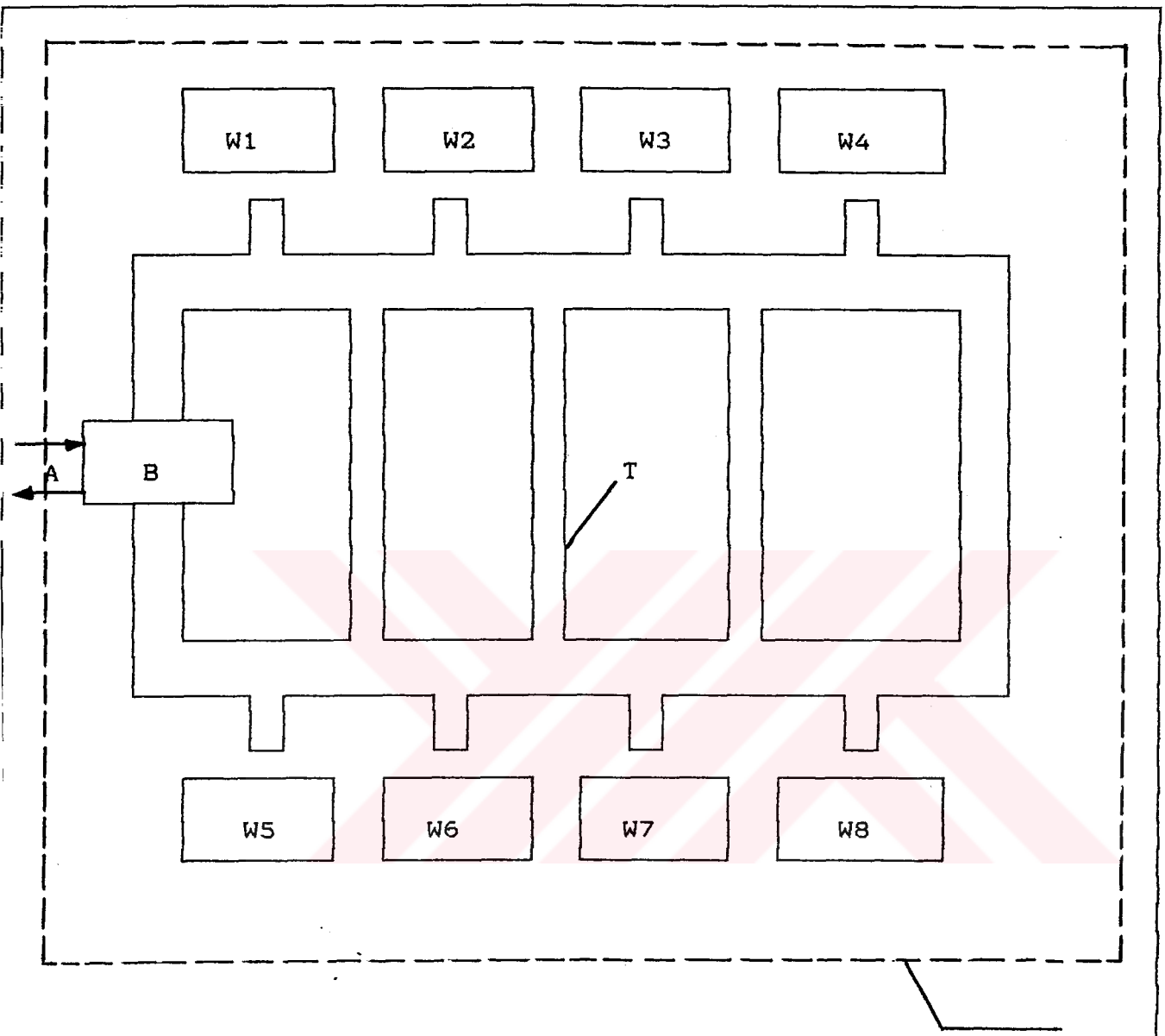
DIN 19226' ya göre

üretim sistemi sınırı

Şekil : 1.4.b Tek istasyon (Otomat : Bir veya birden fazla birbirine kenetli tezgah) üretim sistemi



ekil : 1.4.c Üretim tiplerinin esneklik ve üretim miktarı açısından değerlendirilmeleri.



A : Gelen işler

W1....W8 : İş istasyonları

B : Yükleme ve boşaltma yeri

T : İş parçası taşıma sistemi

Şekil : 1.5 Esnek üretim sistemi yapısı

sistemlerinde benzetim yoluyla çeşitli seçeneklerin sınanması diğer benzetim uygulamaları yanında oldukça eskidir. Planlanan bir transport sisteminin beklenildiği gibi çalışıp çalışmayacağı, sistemin hangi noktalarında yığılmaların olabileceği, ara depo hacimlerinin yeterli olup olamayacağı model üzerinde incelenebilir. Benzer şekilde transport hızının ve transport aracı tipi ve sayısının üretim etkinliğine katkıları benzetim yardımıyla belirlenebilir.

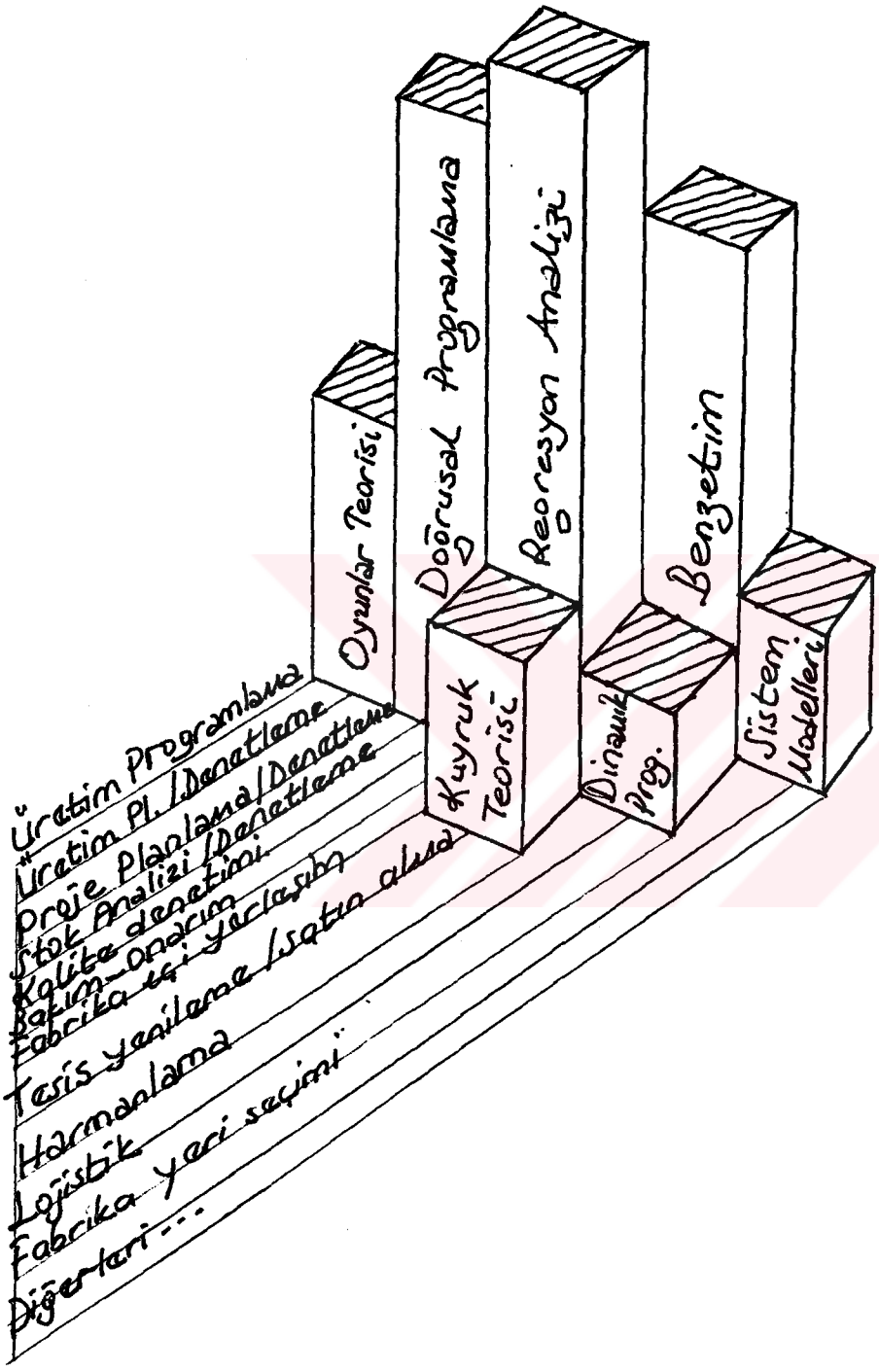
BÖLÜM 2

2. Benzetim :

2.1. Benzetim (Simulation) Nedir ? ve Niçin Kullanılır ?

Gerçek boyutları üzerinde deneysel olarak incelenemeyen sistemlerin kurulacak modelleri üzerinde incelenmelerine "benzetim" denilmektedir.En iyileme amacını güden analitik inceleme teknikleri yanında, deneysel inceleme tekniği olan benzetim özellikle üretim sistemlerinin analizinde çok kez çıkar yol olmaktadır. Benzetim gerçek dünya sisteminin davranışı hakkında bazı şeyler öğrenmek için oldukça yaygın olarak kullanılır. Benzetim çalışmalarından, sistemi temsil eden model üzerinde sistemin durumuyla ilgili parametrelerin bu model üzerinde denenmesiyle sistemin performansı ve verimliliği hakkında bilgi elde edilebilir. Bilgisayar destekli olarak yapılan benzetim çalışmaları bir çok üretim sisteminin analizinde başarıyla uygulanabilir. İş programı, montaj hatlarının dengelenmesi vb.. gibi üretim planlama ve tekniklerinin farklı uygulamalarında da benzetim başarıyla uygulanabilmektedir.Benzetim teknikleri endüstriyel alanda istenilen amaca ulaşılmasını sağlar. Bu teknikler bir ürünün planlama safhasında, imalatında meydana gelebilecek problemlerin çözülmesinde ve düşük olan performansın nedenlerinin araştırılmasında sistem analistlerine veya yöneticilerine yardımcı olur.

Benzetim teknikleri kullanılarak yapılan bu çalışmalar üretimin etkinliğini artırır ve alternatif stratejilerin geliştirilmesine de yardımcı olur. Benzetim çalışmalarının çoğunda modeli kurmak için benzetim programlama dilleri kullanılır (SIMAN, PCMODEL, SMALLTALK,GPSS , SLAM vb.. benzetim amaçlı diller mevcuttur. Bakınız benzetim dilleri.....). Bazı çalışmalarda, FORTRAN, PASCAL, C vb... gibi yüksek seviyeli programlama dilleride kullanılmaktadır. Ayrıca, İmalat simülatörleri ise özel üretim sistelerinde modelin kurulmasına yardımcı olan araçlardır (Bakınız İmalat simülatörleri.....). Özel stratejilerin test edilmesi için benzetim paket programları hazırdır. Benzetimin üretim alanında planlama ve kontrol aleti olarak kullanılmasıyla mevcut tesislerin veye yeni kurulacak tesislerin deneylerle incelenmesini sağlar. Üretimle ilgili bir çok problemin matematiksel yöntemlerle çözümü çok güç olmaktadır. Bu gibi problemlerin çözümlenmesinin tek yolu problemin deneylerle incelenmesidir. Bununla birlikte, bazı deneyler gerçek üretim sisteminin özelliklerini tam olarak temsil edemez. Bu deneyler fazla maliyetli olmamasına rağmen işletmeyi zarara ve riske sokabilir. Bu durumda benzetim teknikleri kullanılarak üretim sistemini temsil eden modelin kurulması gerçekleştirilebilir. Yöneylem araştırması tekniklerinden biri olan benzetim teknikleri diğer analitik tekniklerden (doğrusal, dinamik, tam sayılı programlama vb.) daha yaygın olarak kullanılır (Şekil : 2.1.a). İmalat alanındaki değişikliklerin ve sistemdeki karışıklıkların incelenmesi için de benzetim teknikleri kullanılabilir. Benzetim ilk kez üretim sistemlerindeki kuyruk problemlerinin çözümü için kullanılmıştır. İşlerin gecikmelerinin nedeni işyeri analiz edilerek araştırılmıştır. Benzetim teknikleri hemen hemen her türlü imalat problemlerine başarıyla uygulanabilir. Üretimle ilgili çalışmaların bir çoğunun amacı problemin anlaşılması ve genişletilmesidir. Son zamanlarda teknolojik gelişmelere paralel olarak bir imalat sisteminin tümünün benzetimle incelenmesi ve planlanması mümkün olmuştur.



Şekil : 2.1.a Benzetimin diğer Yöneylem Araştırması teknikleri ile karşılaştırılması.

(Şekil : 2.1.b Bilgisayar destekli problem çözüm yöntemlerinin araştırılmasındaki gelişmeleri göstermektedir).

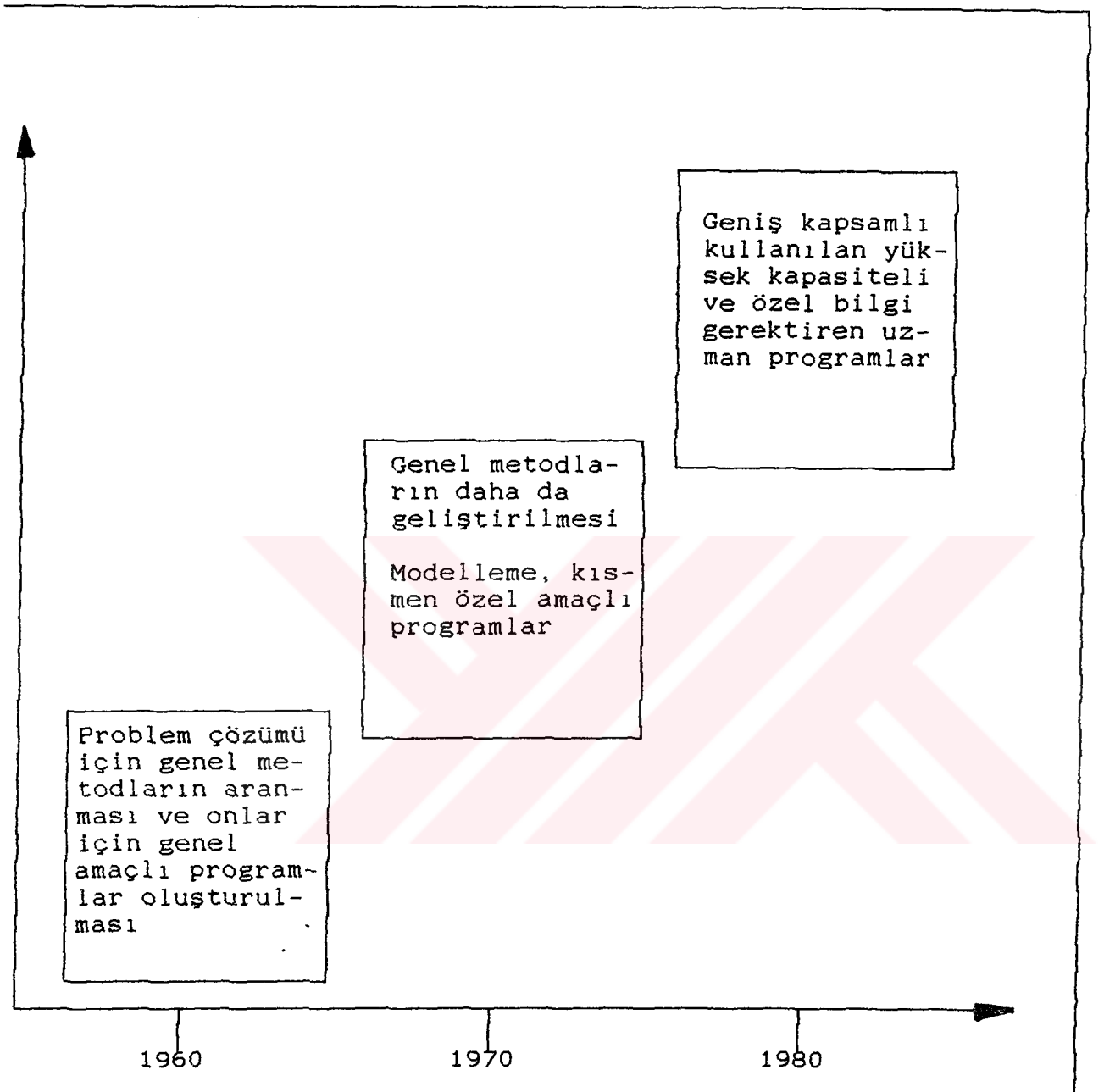
2.2. Benzetim tipleri [3] :

Benzetim modelleri, sistemlerin davranışlarını zamanın bir fonksiyonu olarak inceler. Bu bakış açısından iki tip tür benzetim vardır :

1. Kesikli benzetim.
2. Sürekli benzetim.

Kesikli benzetimde, benzetimi yapılan sisteme sadece istenilen zamanda bakılır. Fakat sürekli benzetim yönteminde sistem sürekli olarak gözaltında tutulur. Kesikli benzetim modeline verilebilecek en güzel örnek servis bekleyen insanların oluşturduğu kuyruklardır. Yeni gelen müşteri kuyruğa girer ve sırası gelinceye kadar kuyrukta bekler, bu arada kendinden sonra gelen müşterilerde onun arkasına geçer. Sırası geldiğinde kendisine verilecek olan hizmetin tamamlanmasını bekler ve daha sonra kuyruktan çıkar. Sürekli benzetim modellerine de örnek verilirse, bir kimyasal proses ve dünya nüfusunun büyümesidir. Her iki türünde amacı en etkin şekilde sistemin davranışı hakkında doğru sonuçlara ulaşabilmektir. Buradaki kıstas modellenmesi yapılan sistemin yapısıdır.

Kesikli modellerde sadece olaylar gerçekleştikçe gözlem yapılır. Kuyruğa bir müşteri girer girmez sistem gözlenir, kuyrukta bekleyen müşteri hizmet görmeye başlar başlamaz sistem tekrar gözlenir, hizmet bitip müşteri sıradan çıkarken sistem yine gözlenir ve bu tekrar edip durur. Yukarıda verilen örnekten yola çıkılarak sistemde hareket eden hiç bir şeyin olmaması halinde de gözlem yapmayı sürdürseydik bilgisayar gereksiz yere fazla kullanılacaktı. Buradan hareket ederek kesikli modellerin çalışma



ekil : 2.1.b Bilgisayar destekli problem çözüm yöntemlerinin araştırılmasındaki gelişmeler

tekniğinin bir olaydan diğerine zıplamak şeklinde gerçekleştiğini söyleyebiliriz. Kesikli benzetimde üç tür uygulama yöntemi vardır.

1. Sonraki olayı çizelgeleme.

2. Aktivite arama.

3. Proses bazlı yöntemlerdir.

2.2.1. Sonraki olayı çizelgeleme :

Sonraki olayı çizelgeleme yöntemine göre çalışan modellerde istatistiksel işlemler, örneğin bir bekleme hattı modelinde aşağıdaki gibidir :

- Bir müşteri sisteme girdiğinde.

- Bir müşteri sistemden çıktığında.

Bu tip benzetimin ana fikri, zamanı bir sonraki olay gerçekleşinceye kadar ilerletmek ve olayın cinsine göre yapılacakları yapmaktan ibarettir. Bu durumda tüm olası durumlar algoritmada göz önüne alınmalıdır.

2.2.2. Aktivite arama :

Bu yönteme göre çalışan modellerde istatistiksel işlemler, aynı modeli ele alırsak aşağıdaki aşamalarda yapılır.

- Bir müşteri sisteme girdiğinde.

- Bir servis başladığında.

- Bir servis tamamlandığında.

Aktivite arama yöntemindeki zaman ilerletme metodu, sonraki olayı çizelgelemenin zaman ilerletme metodunun tamamıyla aynısıdır. Aralarındaki fark olayları oluşturan hareketlerin gerçekleştirilme şekilleridir. Aktivite arama yönteminde hareketler, benzetimde sonraki olayı çizelgelemenin hareketlerinin aksine koşulsuzdurlar. Bütün koşullu hareketler gerçekte olabilecek sıralarına sokulmuştur.

2.2.3. Proses bazlı yaklaşım :

Proses bazlı yaklaşım diğer iki yönteme göre modeli kuran kullanıcıya daha büyük kolaylık sağlamaktadır. Daha önce bahsedilen örnek sistemi birde bu yöntemle modelleyecek olursak sistem elemanlarını aşağıdaki gibi ifade edebiliriz :

1. Bir kaynak : Gelen müşterilerin üretilmesi için.

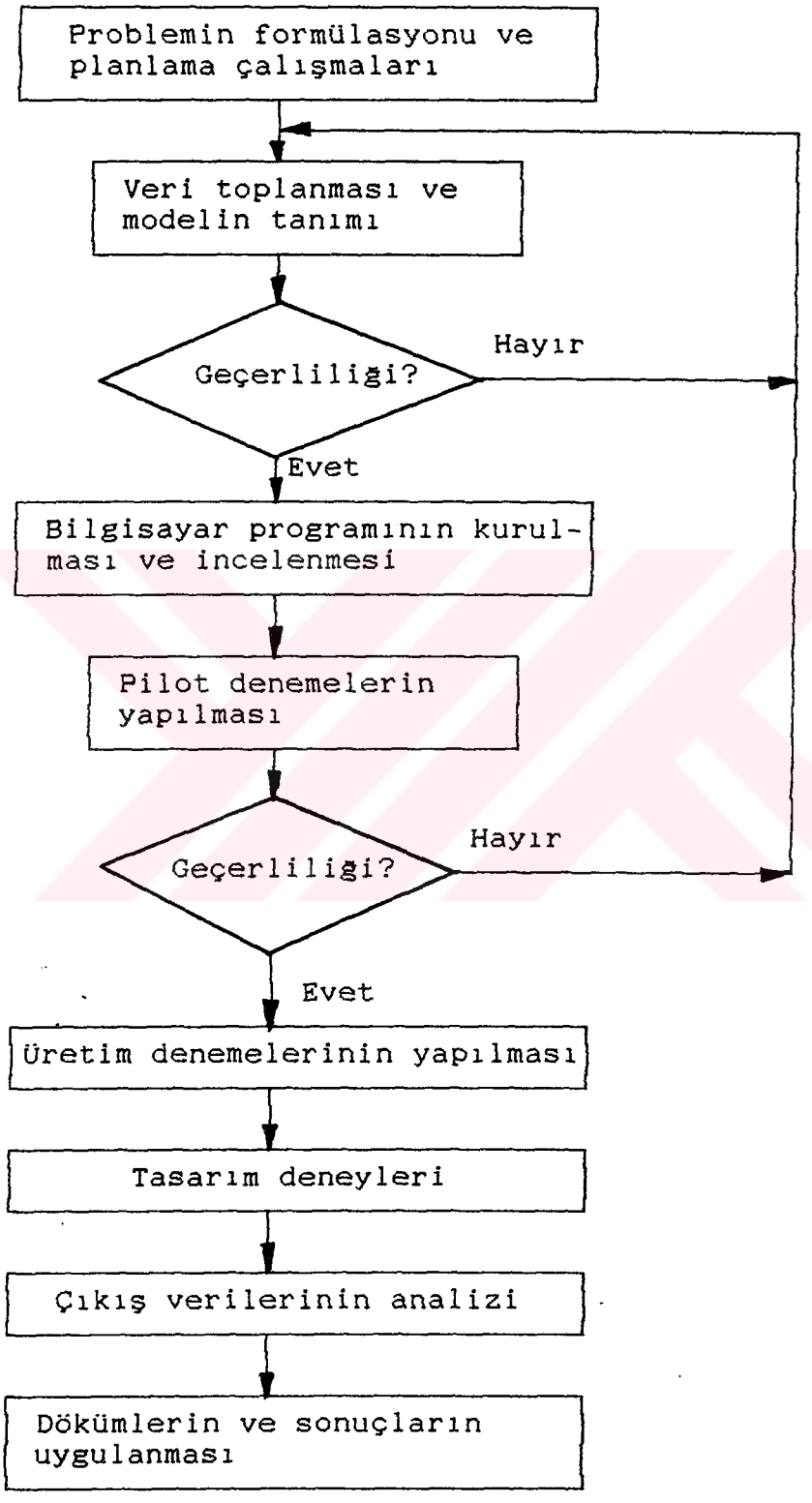
2. Bir kuyruk : Bekleyen müşterilerin yer alması için.

3. Bir hizmet birimi : Hizmet gören müşteriler için.

Yukarıda adı geçen işlemci yaklaşık olarak sonraki olayı çizelgelemenin yöntemini otomatik olarak içeriden kullanır. Sisteme kaynaktan giren varlıkların ve hizmet birimi terkeden varlıkların kronolojik bir listesini tutar.

2.3. Benzetim çalışmasının aşamaları :

(Şekil : 2.3) benzetim çalışmasının adımlarını ve adımlar arasındaki ilişkileri göstermektedir. Her bir benzetim adımının yanında o adımla ilgili bir açıklama yer almaktadır. Bu adımların hepsi bir benzetim çalışması için gerekli olmayabilir. Bazı çalışmalarda da bu adımlardan başka adımlar kullanılabilir. Ayrıca, benzetim



Şekil : 2.3 Bir benzetim çalışmasının aşamaları

çalışması basit ve sıradan bir işlem değildir. Aşağıda bir benzetim çalışmasını meydana getiren aşamaların izahı verilmiştir :

1. Problemin formüle edilmesi ve çalışmanın planlanması

a. Çalışma amaçlarının tam olarak belirlenmesi

b. Alternatif sistem tasarımlarının karşılaştırılması için kriterler açıkca izah edilmelidir.

c. Çalışmada, her bir görüş için harcanan zaman ve maliyet.

2. Veri toplanması ve modelin tanımı :

a. Eğer sistem var ise sistemle ilgili veri toplanabilir.

Giriş parametreleri acıkça izah edilmeli ve olasılık dağılımları doğru olarak hesaplanmalıdır.

Örnek : Tezgahlardaki işlem süreleri dağılımı, makina tamir zamanlarının dağılımı vb...

b. Eğer sistem yok ise geçerli bir modelin yardımıyla sistem performansı ile ilgili çalışmalar yapılabilir.

c. Modelin ayrıntıları istenilen hassasiyette olmalı ve çalışmanın amaçlarına uygun olmalıdır.

3. İlk iki aşamadaki verilerin geçerliliği :

a. Modelin kurulması sırasında (makina operatörleri, işçiler, ustabaşılar vb..) sistemin operasyonları ile ilgili olarak gerçek bilgileri vermeyebilirler.

b. Analistler bazı kararların verilmesinde karar

verici üzerinde etkili olabilir.

4. Bilgisayar programının yapılması ve geçerliliği

a. Benzetim dillerinin veya genel amaçlı dillerin hangisinin kullanılacağına karar verilmesi

b. Taslağın çizilmesi, sistemin animasyonu ve modelin onaylanarak kullanılması.

5. Ön denemelerin yapılması

Adım 6' daki analiz için yapılan denemeler.

6. Bilgisayar programıyla yapılan ön denemelerin geçerliliği :

a. İlk yapılan deneyler, sistemin giriş parametrelerinde küçük değişiklikler yaparak model çıktısının test edilmesi ve modelin hassasiyetini kontrol etmek amacıyla yapılır.

b. Mevcut olan sistemden elde edilen çıkış verileriyle aynı sistem için ilk yapılan deneylerden elde edilen sonuçlar karşılaştırılır.

7. Tasarım deneyleri :

a. Sistem tasarımları net bir şekilde açıklanarak simüle edilebilir.

b. Her bir alternatif için bağımsız sayıda benzetim çalışması yapılabilir.

c. Her bir benzetim çalışması için başlangıç koşulları belirlenmelidir (Her bir makinanın başlangıçtaki durumu, işçiler vb..).

8. Üretim deneylerinin yapılması :

Adım 7' deki çalışmalar yapılır.

9. Deney çıktılarının elde edilmesi ve verilerin analiz edilmesi. Özel sistem tasarımı için performans ölçülerinin hesaplanması.

10. Dökümlerin ve sonuçların uygulanması

a. Modelden elde edilen dökümanların uygulanmasında bilgisayar programının kullanılması.

b. Benzetim çalışmasının sonuçları değerlendirilip gerçek sisteme uygulanır.

BÖLÜM 3

3. Benzetim dilleri :

3.1. Giriş :

Benzetim dillerinin gelişmesi genelde programlama dillerinin gelişmesi paralelinde olmuştur. Burada 5 generasyon kendisini göstermektedir [4] :

1. Nesil : 01 kodlama ile benzetim
(1955'ler öncesi dönem)

2. Nesil : ASSEMBLER dilleri ile benzetim
(1960'lar öncesi dönem)

3. Nesil : Genel programlama dilleri ile benzetim
(ALGOL, FORTRAN vs.)
(1965'ler öncesi dönem)

4. Nesil : Özel programlama dilleri ile benzetim
(GPSS, SIMSCRIPT, GASP vs.)
(1965'lerden sonra)

5. Nesil : Yapay zeka paketleri ile benzetim
(Aslında prensip olarak uzun zamandır mevcut, fakat PC'lerin gelişmesi sonunda özellikle 1985'lerden sonra ilginin odak noktası olmuştur).

Şekil : 3.1 [7] Programlama dillerinin rolünü göstermektedir.

Genel amaçlı benzetim dilleri üç sınıfa ayrılır [6] :

1. Kesikli benzetim dilleri

2. Sürekli benzetim dilleri

3. Birleştirilmiş benzetim dilleri

Bir benzetim çalışmasının en önemli safhalardan biri model kurma aşamasıdır. Benzetimci, modeli kurmak için kullanacağı dört farklı yol vardır. Bunlar :

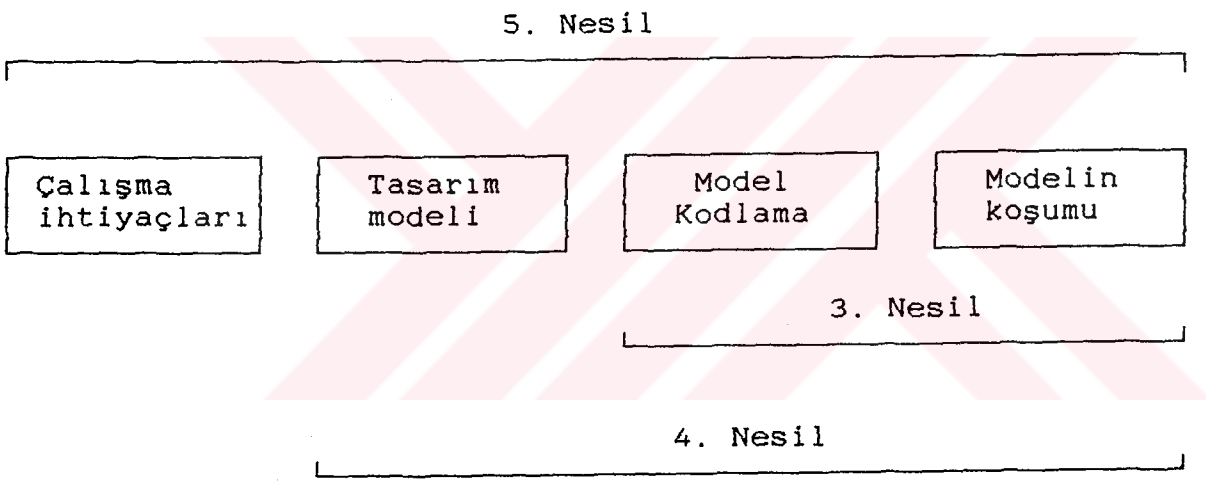
1. Modelci FORTRAN, C, PASCAL vb.. genel amaçlı bilgisayar dillerini kullanarak kendi programını yazabilir.

2. Bir benzetim paketi satın almak ve model onun yardımıyla modeli kurmak.

3. Daha önce yazılmış generik bir model elde etmek ve onu kullanmak.

4. Bu çalışmayı sizin için yapacak bir danışmanlık firmasına başvurmak.

Yukarıdaki seçenekler arasından seçim yapmak oldukça önemlidir. Bazı firmalar yöneylem araştırması ve hatta benzetim konusunda uzman kişilere sahiptir. Özellikle küçük ve orta çaptaki işletmelerde yetişmiş eleman bulma güçlüğü vb.. yüzünden firmalar genellikle 2 ve 3'üncü seçeneği seçeceklerdir. Tüm benzetim paketleri benzer fonksiyonlara sahiptir. Aşağıda, benzetim dillerinin avantajları ve dezavantajları açıklanmıştır :



Şekil : 3.1 Programlama dillerinin rolü

3.1.1. Avantajları :

1. Benzetim amacıyla kullanılmak üzere yazılmış son derece güçlü bir alettir.

2. Modelciye harcadığı zamanının çoğunu bilgisayar prog ramına değil, modellenecek sistemin mantığı üzerine yoğunlaştırmasına olanak verir.

3. Çalışma için gereken tecrübe ve programlama çabasını sağlar.

4. Modelciye modeli genel amaçlı bilgisayar dillerinden daha hızlı oluşturma fırsatını verir.

5. Kullanımı benzetim uzmanları için çok daha uygundur.

3.1.2. Dezavantajları :

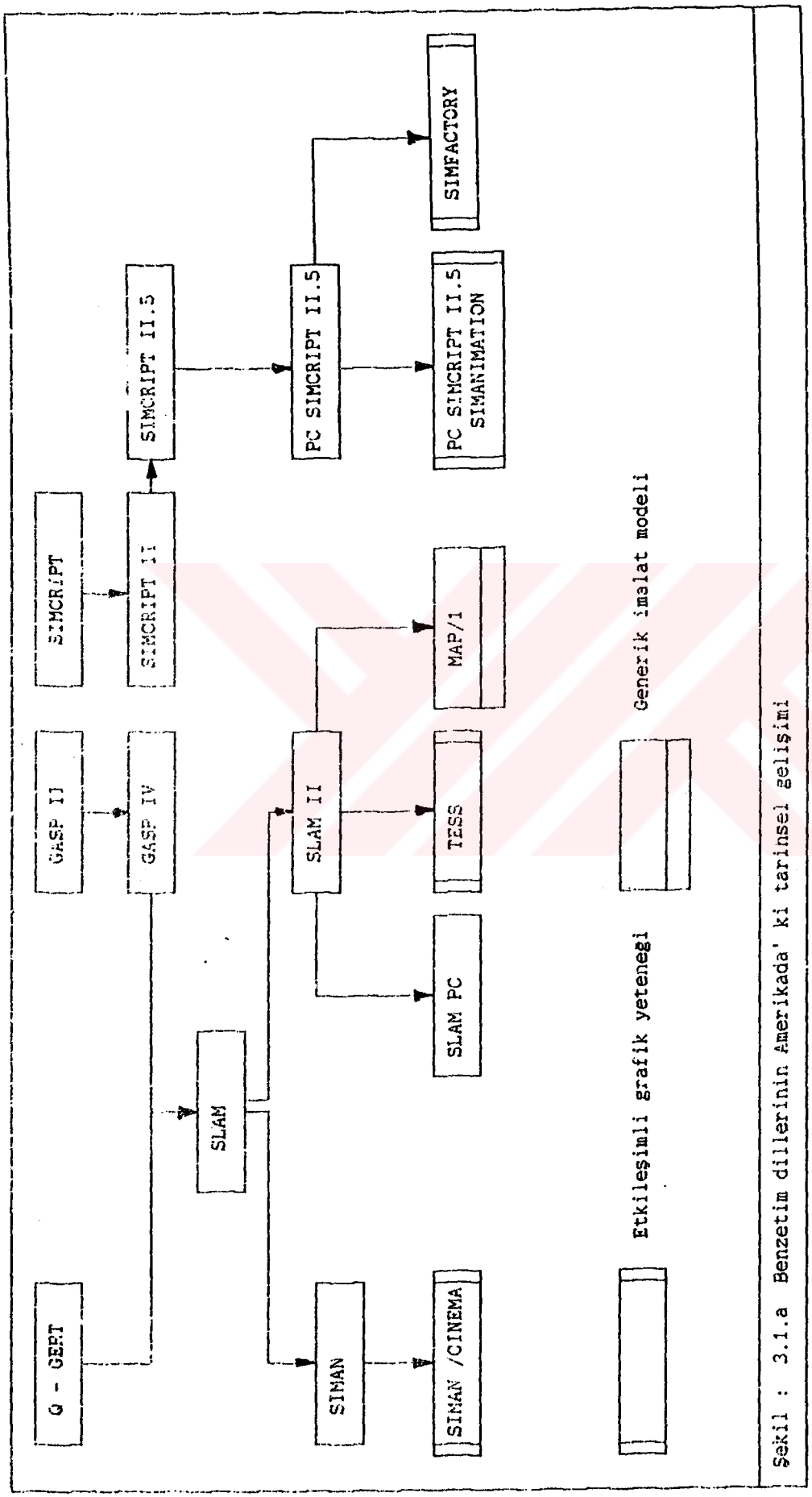
1. Satınalma maliyeti

2. Eğitim ihtiyacı

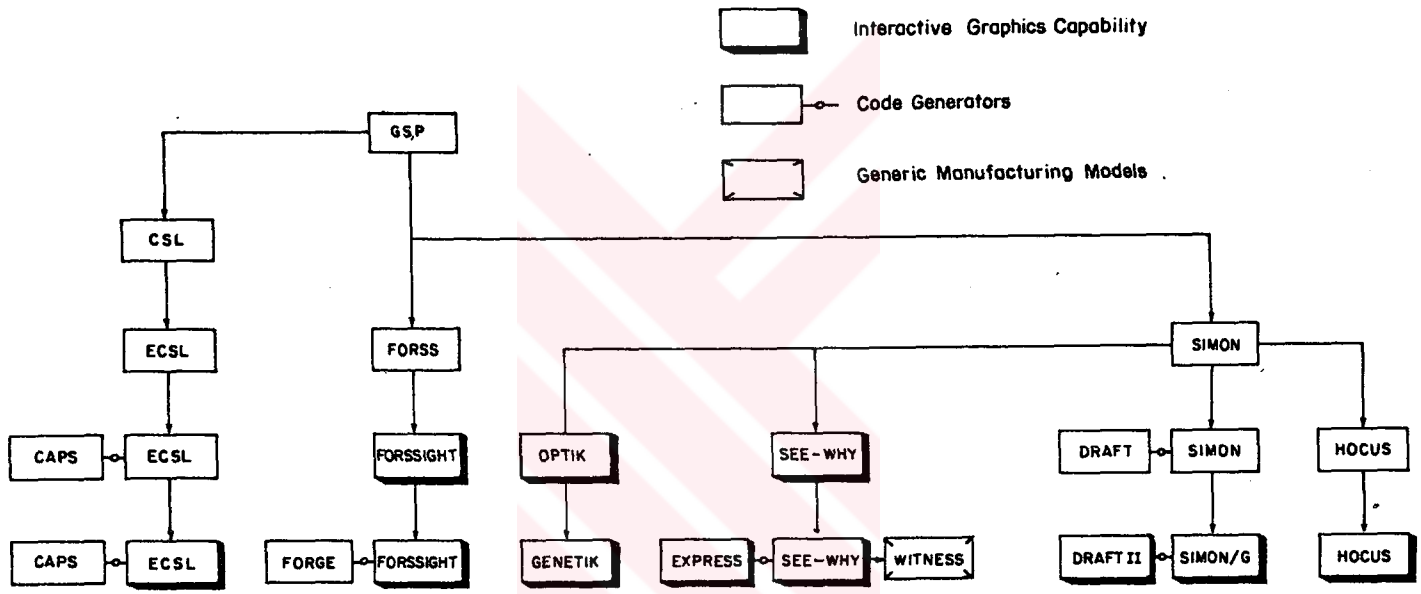
3. Üzerinde çalışılan sistemin özel özellikleri için iyi olarak tasarlanmamıştır.

4. Yeterli uzmanlık kazanıncaya kadar elde edilen sonuçların geçersiz olma riski.

Aşağıdaki tablolarda benzetim dillerinin Amerika'daki ve İngiltere'deki tarihsel gelişimini göstermekte hangi benzetim dillerinin hangi dillerin geliştirilmesine olanak tanıdığı gösterilmiştir (Şekil : 3.1.a ve 3.1.b).



Şekil : 3.1.a Benzetim dillerinin Amerikada' ki tarinsel gelişimi



Şekil : 3.1.b İngiltere' de benzetim paketlerinin tarihsel gelişimi

3.2. Benzetim dillerinin sınıflandırılması [3] :

Tipik bir benzetim modelinde, benzetimin kademeleri içinde yer alan varlıklar (Entity veya Object) bulunmaktadır. Bu varlıklar gerek kuyruklarda gerek hizmet birimlerinin içinde bulunabilir. Bekleyen varlıkları istenen sırada tutmak için benzetim dili otomatik olarak bu varlıkların bulunacağı dosyaları veya listeleri oluşturması gerekir. Bu listeler iki boyutlu bir matris olarak düşünülebilir. Bu listede her varlık için bir satır vardır. Bu listenin sütunlarında ise varlıkları tanımlayan değişkenler bulunmaktadır. Örneğin, bu değişkenlerden bir tanesi bulunduğu kuyruktaki sıra numarasını taşıyabilir. Bu değerler varlığın üzerine yapışık olarak düşünülebilir. Model içerisinde varlık hareket ettikçe bu değerlerde varlıkla birlikte hareket ederler. İstenildiği zaman bu değerlere ulaşmak ve değiştirmek mümkündür. Piyasada mevcut benzetim dillerini dört grupta toplayabiliriz :

1. Olay çizelgeleme

2. Aktivite arama

3. Proses

4. Proses ve Olay çizelgeleme yöntemlerinin kombinasyonu.

Benzetim dilleri arasında Olay çizelgeleme ve Aktivite arama en esnek olanıdır. Burada bahsedilen esneklik kavramı herhangi bir kompleks problemin modellenmesini sağlamaktır. Bu esneklik yüzünden programcı diğer yöntemleri baz olarak seçmiş dillere nazaran daha fazla emek harcamak zorundadır

Proses bazlı dillerin kullanılması daha kolay,yazılan kod daha kısa ve daha basittir. Ama yine bu özellik nedeniyle dil bu sefer esnekliğini yitirmeye başlar. Kombine dillerde ise her iki dünyanın en güzel özellikleri bir araya toplanmaya çalışılır (Şekil : 3.2 Benzetim dillerinin sınıflandırılması) [5].

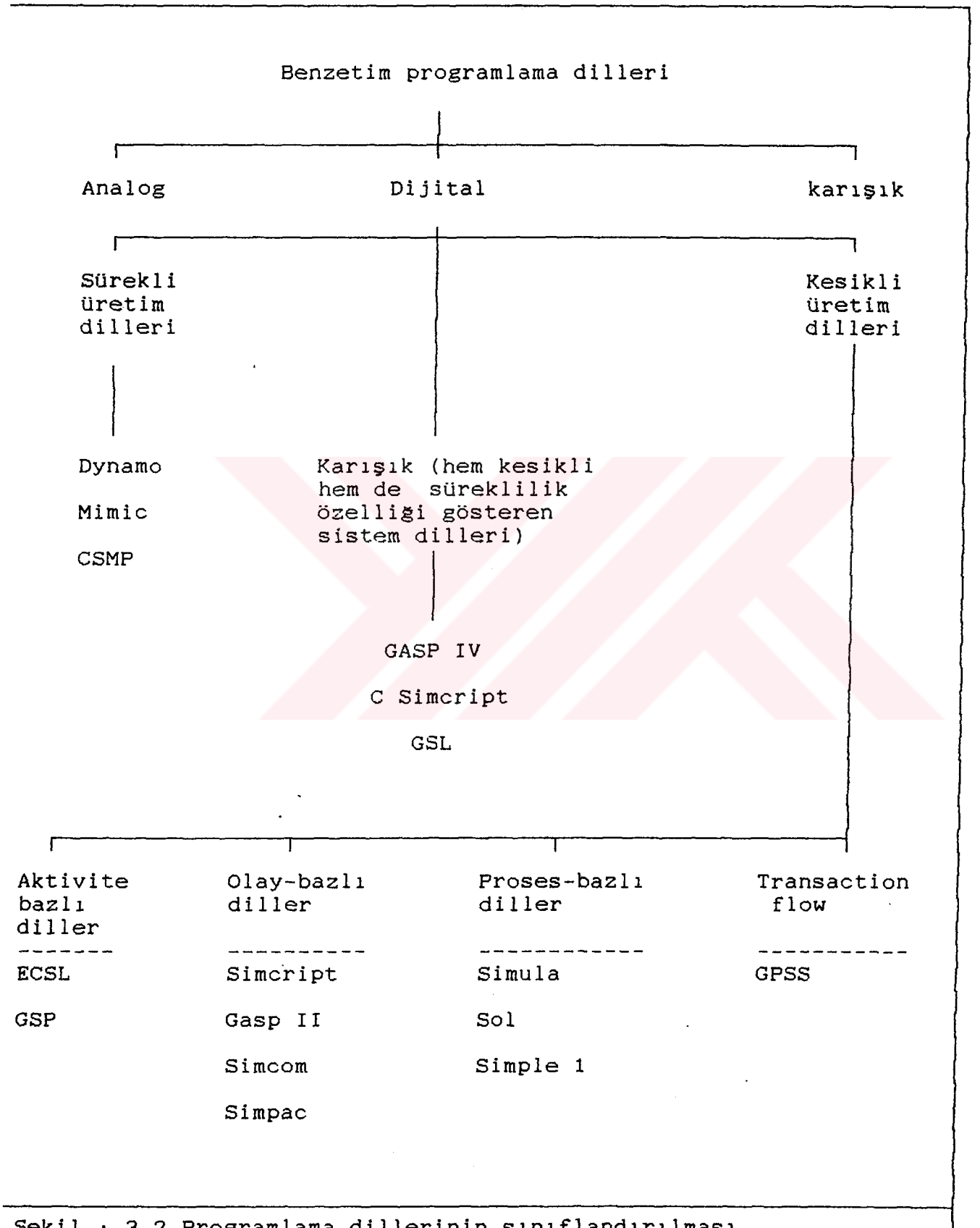
3.2.1. Olay çizelgeleme dilleri (SIMCRIPT, GASP, SLAM) :

En önemli benzetim dilleri SIMCRIPT, GASP ve son zamanlarda ortaya çıkan SLAM' dir. SLAM daha çok GASP IV' ü izleyen ve aynı şekilde hem ağ hemde sürekli benzetim kabiliyetine sahiptir. SIMCRIPT, GASP IV ve SLAM' ın aksine kendisine ait bir derleyiciye sahiptir. GASP ve SLAM, tamamıyla standart FORTRAN dilinde kodlanır. Bu dillerin aşağı yukarı yapıları aşağıdaki çerçeveler içerisindedir.

1. Bir ana program, model dosyalarını varlıklarların değişkenlerini hazırlar ve gerçekleştirilecek olan ilk olay için bunları hazırlar. Bu arada benzetim süresini de saptar.

2. Bir alt rutin modeli oluşturan her bir olayı oluşturan hareketleri tek tek detaylı olarak açıklar.

Bu dillerin hepside otomatik olarak olayları kronolojik sıraya dizer ve saklar. Aynı şekilde bu diller iç bilgilerin işlenmesinde ve kullanılmasında kolaylık sağlayan unsurlarada sahiptirler. SIMCRIPT' in çıktısı tamamıyla kullanıcı tarafından tanımlanır. SLAM' de ise çıktılar bir standartta olmaktadır. Ek olarak kullanıcı isterse bir çıktı programı yazabilir. SLAM bir çok FORTRAN' la yazılmış alt program içermektedir. Burada ki amaç modeli kuran kişinin benzetim ile ilgili fazla detayla uğraşmasını önlemektir. Fakat SLAM' ın FORTRAN dilinde yazılan kodları dışarıdan gözlem yapanlar, konuya yabancı olanlar için oldukça itici gözükür.



Şekil : 3.2 Programlama dillerinin sınıflandırılması

3.2.2. Aktivite arama dilleri (ECSL) :

Aktivite arama dilleri daha çok Avrupa' da yaygın olarak kullanılmaktadır. En çok tanınmış olanı, Bir İngiliz programı olan ECSL' dir. FORTRAN' da kullanıldığı için hemen hemen her bilgisayarda kullanma olanağı mevcuttur. Dil kullanıcıya modeli etkileşimli olarak kurma imkanı sağlamaktadır. Bu tip model kurma basit modellerde kullanıcıya kolaylık sağladığı halde karmaşık olanlarında bu işlem yavaşlamakta ve pratik olmaktan çıkmaktadır.

3.2.3. Proses bazlı diiler (GPSS, SIMAN, SIMNET, Q-GERT) :

Proses bazlı dillerde kendi aralarında tanımlanması açısından üç alt gruba ayrılır :

1. Bloklar

2. Nokta ve dallardan oluşan ağlar

3. Komutlar

Blok dillerde, her blok benzetimde belli bir işleme aittir Her bloğa yapması gereken işlem için gerekli olan parametrelerde verilir. Blok kullanan diller arasında en çok kullanılanlar GPSS ve SIMAN' dır.

Ağ yapısını kullanan dillerde ağı oluşturan noktalar blok dillerindeki bloklara çok benzer bir şekilde çalışırlar. Aralarındaki ana fark bu noktaların nasıl birleştigidir. Her nokta bir digerine deterministik, probabilistik veya koşullu dallarla bağlanmaktadır. Bir noktayı terk eden bir varlık bu dallarla gitmesi istenen diğer bir noktaya ulaştırılır. Aynı işlemi blok bazlı dillerde yapabilmek için

birden fazla bloğu kombine olarak kullanmak gerekmektedir. Bu dillere örnek olarak SIMNET ve Q-GERT verilebilir.

Komut bazlı diller, kullanıcıya benzetim modelinin kurulmasında büyük kolaylıklar sağlayacak olan komutları içerirler. Yine de bu dillerin kullanılması ağ ve blok yapısını kullanan dillere nazaran daha zordur.

3.3. Bir benzetim paketinin fonksiyonları [6] :

1. Zaman kontrol mekanizması

2. Bir database veya dosya yapısı

3. Modeldeki başlangıç koşullarını tanımlama metodu

4. Rastgele sayı üreteci ve dağılımlardan örnekleme

5. Gözlemlerin kayıt edilmesi, sonuçların analizi ve raporların dökümü

6. Sonuçların histogram veya diğer grafik şekilleriyle gösterimi

7. Hata kontrolleri ve teşhisler.

8. Herhangi bir zamanda modelin durumunun kontrolü.

3.4. Benzetim program çeşitleri [8] :

İmalat ve stoklama sistemlerinin benzetimi için kullanılan programları iki ana katogoride toplayabiliriz. Genel amaçlı bir benzetim dili genel bir benzetim paketidir (Yani bilgi işlem veya haberleşme sistemlerini modelleme içinde kullanılabilir). Fakat, imalat için özel vasıflara

sahip değildir. (AUTOMOD II diye isimlendirilen bir benzetim dili özellikle taşıma ve imalat problemlerine doğru yönlendirilmiştir). Bir model, benzetim dilinin komutlarının kullanılmasıyla geliştirilebilir.

Benzetim dillerindeki ana güçlük, sistemin kontrol mantığıdır. Yararı ise malzeme taşıma teçhizatı ne olursa olsun, herhangi bir imalat sisteminin modelinin kurulmasında sağladığı avantajdır.

3.5. İmalat simülatörleri [8] :

Bir imalat simülatörü, çok az veya hiç program yapmadan belirli imalat sistemlerinin simüle edilmesine izin veren bir bilgisayar paketidir. Mesela, STARCELL imalat bölümleriyle ilgilenen bir simülatördür. Bir simülatör için ana avantaj şudur;

Program geliştirme zamanı bir benzetim dilinden daha az olabilir. Diğer bir avantaj ise; bir çok simülatör bir imalat sisteminin ana öğeleriyle özel olarak ilişkili yapılarını modellemektedir. Program yapma tecrübesi olmayan veya benzetimi arasıra kullanan kişiler simülatörleri kullanım kolaylıkları bakımından tercih etmektedir.

Bir çok simülatör standart özelliklerden dolayı sadece belirli imalat biçimleriyle sınıflandırılmıştır. Analist tarafından bir benzetim dilinde geliştirilmiş komplex bir model, esnek bir menüyle imalat personeli için çok daha kolay anlaşılır bir hale getirilebilir. Ayrıca çıktı raporlarıda düzenlenebilir.

Benzetimin kullanıldığı iki önemli imalat analizi çeşidi vardır. Yüksek düzeydeki bir analizde, sistem belirli bir seviyede modellenir. İşlem veya kontrol hakkındaki detaylar dikkate alınmaz (bu analiz imalat sistem tasarımının başlangıç safhasında yapılır. Çünkü detaylandırılmış

sistem bilgileri henüz mevcut değildir). İhtiyaç duyulan makina ve malzeme taşıma aletlerinin sayısının tesbiti, ürün hacmindeki veya karışımındaki değişimin etkisinin değerlendirilmesi ve ihtiyaç duyulan şeylerin depolanması belirli amaçlardır. İmalat simülatörleri sık sık bu analiz için kullanılırlar. Fakat bir benzeim dilide kullanılabilir.

Detaylandırılmış bir analiz, bir sistemin çalışmasını en uygun hale getirmek için yapılır. Uygun benzetim modelleri genellikle işletme veya kontrol mantığını oldukça geniş teferruatıyla verir. Sistemin tam olarak tanımlanması için gerek duyulan ihtiyaçtan dolayı mevcut sistemler için bu tipte bir çok analiz yapılmıştır. Detaylandırılmış bir analize örnek olarak, karmaşık bir konveyör sistemi için en iyi işletme stratejisinin saptanması verilebilir.

Bu iki çeşit imalat analizlerine ek olarak şu söylenebilir : benzetim, verilen kararların ispatı için günden güne daha da fazla kullanılmaktadır.

3.6. Bir benzetim dilinden istenen özellikler [8] :

İmalat sistemlerinin analizinde kullanılan benzetim dilleri altı gruba ayrılır.

3.6.1. Genel özellikler : En önemli özelliklerden biri modellemedeki esneklikdir. Çünkü tamamıyla aynı olan iki imalat sistemi yoktur. Belli bir zaman dilimi içerisinde model geliştirmede kolaylık kazandırmaktadır. Yüksek model tatbik hızı bihassa benzetim modeli bir PC'de çalıştırılırken önemlidir. Ayrıca, benzetim paketlerinin izin verdiği en büyük model boyutu bazen önemli olabilmektedir. Bazı paketler için, bugünlerde maksimum model boyutu 100 Kb' dan daha azdır. Fakat bu zorluk gün geçtikçe azalmaktadır. Her bir benzetim paketinin çeşitli tip bilgisayarlara da uyumlu olması gerekir.

3.6.2. Animasyon : Hareket, imalat sistemlerinin benzetiminde aranan bir parça olmuştur. Bu, modelin güvenirliliğini büyük ölçüde artırır ve yöneticilere veya imalat personeline bir benzetim modelinin niteliğini, özelliklerini göstermek açısından oldukça kullanışlıdır.

Komplex mantığa sahip sistemler için animasyon, programın kusurlarını gidermek, modeli onaylamak yeni kontrol stratejileri önermek için oldukça faydalıdır. Arzu edilen animasyon özelliklerini, geliştirilme kolaylığı, küçük ve ayrıntılı grafikler, şekiller kullanma ve bilgisayar ekranında resimlerin düzgün hareketlerini sıralayabiliriz.

3.6.3. İstatistiki kapasiteler : Bir benzetim paketi için iyi ve kullanışlı bir istatistiki kapasiteye sahip olmak zorundadır. Çünkü hemen hemen tüm imalat sistemleri tesadüfi davranış gösterir. Genel olarak, her bir tesadüfi olayın (işleme zamanları, makina işletim zamanı, makina tamir, bakım zamanları vb.) bir olasılık dağılımıyla modellenmesi gerekir.

Bir benzetim paketi standart dağılımların tümünü içermesi gerekir. Ayrıca çok yönlü bir rassal sayı üreticisine sahip olmalıdır. Benzetim çıktı verileride (günlük işlem hacmi vb.) rastgeledir ve uygun istatistiki teknikler benzetim çalışmalarını yorumlamak, dizayn etmek için kullanılmalıdır. Bir benzetim paketi otomatik olarak modelin birbirinden bağımsız çıktılarını oluşturmak için bir komutu içermelidir.

3.6.4. Malzeme taşıyıcı modüller : Malzeme taşıma sistemleri bir çok modern imalat sistemlerinin önemli bir birimidir ve modelini kurmak oldukça zordur. Modelin esnek olması bir çok malzeme taşıma sisteminin denenmesine imkan vermektedir. Bu modüller sayesinde model geliştirme zamanı düşebilir.

3.6.5. Satış sonrası müşteri hizmetleri : Benzetim programı kullanıcılarının bir çoğu belli bir seviyede yardıma ihtiyaç duyarlar. Bu satış sonrası program hakkında destek ve her türlü teknik bilgi alışverişini içermektedir.

3.6.6. Çıktı raporları : Bir benzetim paketinin, iş istatistiklerinin yapılabilmesi için (kullanımlar, kuyruk uzunlukları vb.) zaman tasarrufu sağlayıcı standart raporlar vermesi arzu edilir. Ayrıca, hazırlanmış raporların kolayca geliştirilmesine olanak tanımalıdır (Mesela standart raporlar yönetim açısından uygun değildir). Ayrıca benzetim paketlerinin çoğalması ve onların değişen kapasite ve fiyatlarından dolayı bir paketin seçilmesi güç bir karar olabilir.

Bir modelci, bir benzetim dilini seçerken gözönüne almak zorunda olduğu hususları şöyle sıralayabiliriz.

1. Benzetimle incelenecek imalat sisteminin tipi hakkında tam bir bilgiye sahip olmalıdır.

2. Birinci maddedeki ihtiyaçlarımıza, mevcut programlarının vasıflarına ve düşünülen fiyata bağlı olarak aday benzetim paketlerinin listesinin çıkarılması.

3. Her ürünün bir kaç kullanıcısıyla görüşerek o ürünle ilgili avantajların ve dezavantajların belirlenmesi.

4. Eğer mümkünse, aday benzetim paketlerinin demo disklerini elde etmek ve bilgisayar başında her bir programı bizzat görmek.

Yalnız şu konuda dikkatli olmak gerekmektedir :
Bütün imalat uygulamalarına tamamıyla uygun, kullanışlı hiç bir benzetim paketi yoktur. Bundan dolayı, işletmeler farklı türdeki analizler için kullanılmak üzere bir kaç benzetim paketi alabilir.

BÖLÜM 4

4. Üretim sistemlerinde benzetim :

4.1. Giriş :

Bir fabrikada ürünün elde edilmesine kadar geçen zaman içinde bir çok fonksiyon yerine getirilmektedir. Bu fonksiyonların en iyi şekilde gerçekleşmesi için uygulanacak yöntemlerin bulunması veya kararların verilmesi fonksiyonun bilgisayarda benzetimi yardımıyla sağlanmaktadır. Örneğin : Bir üretim planlama ve kontrol fonksiyonun yerine getirilmesinde uygulanacak en uygun yöntem çeşitli seçeneklerin model üzerinde denenmesiyle elde edilebilmektedir. Bilgisayarla desteklenen benzetim teknikleri bir çok farklı durumda imalat stratejilerinin geliştirilmesinde kullanılır. Bu stratejiler üretim planlama ve kontrol, iş programı, kapasite planlaması, üretim yerindeki değişiklikler, montaj hattı dengeleme, üretimde etkinliğin artırılması ve diğer uygulamaları içine alan imalat stratejileridir. Üretim planlama ve kontrol faaliyetleri normal olarak çok karışıktır. Özellikle bu faaliyetlerin etkinliğinin artırılması çok büyük tasarruflar sağlar.
Bir üretim probleminin çözülmesi için ilk problemin ne olduğu anlaşılmalıdır. Daha sistemin modeli kurulur, benzetim deneyleri tasarlanır ve geçerli simülatörlerle model çalıştırılır. İncelenecek sistemin bir kısmı veya tümü model yardımıyla analiz edilebilir. Modellenen sistemin özelliklerini temsil eden parametre ve değişkenlere çeşitli değerler vererek bunun model üzerindeki etkisi incelenir. Sistemin çalışmasını en mükemmel yapan (verimliliği

, performansı vb..) yöntem veya starteji belirlenir. Üretim sistemi kısım kısım incelenerek, belli bir zaman sonunda tüm sistemin modeli elde edilebilir. Modeldeki ilişkiler ne kadar düzeltilirse modeli işlemek o kadar kolay olur. Ayrıca, cebir veya olasılık teorileri gibi matematiksel metodların kullanılması sonucu da bazı problemlerin çözümü yapılabilir.

Örnek : Analitik çözümlemeye örnek olarak (şekil : 4.1.a)' deki makina düşünülmüştür. İlk gelen iş işlenmesi için makinaya verilir. Eğer makina boşsa işlem hemen başlar. Aksi takdirde iş kuyruk oluşturur. İlk gelen işin bittiği zaman kuyrukta bekleyen ilk iş sisteme sisteme alınır. Makina sistemi incelenerek aşağıdaki bilgiler elde edilir :

p : Birim zamanda gelen iş sayısı (adet / zaman birimi)

a : Makinanın birim zamanda yapabileceği iş sayısı (adet / zaman birimi)

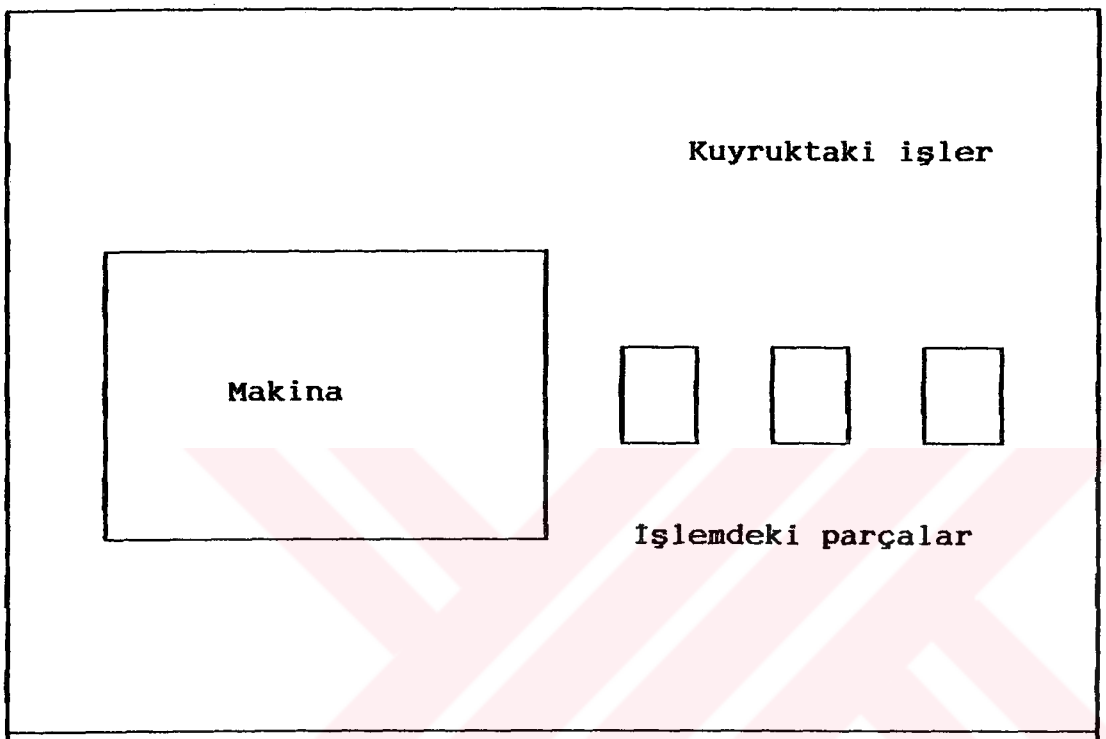
Bu durumda $a < p$ 'dir. Kuyrukta bekleyen iş sayısı ise :

$W = 1/(p-a)$ formülüyle

hesaplanabilir.

W : Bir işin kuyrukta bekleme zamanı (zaman / adet)

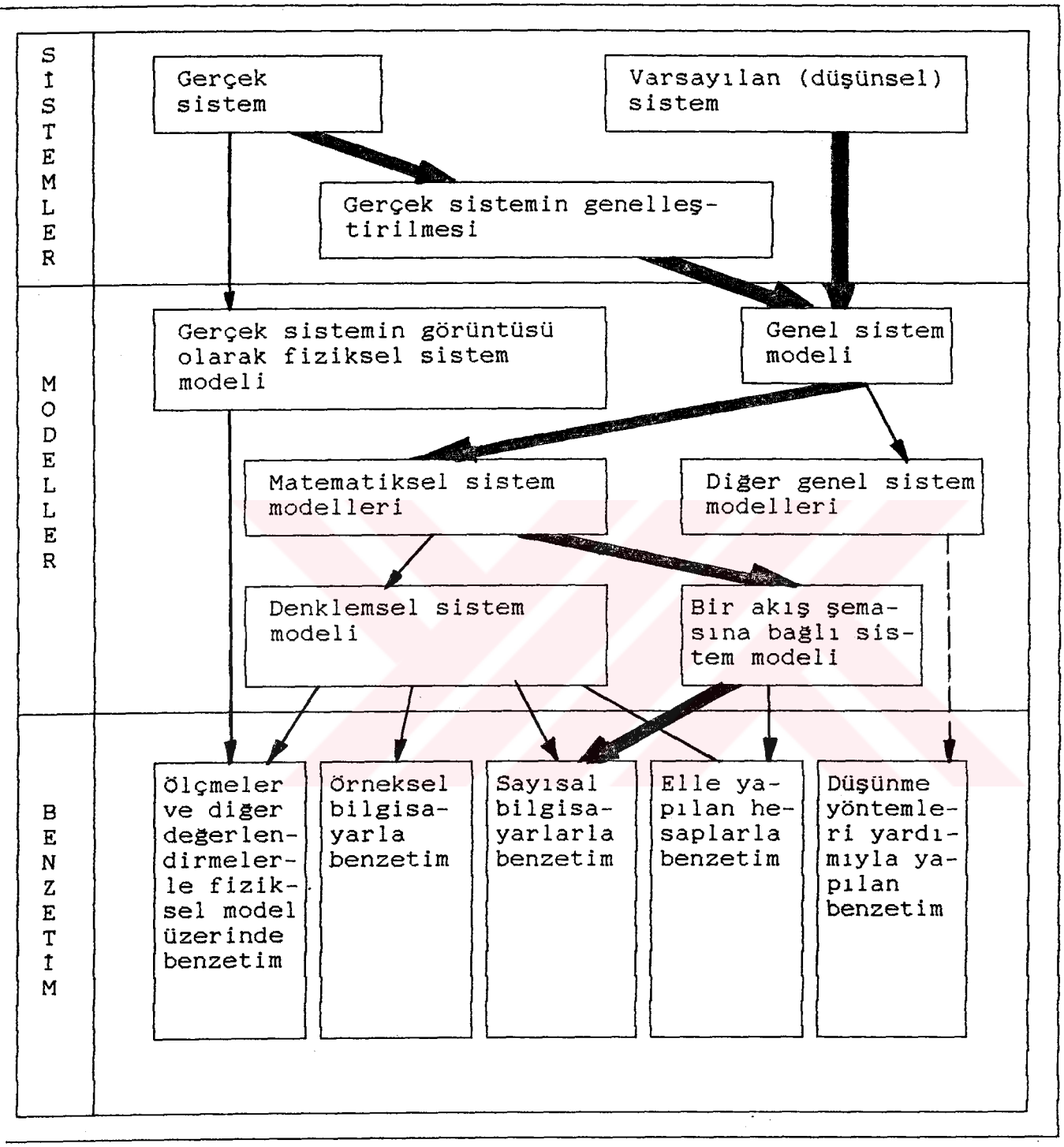
Bu formül a ve p 'nin çeşitli değerler için sistemdeki ortalama zamanı hesaplamamıza yarar.



Şekil : 4.1.a Tek makina üretim sistemi

Ne yazık ki, bir çok imalat sisteminde meydana gelen problemlerin matematiksel yöntemlerle çözülmesi çok zordur. Bu durumda benzetim teknikleri kullanılmaktadır. Benzetim uygulamalarında işlemlerin hassas ve doğru olması için bilgisayar kullanılmaktadır. Uygulamalarda veri olarak üretim sisteminin performansı üzerinde rol oynayan bilgiler dikkate alınmalıdır. Gereksiz verilerin alınması model kurma işlemini zorlaştırır. Onun için gerekli detay seviyesinin doğru alınmasını gerektirir. Skotastik benzetim uygulamalarında ise olasılık dağılımlarından elde edilen rastgele değişkenler kullanılmaktadır.

Şekil : 4.1.b' de atelye tipi üretim sistemlerinde Sistem-Model-Benzetim ilişkileri verilmektedir.



Şekil : 4.1.b Sistem-Model-Benzetim ilişkisi

==========› Atelye tipi üretim benzetimi

Şekil : 4.1.c' de atelye tipi üretim benzetimde göz-önüne alınacak aşamalar verilmiştir.

4.2. Benzetimin uygulandığı imalat alanları :

Benzetim, imalat sistemlerinin çeşitli alanlarında ortaya çıkabilecek problemlerin çözülmesinde kullanılabilir.

Aşağıda, benzetimin uygulandığı imalat alanlarından örnekler verilmiştir :

1. Yeşil alanlar diye isimlendirilen (green fields) yeni donanımların alınması ve yeni binaların kurulmasında.

2. Eski binalar için yeni donanımların alınmasında.

3. Mevcut olan donanımların veya operasyonların etkinliğinin artırılmasında.

a. Aynı üretim daha etkin olarak sağlanabilmesi için üretim işlemiyle bağlantı kurmak.

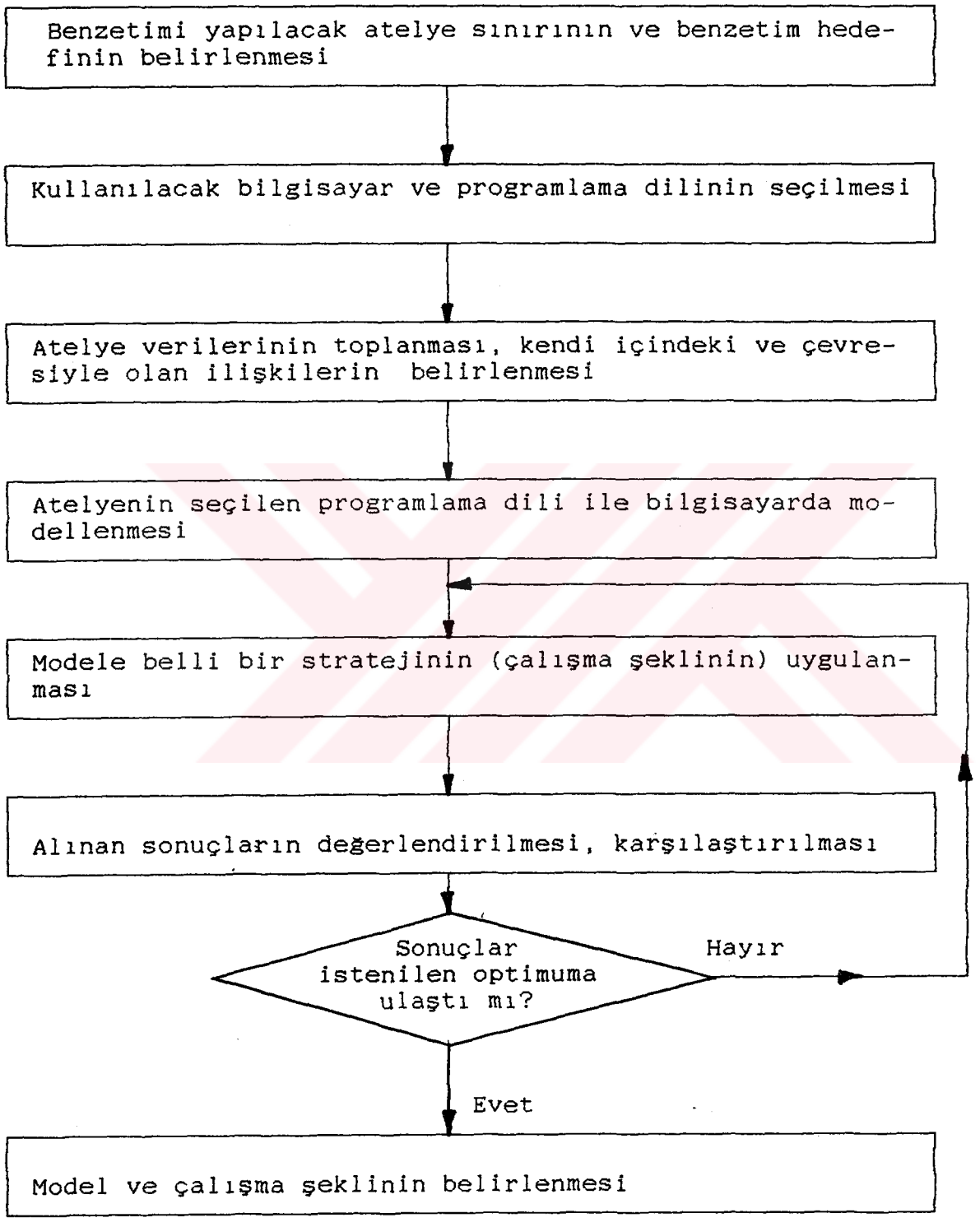
b. Donanımlarda ve operasyonların yerine getirilmesinde kullanılan tekniklerde değişiklik olabilir.

4. Donanım ve personel ihtiyacının belirlenmesi.

a. Özel amaçlar için kulalnılacak makina sayısının tesbiti.

b. Konveyörler,forkliftler ve diğer destek donanımlarının (paletler vb..) analiz edilmesinde.

c. Yeni kurulacak tesislerin iş yeri düzenlemesinde.



Şekil : 4.1.c Atelye tipi üretim benzetiminde aşamalar

d. Ürün karışımındaki bir değişikliğin etkilerinin incelenmesinde.

e. Mevcut imalat hattı üzerinde donanımlara eklenen yeni elemanlarının etkilerinin incelenmesinde.

f. Sermaye olarak yatırılan paranın gelişiminin kontrolünde.

g. İnsan gücünün planlanmasında.

5. Personelle ilgili alanlarda.

a. Birim zamanda üretilen iş sayısı analizi.

b. İşler için sistemde harcanan zamanların analizi.

c. Darboğaz analizlerinde.

6. Operasyona ait tekniklerin geliştirilmesinde.

a. Üretim iş programlarında, makinaların sıralanması ve yüklenmesinde.

b. Kontrol yüntemlerinin geliştirilmesinde (esnek imalat sistemleri veya otomatik kontrol edilen araç sistemlerinde vb..).

c. Geçerlilik analizleri (planlanan bakımın etkileri vb..).

d. Kalite kontrol yöntemlerinin geliştirilmesinde.

4.3. İmalat sistemlerinin performansının ölçülmesinde benzetim kullanımı :

Üretim sistemlerini temsil eden modeller üzerinde sistemin performansı ile ilgili aşağıdaki hususlar incelenebilir :

a. Birim zamanda üretilen iş sayısının hesaplanmasında.

b. İşler için sistemde harcanan zamanların hesaplanmasında.

c. İşlerin kuyruklarda harcadıkları zamanların hesaplanmasında.

d. Parçaların bir tezgahtan diğer bir tezgaha iletilirken kaybolan işlem zamanlarının hesaplanmasında.

e. İşlenecek olan parçaların oluşturduğu kuyruk büyüklüğünün hesaplanmasında.

f. Donanımlardan ve personelden yararlanma (meşgul zaman) oranının hesaplanmasında.

g. Makinaların bozulduğu ve bloke olduğu zaman oranı (ilk iş uzaklaştırılıncaya kadar operasyon yapılamaz, koruyucu bakım gelinceye kadar bekleme).

h. İmalat sisteminin düzeninin değiştirilmesi yada yeni bir imalat sistemi için yatırılan para üzerindeki kazanç miktarının hesaplanmasında.

4.4. Literatürden örnekler :

4.4.1. Esnek imalat sistemi tasarımı için bir benzetim yaklaşımı [9] :

Bu çalışma, General Dynamics-Pomona Division' da imalat hücrelerinin tasarımı için yapılmıştır. ilk önce ortalama değer analizi tasarım stratejilerinin geliştirilmesi için ve temel sistem karekteristiklerini tanımlamak için kullanıldı. Özellikle kullanıcıyla etkileşim halinde ve SIMAN benzetim programlama dilinin kullanılmasıyla alternatif tasarımlar değerlendirilmiştir. Son tasarımların performansı istatiksel tekniklerle analiz edilmiştir. Çalışmada, "modular step wise" yaklaşımı kullanılmıştır. Ayrıca varolan sistemdeki makinaların tekrar kullanılması içinde çalışmalar yapıldı.Matematik programlama, kuyruk şebekesi ve benzetim modelleri tasarım stratejilerinin performansını analiz etmek için kullanıldı.

Sonuç olarak, elde edilen sistemde EİS tam olarak sınıflandırılmamasına rağmen, başlangıçta yapılan minimum yatırımla esnek imalat yapısının ihtiyaç duyulan unsurları sağlanmıştır. Günümüzde bir çok şirket yeni bir tasarımın iyileştirilmesi için son karaı almadan önce amaçlanan imalat tesisleri için benzetime ihtiyaç duymaktadırlar.

Tasarım kararları aşağıdaki unsurları içermek zorundadır :

1. Sistemdeki üretilecek parçaların seçimi.

2. Sistemde hizmete alınacak makina tiplerinin sayısı.

3. Makinaların yerleşim düzeni.

4. Depolama ve malzeme iletim sistemlerinin seçimi.

5. Depolama ve malzeme iletim sistemlerinin kapasitelerinin seçimi ve düzenlenmesi.

Ayrıca, çalışmada en önemli unsurlardan biri,tasarım stratejileri değerlendirilirken, yönetim tarafından en düşük maliyete sahip tasarımın seçilmesi istenmektedir. Alnatif tasarımların temel özelliklerini belirlemek için ise grup teknolojisi teknikleri uygulanmıştır.

4.4.2. Yeni bir malzeme iletim sisteminin planlanması : [10].

Bu makale, malzeme iletim sistemleri ile ilgili bir benzetim çalışmasında dikkat edilecek unsurlar (sistem özelliklerine bağlı olarak) incelemektedir. Ayrıca, çalışmanın başlangıcında ne gibi unsurların ele alınacağı model kurulurken dikkat edilecek unsurlar, sistemden toplanacak verilerin detay seviyesi, sonuçların analizi ve sisteme uygulanması gibi kısımlar açıklanmıştır. Bu çalışmada benzetim dili olarak ta GPSS/H tarafından yazılan WEBBSIM benzetim dili kullanılmıştır. Bu dil herhangi bir malzeme iletim sistemini modellemeye izin verir.

4.4.3. Mevcut bir üretim sistemini hücresel imalat sistemine uygulanması için geliştirilmiş benzetim modeli [11]:

Benzetimden yararlanarak mevcut üretimi hücresel üretim düzenine dönüştürme işlemi benzetim programlama dillerinden olan MicroSAINT' le yapılmaktadır. Bu tür çalışmanın yapılmasındaki ana sebeplerden biri piyasadaki rekabet koşullarına ayak uydurmak içindir. Diğer bir sebep ise hücresel imalat için gerekli olacak donanım, personel vb. birimlerin miktarının belirlenmesidir.

Çalışmaya giriş verisi olarak operatörlerin hünerleri ve sayısı kadar makinaların kapasiteleri, sayıları vb. da girilmiş ve bu verileri işleyen model kurulmuştur.

MicroSAINT "task network" modelleme tekniğini kullanır. Her bir "task" imlat prosesindeki ürünlerin dolaştığı bir istasyonu temsil eder ve imalat prosesi bir istasyon network şeklinde gösterilebilir.

Sonuç olarak, hücrelerdeki bazı tezgahların sayılarının ve kapasitelerinin artırılmasının toplam üretim hacmi üzerindeki etkisi incelenmiştir ve sonuçta yeni düzenlemenin rekabet koşullarına daha iyi uyum sağladığı ortaya çıkmıştır. Ayrıca, proje safhasında öngörülen maliyetin % 20' si oranında tasarruf edilmiştir.

BÖLÜM 5

5. Uzman Sistemler ve Yapay Zeka :

5.1. Giriş :

Başlangıcı 1960'lı yıllara kadar uzanan Yapay Zeka (YZ) alanındaki araştırmalarda son yıl i çerisinde hızlı bir gelişme ve ilerleme kaydedilmiştir. Bu gelişmelerin en önemlisi ise Uzman sistemler olarak bilinen güçlü, yeni bilgisayar esaslı sistemlerdeki gelişmedir. Bu alandaki ciddi çalışmalar 1985'den sonra başlamasına rağmen, tüm bilimlerde, iş dünyasında, eğitim ve öğretimde hatta müzik ve sanatta uygulamaları son yıllarda oldukça fazla görülmektedir. Bu kısacık zaman dilimi içerisinde uzman sistemlere gösterilen ilginin en önemli sebebi, uzman sistemlerin genel olarak faydalı ve gerçek bir ihtiyacı gideren pratik programlar olmasıdır. Uzman sistemler (US), gerçekten finansal açıdan başarılı bir YZ ürünüdür. Kabaca tarif edilecek olursa, bir US, belli bir konuda bilgiye sahip olup, sorulduğunda tıpkı bir insan uzman gibi cevap veren bir bilgisayar programıdır. İlk uzman sistemlerin içinde en önemlisi olarak MYCIN'ı sayabiliriz. Stanford üniversitesinde geliştirilen bu uzman sistem doktorlara hastalıkları teşhisinde yardımcı olmak amacıyla geliştirilmişti. Bugün mütevazi fakat çok yararlı uzman sistemleri küçük bilgisayarlarda geliştirmek mümkündür. Gerçekte pek az temel prensip olmakla birlikte, uzman sistemlerin, insanlara fayda açısından oldukça büyük bir potansiyeli vardır (Şekil : 5.1 Uzman

sistemlerin doğuşunu ve gelişimini göstermektedir [12]).

5.2 Uzman sistem nedir ?

Uzman sistem, insan uzmanların yaptığı dizayn, kompozisyon, planlama, tehşis etme, yorumlama, özetleme, kontrol etme ve tavsiyede bulunma gibi faaliyetleri yapmak üzere geliştirilmiş bilgisayar programlarıdır. Özel programlama teknikleri, US programlarına gücünü verir. US programlarında genellikle otomatik çıkarım yapma (Automatic Reasoning), höristik (heuristik) ve arama (search) gibi metodlar kullanılır.

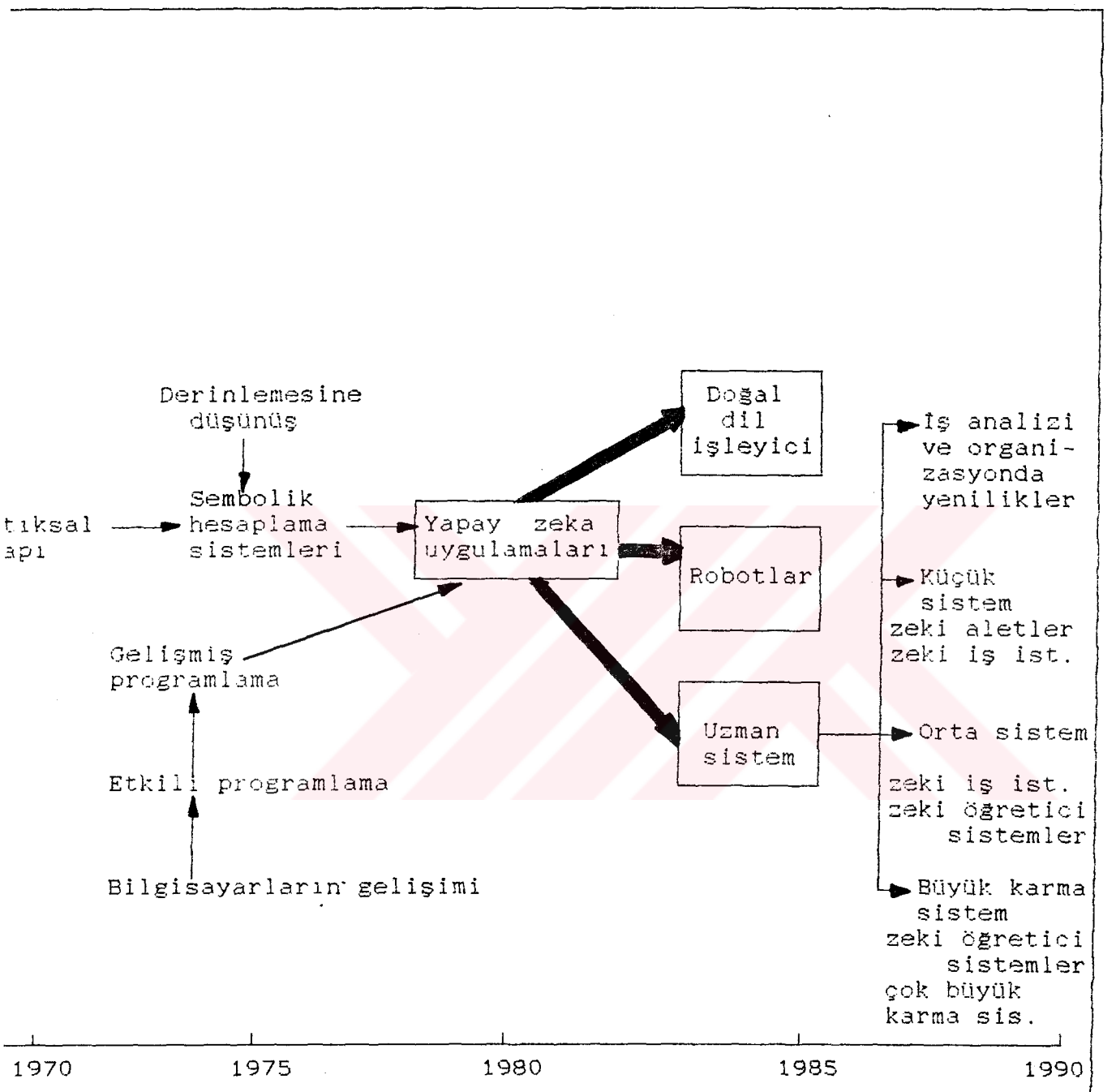
II. Dünya savaşından beri, bilimadamları, bilgisayarların insanlar gibi davranmasını mümkün kılacak teknikleri geliştirmeye çalışmaktadırlar. Bu yapay zeka çalışmalarının bir kısmı araştırma laborotuvarlarının dışına çıkamamıştır. Bununla beraber, uzman sistemler ticari açıdan da başarılı ilk yapay zeka ürünüdür (Şekil : 5.2 Bir uzman sistemin geliştirilme aşamalarını göstermektedir [13]).

5.3. Uzman sistemlerin bazı kullanım alanları :

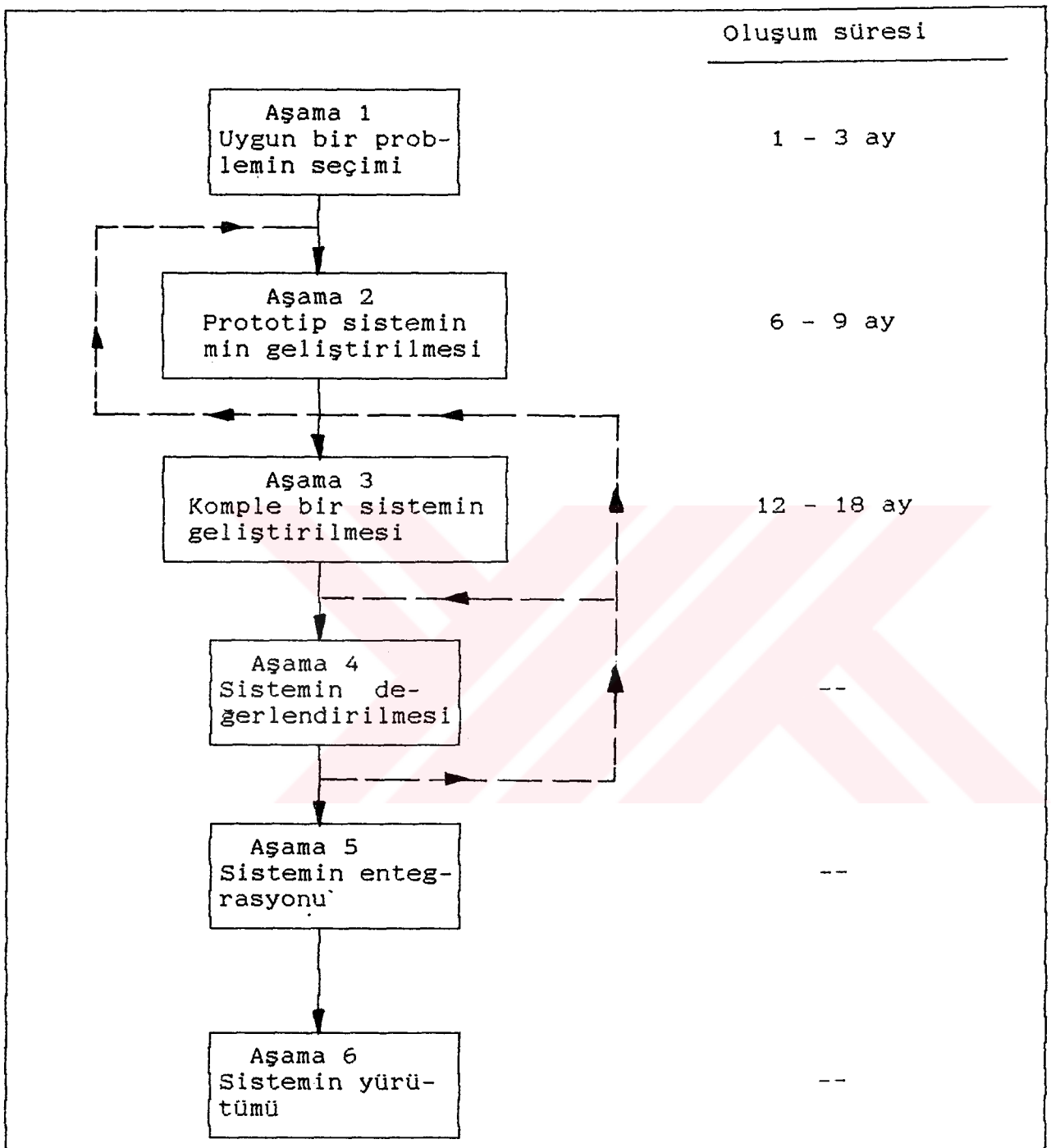
Aşağıda uzman sistemlerin bazı kullanım alanları sıralanmıştır. Gelecekte bu alanların daha da genişleyeceği ve pek çok alanda uzman sistemlerin insanlara faydalı olacağı tahmin edilmektedir.

1. Borçlanmayla ilgili uygulamalarda, sigorta risklerini değerleme, yatırım alternatiflerini değerleme.

2. Yeni moleküllerin oluşturulması reaksiyonlarında uygun sıranın bulunması.



l : 5.1 Uzman sistemlerin doğuşu ve gelişimi



Şekil : 5.2 Bir uzman sistemin geliştirilmesi

3. Müşterilerin özel siparişlerinin yerine getirilmesinde ve bilgisayardaki donanım ve yazılım konfigürasyonunun düzenlenmesinde.

4. Telefon hatlarındaki arızaların test ve raporların incelenmesiyle teşhis edilmesi.

5. Lokomotiflerde arızaların tanımlanması ve düzeltilmesinde.

6. Hastaların tehşis ve tedavisinde doktorlara yardımcı olmak için.

7. Osinagraflar için deniz dibinden gelen sinyallerin yorumlanmasında.

8. Deneylerden elde edilen veriler ışığında kimyasal bileşimlerin yapılarının oluşturulmasında.

9. Uydulardan gelen veriler gibi çok hızlı değişen verilerin incelenmesi ve özetlenmesi.

5.4. Yapay zeka programlama ve uzman sistem programlama :

YZ ve US programlamayı birbirinden ayıran çizgi pek net değildir. Bununla beraber, aşağıda verilen programlar YZ programı olup uzman sistem sayılmazlar.

1. Bir okuyan ve bunu değişik sözcüklerle açıklayan ve hatta bu hikaye hakkında soruları cevaplayan bir program.

2. Bir mikrofona söylenen sözcükleri ekrana yazan bir program.

3. İnsan zekasından bazı örnekler gösteren, mesela zeka testlerindeki geometrik şekilleri çözebilen programlar.

4. Sayısal matematik yerine sembolik matematik yapan programlar. Örneğin : sayısal yaklaşık integrasyon yerine integrasyon sonucu ortaya çıkan fonksiyonu veren programlar.

5. Matematik teoremleri ispat eden hatta keşfeden programlar.

6. Bir televizyon kamerasından alınan bir resimdeki şekilleri ve cisimleri sınıflayabilen programlar.

Bir öykünün anlaşılması gibi bir iş büyük ölçüde zeka ve tecrübe gerektirir. Bunu bilgisayara yaptırılması için zeka hakkında daha çok şey öğrenmemiz gerekmektedir.Bununla beraber, böyle bir iş bir uzmanın ya da bir uzman sistemin yapacağı türden bir iş değildir. Çünkü, bu tür işleri herhangi bir insan yapabilir.

Uzman sistemler, diğer yapay zeka programlarından "amaç" ve "görünüş" bakımlarından farklılaşır. Burada amaçla kasdedilen şey, uzman sistemlerin insan uzmanlara uygun işleri yapmaya teşebbüs etmeleridir. Öte yandan görünüş ile kastedilen şey ise programın mekanik görünmesinden daha ziyade zeki görünmesidir. Daha açık olarak ifade edecek olursak programın iç işleyiş tarzı insanın bir problem karşısındaki tarzına benziyorsa program hareketlerini anlamlı bir biçimde insanlara açıklayabiliyorsa ve program doğal bir şekilde esnek olarak insanlarla diyalog kurabiliyorsa bu programa görünüş itibariyle bir uzman sistem diyebiliriz.

Bazı programlar uzman sistemler ve yapay zeka programları arasında bir yerdedir. Santraç programları buna örnek olarak verilebilir. Bir çok santraç programı "kaba

kuvvet" (Brute Force) temeline dayanır. Yani, bilgisayar mümkün hamleleri saklar bu hamlelere rakibin verdiği cevapları da saklar ve bu işlem bilgisayarın limitlerine kadar devam eder. Bu şekilde işlem yapmaya kaba kuvvet (Brute Force) adı verilmektedir. Çünkü bilgisayar bir hamle ile karşılaştığında hafızasından mevcut gidiş yollarına bakarak en iyi gidiş yolunu tercih eder. Bu tür bir yaklaşım belki iyi bir santraç programı verir ama program bu haliyle uzman sistem özelliğini kaybeder. Çünkü böyle bir program bir insan gibi hareket etmemekte iç yapısı bakımından mekanik bir görünüş vermektedir. Gerçek bir uzman sistem diyebileceğimiz ileri santraç programlarında program insanınkine benzer höristikler kullanılır ve hamlelerinin iyi bir açıklamasını yapabilir.

5.5. Uzman Sistemler ve Yöneylem Araştırması :

Günümüzde YZ uygulamaları çok değişik disiplinlerden olabilmektedir. Şu anda bir çok Yöneylem Araştırmacısı, YZ konusunda temel ve uygulamalı araştırmalar yapmaktadırlar. Yöneylem biliminin YZ, özellikle uzman sistemler teknojisinin geliştirilmesi konusunda yapabileceği pek çok katkı vardır. Uzman sistemlerin önceliğini yapan bilgisayar orjinli araştırmacıların geliştirdiği modeller ve kavramlar incelendiğinde aslında bunların yöneylem araştırmacılarının matematiksel modelleme metodolojisine çok benzediğini ve bu metodolojinin hemen hemen hiç değiştirilmeksizin uzman sistem geliştirilmesi konusunda uygulanabileceği görülmektedir.

Bugün uzman sistemler hem teknoloji olarak hem de uygulama olarak hızla ilerleyen bir alandır. Uzman sistemler, yapay zeka biliminin bir dalıdır ve bugün mühendislikte, tıpta, madencilikte, kimyada, iş dünyasında ve diğer alanlarda başarıyla kullanılmaktadır. Yöneylemciler karar destek sistemleri geliştirerek öteden beri karar vericilere kararlarında yardımcı sistemler geliştirmektedirler. Karar vericiye tavsiyede bulunarak yardımcı olan

uzman sistemlerin geliştirilmesinde de yöneylem araştırması büyük katkılar sağlayabilir. Bu konuda daha ayrıntılı bilgi için bir sonraki bölüm incelenmelidir.

5.6. Bir uzman sistemin özellikleri :

Bir uzman sistemin temeli sistemin kurulması aşamasından itibaren zaman içerisinde genişleyen güçlü Bilgi Tabanı (Corpus of knowledge)'dir. Bu bilgi tabanına karar verme işlemi esnasında başvurulur ve prensip olarak sistemin dışsal elemanıdır. Bir uzman sistemin en faydalı özelliği problem çözmede yardım sağlayan yüksek seviyeli uzmanlığıdır. Bu uzmanlık etkin problem çözümlerine yol, belirli bir alandaki üst seviye uzmanların bilgi ve tecrübelerinden oluşmuştur ve özel bilgi gösterim yöntemleri ile uzman sistemin bilgi tabanı içerisinde bulunur. Bu durum ticari alanda sistemin değerini oldukça artırmaktadır.

Uzman sistemin diğer bir faydalı özelliği tahmini modelleme gücüdür. Sistem verilen bir alanda problemi çözmek için model olarak davranabilir. Verilen bir problem durumu için arzu edilen cevapları temin eder ve yeni durumlar için çözümlerin nasıl değişeceğini gösterir. Uzman sistem yeni durumların değişikliğe nasıl sebep olacağını açıklayabilir. Bu da kullanıcının yeni olgular veya verilerin potansiyel etkisini değerlendirmesine ve onların çözümlerle olan ilişkilerini anlamasına imkan sağlar. Benzer şekilde kullanıcı yeni kurallar ekleyerek veya mevcut kurallarda değişiklikler yaparak yeni stratejilerin veya prosedürlerin çözüm üzerindeki etkisini değerlendirebilir.

Uzman sistemlerin bir faydası da organizasyonel hafıza (Institutional Memory) rolünü üstlenebilmeleridir. Uzman sistemin bilgi tabanı bir ofisteki, bir departmandaki veya bir işteki anahtar personel ile etkileşim halinde geliştirilirse bu grubun çalışma prosedürü bilgi tabanında kopyalanmış olur. Bu anahtar kişiler ayrıldığında

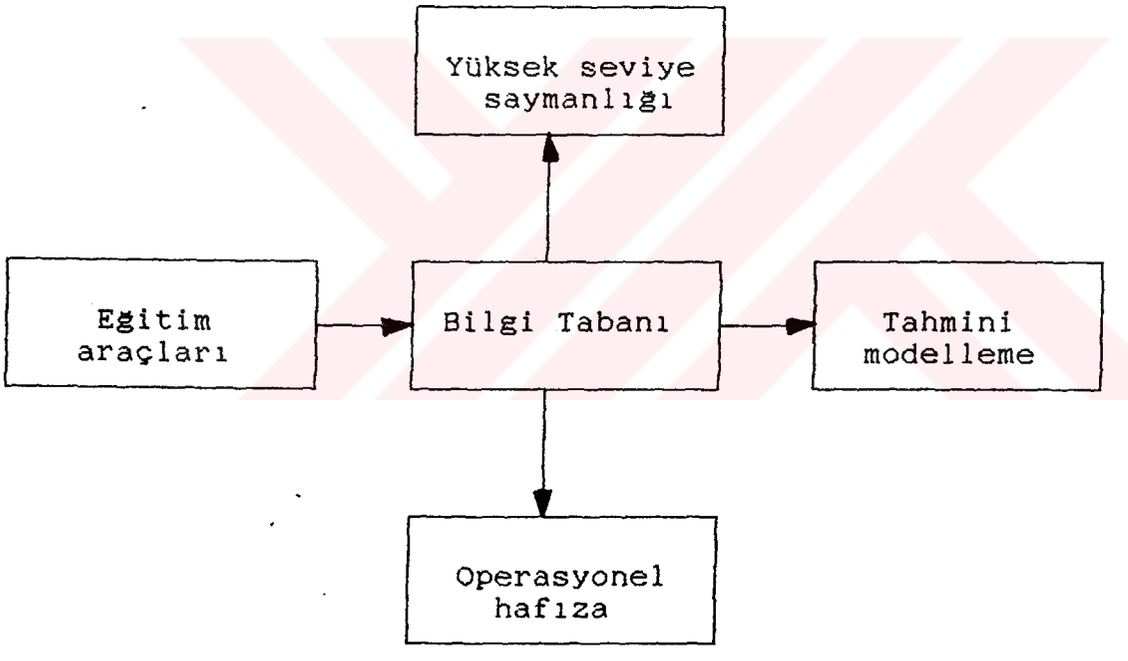
onların uzmanlığı korunmuş olur ve devam eder. Bu özellik bilhassa kritik sahalarda (özellikle askeri ve hükümet alanlarında ve iş dünyasında) çok önemlidir.

Uzman sistemin son bir özelliği ise önemli personel üyeleri ve anahtar personel için eğitim araçları (training Facility) sağlama kabiliyetidir. Uzman sistemler daima önemli bilgileri ve çıkarım yolunu açıklayabilme yeteneğini içerdiğinden eğitim amaçlı olarak tasarlanabilirler. Bir eğitim amacı olarak uzman sistemler geniş bir uzmanlıkla ve stratejik bilgilerle dolu yeni personel üyeleri yetiştirir. Sistem aynı zamanda, örneğin finansal planlama gibi spesifik konularda deneyimsiz elemanları yetiştirmek için de tasarlanabilir (Şekil : 5.6 Bir uzman sistemin genel özelliklerini göstermektedir [14]).

5.7. Uzman sistemlerin avantajları nelerdir :

Bir uzman sistemin en önemli avantajı herşeyden önce bulunabilirliğine dayanır. Uyumak, dinlenmek, yemek arası vermek, tatile çıkmak vb.. gibi ihtiyaçları bulunan bir insan uzmanın aksine uzman sistem yılın her gününde ve günün yirmidört saati kullanıma hazırdır. Ayrıca, bir çok durumlarda ihtiyaç duyulduğu zaman bazen bir uzman dahi bulunamazken kopyalama yolu ile bir çok uzman sistem oluşturulabilir. insanlardan farklı olarak kompüterize edilmiş bir uzman sistem hiç bir zaman ölüp mevcut bilgisinide beraberinde götürmez. Bir uzman sistemdeki bilgi kolayca saklanabilir ve kopya edilebilir. İnsan uzmanın bilgisi ise zaman içerisinde sürekli kayboluş riskine sahiptir.

Bir uzman sistemin insan uzmanlara nazaran diğer bir avantajı kompüterize edilmiş bir uzman sistemin performansının zirvesinde olmuş olmasıdır. İnsan uzman yorulduğu zaman verdiği tavsiyelerin güvenirliliği zedelenebilir. Bununla beraber kompüterize edilmiş uzman bilgisinin sınırları içerisinde daima mümkün olan en iyi düşünceyi ve



Şekil : 5.6 : Bir uzman sistemin genel özellikleri

tavsiyeyi üretmektedir.

Bir uzman sistemin diğer bir avantajı ise onun insan gibi herhangi bir kişiliğe sahip olmamasıdır. Yani subjektiflik özelliğine sahip olmamasıdır. Bilindiği gibi tüm insanların kişilikleri birbirinin aynı değildir. Bir insanın uzmanlığına ihtiyaç duyan kişi ile uzmanın anlaşamaması bilgi güvenirlirliğine gölge düşürülebilir. Fakat bir uzman sistemin kişiliği yoktur. Kişiden kişiye farklılık göstermez.

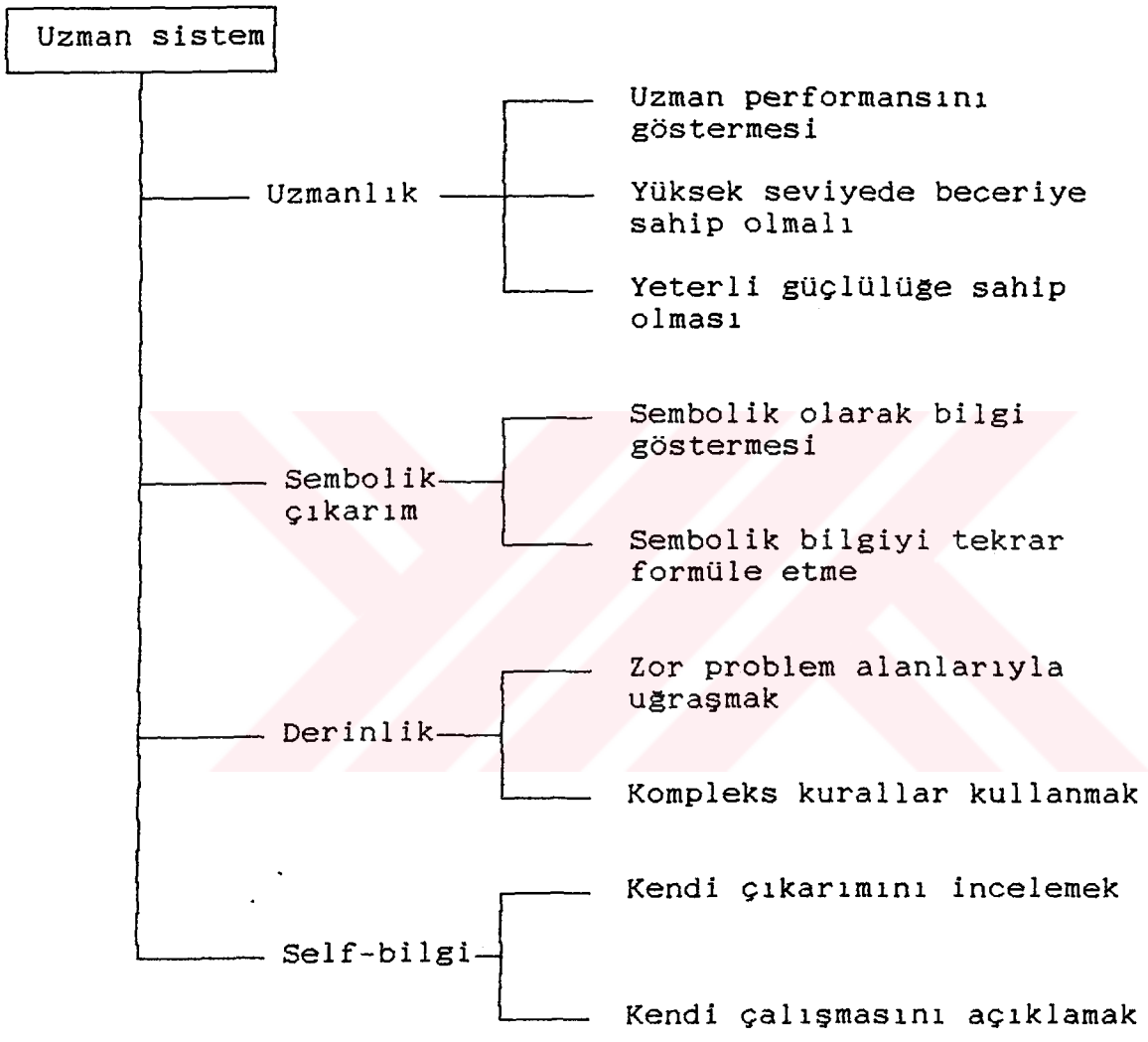
Dikkate alınabilecek son avantajı, ise bir uzman sistem oluşturulduktan sonra bir makinadan diğerine çok basit bir kopyalama işlemiyle yeni bir uzman sistemin elde edilmesi imkanıdır. Oysa, bir insanın belirli bir alanda uzman olabilmesi için çok uzun bir zaman periyoduna gereksinimi vardır. Bu da yeni insan uzmanların yetişmesini zorlaştırmaktadır (Şekil : 5.7 Bir uzman sistemi klasik bir programdan ayıran karekteristik özellikleri göstermektedir [15]).

5.8. Uzman sistemin oluşturulmasında rol oynayan elemanlar

Bir uzman sistemin kurulması ve işletiminde rol oynayan faktörler şunlardır :

- Uzman sistem
- İnsan uzman
- Bilgi mühendisi
- Uzman sistem kurma araçları
- Kullanıcılar

Uzman sistem, ilgili bilgisayar yazılımı veya programların bütünüdür. Hem problem çözme kısmını ve hem de bir destek kısmını içerdiğinden bu yazılımı sadece bir program olmasından öte bir sistem olarak görmek gerekir. Bu destek çevresi (support environment) kullanıcının ana programla



Şekil : 5.7 Bir uzman sistemi klasik programdan ayıran karekteristik özellikleri

ilişki kurmasına yardımcı olur.

İnsan uzman, ilgilendiği konu veya alan hakkındaki düşüncelerini çok net bir şekilde açıklayabilen, o alandaki problemlere uygun çözümler üretilebilecek genel bir bilgi ve tecrübeye sahip kişidir. Uzman, etkin bir çözüm bulmak için ustalığını ve tecrübesinin kendisine kazandırdığı kısa yolları kullanır. Uzman sistem bu problem çözme stratejilerini modeller. Konuları tanımlar ve başarı performansını belirler.

Bilgi mühendisi (Knowledge Engineer), bilgisayar bilimi ve yapay zeka konusunda temel bilgisi olan uzman sistemlerin nasıl oluşturulacağını bilen bir insandır. Bilgi mühendisi organizasyonda uzmanlarla görüşmeler yapar, bilgiyi organize eder, uzman sistemde bilginin nasıl temsil edilmesi gerektiğine karar verir ve kodlamada programcılara yardımcı olur. Bilgi mühendisi uzmanlarla olan görüşmelerde problemin çözümü için gerekli prosedürleri, stratejileri ve kuralları elde etmeye çalışır. Daha sonra bu bilgiyi uzman sistem içinde kurmaya çalışır.

Uzman sistem kurma araçları (Expert systems building tools), uzman sistem oluşturmada bilgi mühendisi veya programcı tarafından kullanılan programlama dilidir. Bu araçlar, problemlerin çözümü için kullanıcılara yardımcı olan bilgi sistemlerinin kurulmasında bilgi mühendislerine imkan sağlar. Uzman sistem kurma araçları konvansiyel programlama dillerinden farklılık gösterir. Bu araçlar yüksek seviyeli karmaşık kavramların gösterimi için uygun yöntemleri sağlarlar.

Kullanıcı (user), geliştirilen uzman sistemi kullanan kişidir. Son kullanıcı (end-user) olarak ta geçebilir. Son kullanıcı aslında uzman sistemin geliştirilip kendisinin kullanımına sunulduğu kişidir. Uzman sistem kullanıcıları,

- Tavsiye için sisteme güvenen bir yöneticidir.

- Sisteme veri ekleyen personelden biri olabilir

- Yeni mineral kaynakların keşfedilmesinde yardımcı olması amacıyla sistemi kullanan bir bilimadamı olabilir.

- Herhangi bir vakayı saptamada uzman sistemi yardım aracı olarak kullanan bir hakim veya savcı olabilir.

- Organik kimya hakkında daha çok şey öğrenmek için sistemi kullanan bir öğrenci olabilir.

Şekil : 5.8 Bir uzman sistemin kurulmasında rol oynayan elemanları göstermektedir [15] .

5.9. Uzman sistemlerin genel yapısı :

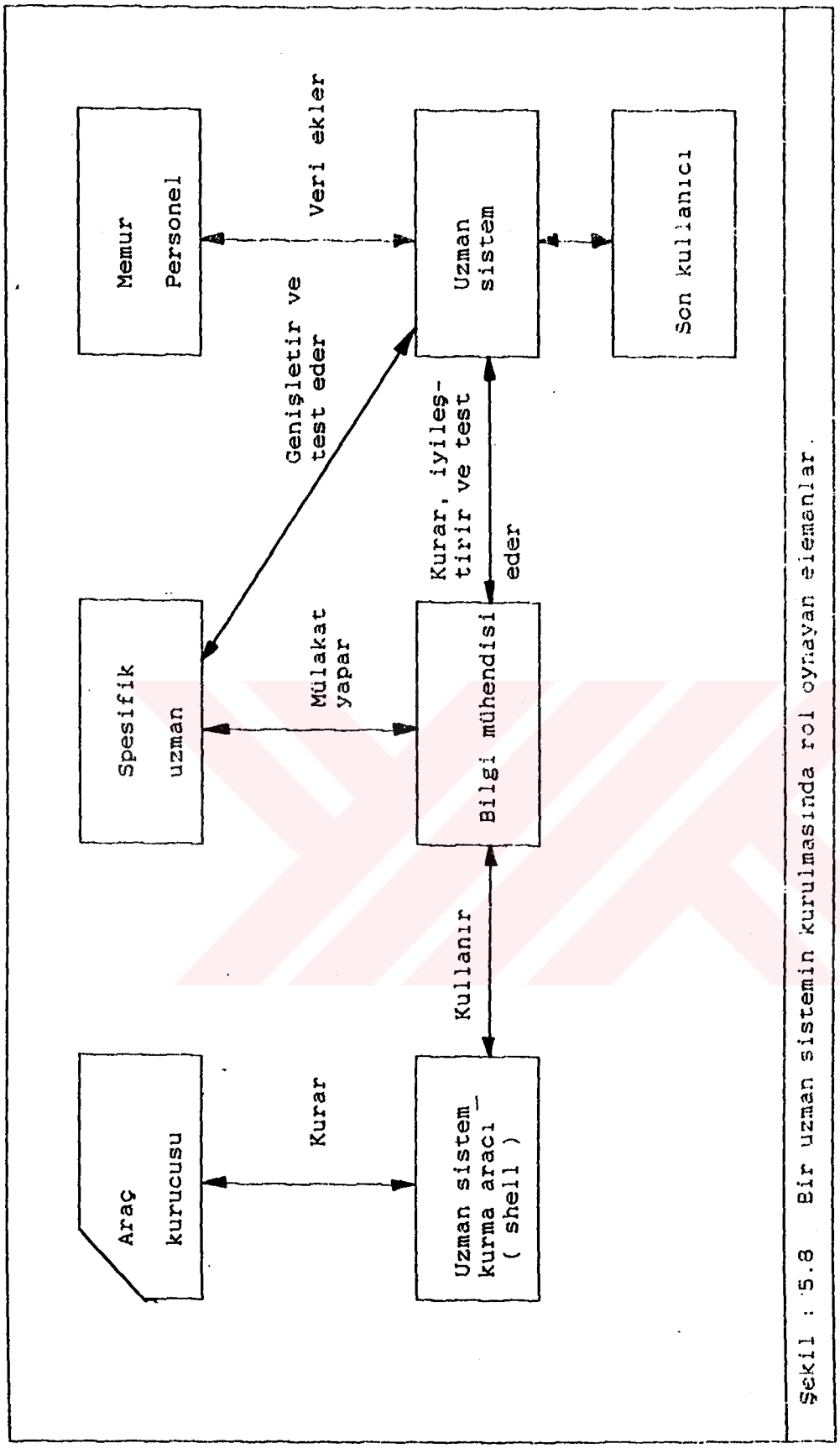
Bir uzman sistemin temel yapısı genel olarak üç ayrı elemandan oluşur. Bunlar :

- Bilgi tabanı

- Çıkarım mekanizması

- Kullanıcı arabirimi

Bilgi tabanı (knowledge base), uygulama alanı ile ilgili spesifik bilgiden oluşmaktadır. Bu bilgi alanla ilgili olguları, ilişkileri veya olayları tanımlayan kuralları içerir. Ayrıca problemlerin çözümü için gerekli metodları, höristik ve düşünceleri de içerebilir. Bilgi tabanı ile



Şekil : 5.8 Bir uzman sistemin kurulmasında rol oynayan elemanlar.

ilgili bilinmesi faydalı olan iki kavram vardır. Bunlar : obje ve özellik terimleridir. Objeler ilgili kurallarla tanımlanan sonuçlardır. Özellik ise obenin tanımlanmasına yardımcı olan belirli niteliklerdir. Bu bakımdan bir bilgi tabanı, kuralları ve özellikleriyle tanımlanmış bir objeler listesi olarak düşünülebilir. Aşağıda bir elma objesi ve onun özellikleri ifade edilmiştir.

elma

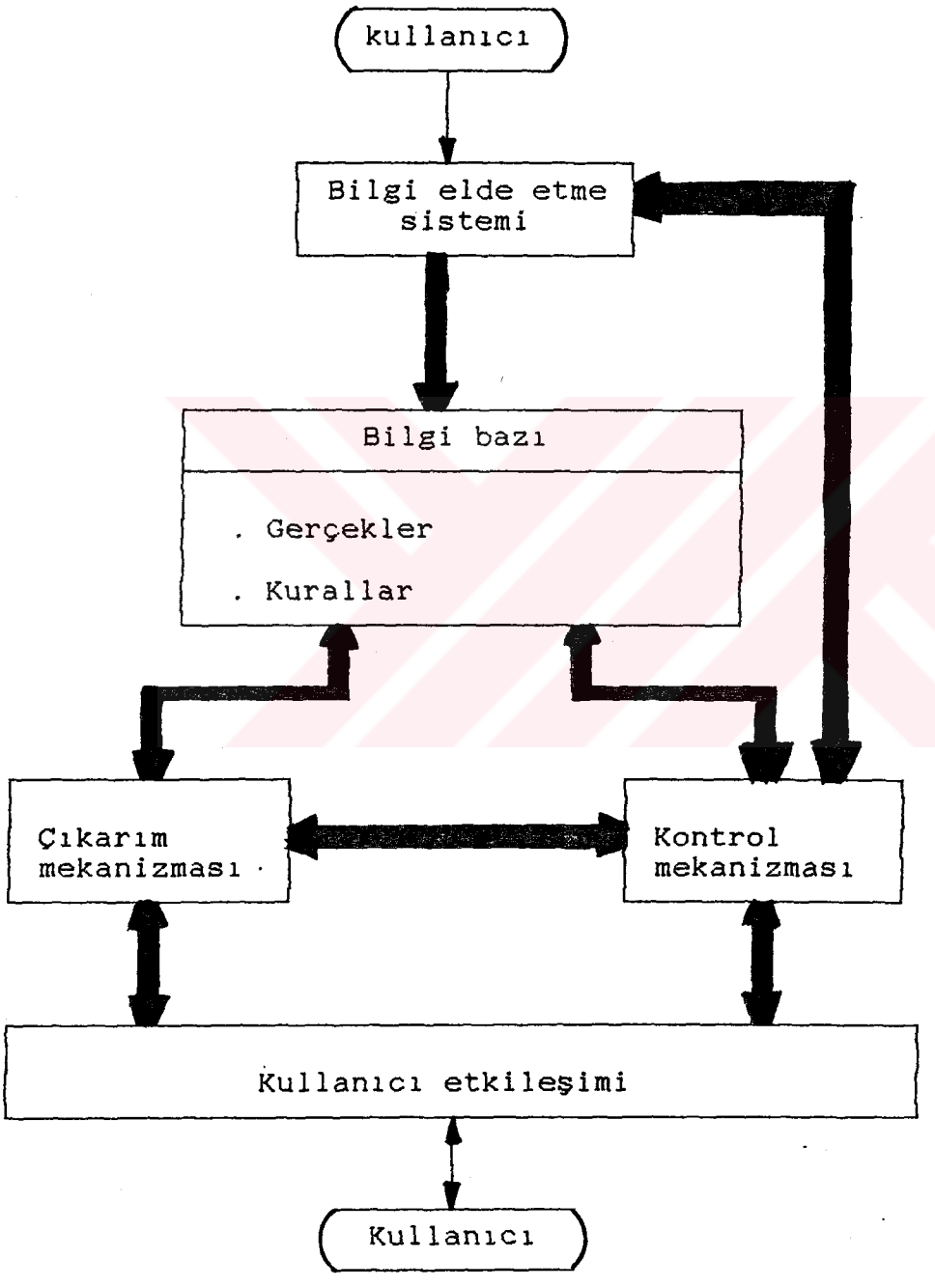
ağaçta büyür.
yuvarlaktır.
kırmızı veya sarıdır.

Çıkarım mekanizması, kullanıcıların hakkında tavsiye istedikleri objeleri verilen bilgileri kullanarak bulmaya çalışan bir uzman sistem alt programıdır. Çıkarım mekanizmaları deterministik ya da olasılıklı olarak tasarlanabilirler. Öte yandan çalışma şekline göre de ileriye doğru zincirleme ve geriye doğru zincirleme olarak ifade edilen iki farklı şekilde çalışabilirler.

Kullanıcı arabirimi, kullanıcı ve sistem arasındaki pürüzsüz haberleşmeyi temin eder. Çıkarım mekanizması ve kullanıcı arabirimini bir eleman olarak düşünmek mümkündür. Buna genellikle uzman sistem shell'leri kısaca shell denilmektedir (Şekil :5.9 Bir uzman sistemin yapısını göstermektedir [17]).

5.10. Uzman sistem shell'leri :

Uzman sistem geliştirmek oldukça zahmetli bir çalışmayı gerektirir. Gerek uygun bir dilde programlanması ve gerekse de uzmanlık bilgilerinin alınıp uygun şekilde kodlanması geniş hacimli bir işlemdir. Bu nedenle iyi bir uzman sisteminin fiyatları oldukça yüksektir. Bu yüksek maliyetleri aşağı çekmek uzman sistem geliştirme aşamasının



Şekil : 5.9 Bir uzman sistem yapısı

daha kolaylaştırılmasına bağlı olacaktır. İşte bu noktada Uzman sistem shell'leri önemli ölçüde katkı sağlamışlar ve uzman sistemlerin yaygınlaşmasını hızlandırmışlardır. Uzman sistem shell'leri kendilerine has bir bilgi gösterim tarzı olan çıkarım mekanizmasına sahip uzman sistemlerdir. Bununla birlikte, bilgi tabanları boştur. Teorik olarak bir uzman sistem shell'i ile pek çok konuda uzman sistem yazılabilir. Tek değişecek şey bilgi gösterimleri ve bilgi tabanıdır.

Şu anda kişisel bilgisayarlar alanında pek çok shell ticari olarak pazarlanmaktadır. Bunlar arasında makul fiyatlara sahip iki tanesi INSIGHT ve VPEXPERT 'dir.

5.11. Uzman sistemler ve Prolog :

Prolog dili, diğer yapay zeka alanlarında olduğu gibi uzman sistemler alanında da oldukça avantajlıdır. Çünkü zaten kendiliğinden bir çıkarım mekanizması içermektedir. Böylece prolog kullanarak uzman sistemler ya da uzman sistem shell'leri yazmak mümkündür.

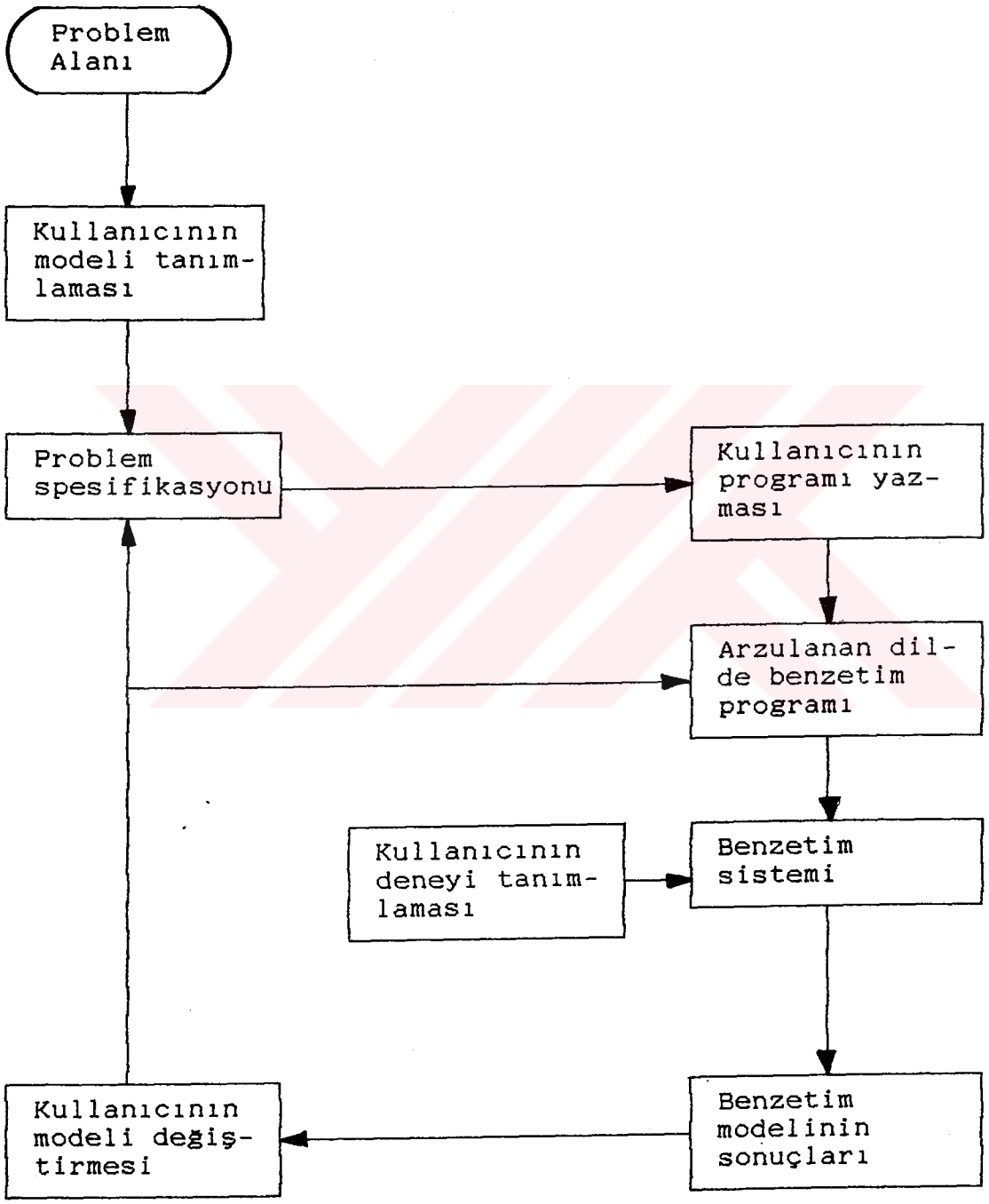
BÖLÜM 6

6. Uzman sistemler ve Benzetim [18] :

6.1. Giriş :

Uzman sistemlerin genel yapısını gördükten sonra bu sistemlerin benzetim alnındaki uygulamaları incelenebilir. Ancak bu konuya geçmeden önce benzetim alanındaki uzman sistem kullanımının getirdiği avantajları bir kere daha gözden geçirmek yararlı olacaktır.

Haddock'a (1987) göre klasik benzetim çalışmalarında modelleme esnasında çok zamana ihtiyaç duyulması en önemli sorundur. Bundan başka klasik benzetim modellenmesinde üç temel soruna dikkat çekilmiştir. Bunlardan birincisi mevcut benzetim programlama modellerinin herhangi spesifik bir problem için değil genel kullanım için hazırlanmış olması ve bundan dolayı çalışmayı yapan kişinin programlama dilini kendi problemine uydurmada zorlanmasıdır. İkinci sorun, benzetimin genelde bir optimizasyon yöntemi olmamasından dolayı, benzetim uygulamalarının analizinin ancak geniş bilgilere sahip elemanlar tarafından yapılabilmesidir. Yeni benzetim çalışmalarının analizi diğer çalışmalara göre daha karışıktır. Üçüncü sorun ise, benzetim sonucu ortaya çıkan istatiksel sonuçların analizinin de karmaşık ve zor olmasıdır. (Şekil : 6.1.a klasik benzetim yaklaşımı [18]).



Şekil : 6.1.a Klasik benzetim yaklaşımı

O'Keefe (1986), klasik benzetim çalışmalarında modelleme yapabilmek için , uygulayıcının 4 temel konuda bilgi sahibi olması gerektiğini söylemiştir. Bu konular sırasıyla şöyledir :

- Modellenecek sistemin ne olduğu hakkındaki bilgiler.
- Sonuçların istatistiki değerlendirilmesi esnasındaki bilgiler ve hangi ölçütlere göre değerlendirilme yapacağı.
- Gerçek sistem davranış özellikleri hakkında bilgiler.
- Benzetimi gerçekleştirecek programlama dili ya da paketler hakkındaki bilgiler.

Haddock benzetim çalışmalarında uzman sistemlerin kullanılmasıyla modelleme ve analiz çalışmalarındaki 3 temel sorunun büyük ölçüde azalacağına dikkat çekmiştir. Ayrıca O'Keefe tarafından ortaya atılan, benzetim çalışmaları yapan kimselerin sahip olmak zorunda oldukları 4 temel bilgi alanı da uzman sistem kullanımıyla 1'e inmektedir. Yani, uygulayıcı sadece gerçek sistem ve benzetimin davranışı hakkındaki bilgilere sahip olması halinde, herhangi bir sistemde benzetim çalışması yapılabilecektir.

Klasik benzetim yaklaşımı ile yapay zekayı birleştiren mevcut araştırmalar iki spesifik alanda toplanmıştır. İlk alan problem spesifikasyon prosesinin otomatikleştirilmesi için yapay zeka kullanımı, ikinci ve daha zor olanı ise, arzulanan benzetim dilinde otomatik olarak programın oluşturulması için yapay zeka kullanılmasıdır. Bu iki alanı birleştirerek komple bir yapay zeka sistemi oluşturulabilir. Bu tip sistemler "benzetim üretici sistemler (simulation Generator)" olarak adlandırılmışlardır.Matewson(1984) benzetim üretici sistemleri genel sembollerle tarif edilmiş sistem özelliklerini ve mantığını program kodlarına çevirmek suretiyle sistemin bilgisayarda modellenmesini

sağlayan ve bu modeli çalıştıran etkileşimli yazılım paketleri olarak tanımlanmıştır.

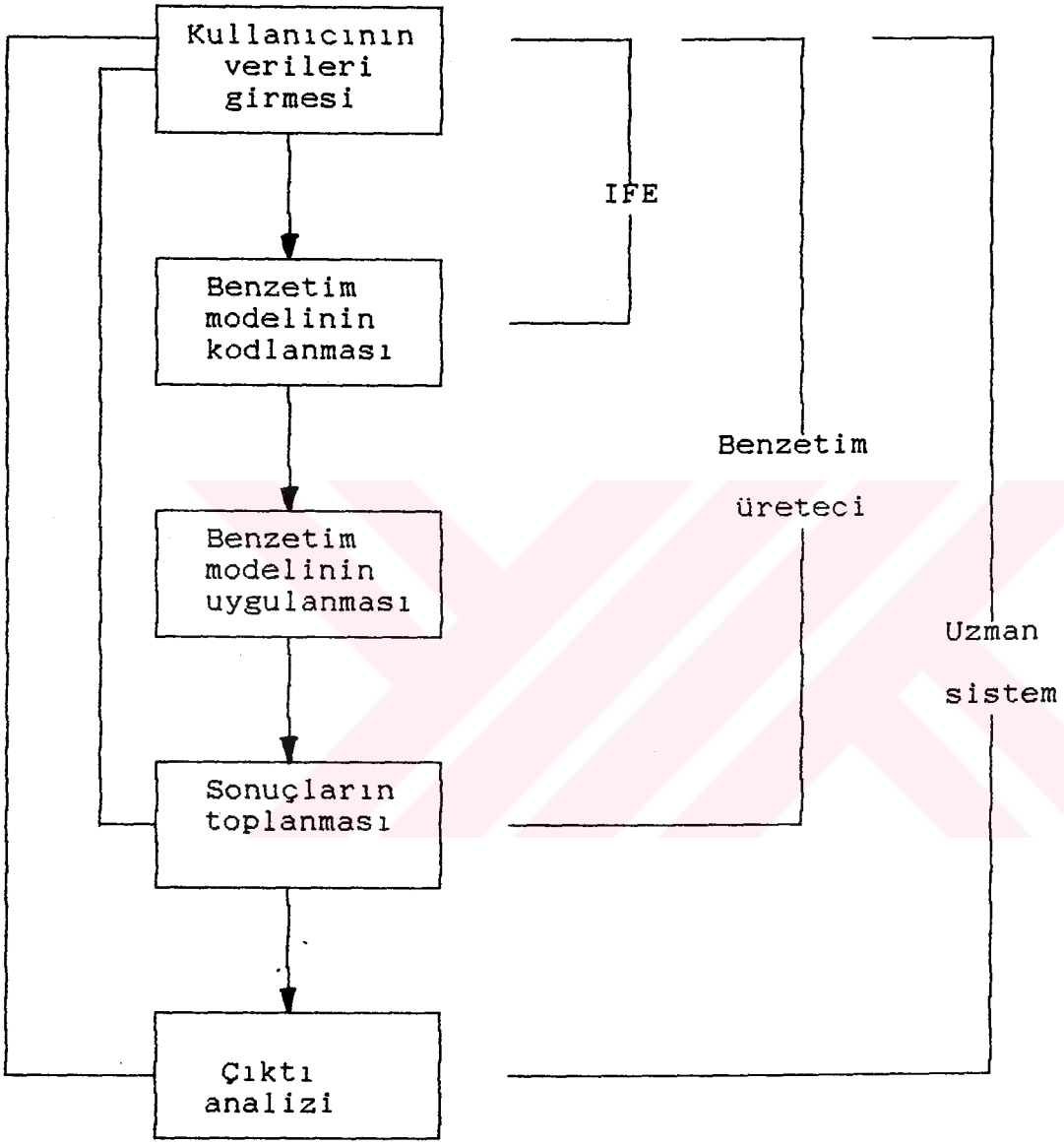
Otomatik problem spesifikasyonu ve otomatik program yazılımının geniş olarak incelenmesinden önce uzman benzetim sistemlerinin genel yapısı ile ilgili iki şekli incelemek faydalı olacaktır. Haddock(1987) tarafından benzetim üretici sistem bazlı bir üretim çalışmasında benzetim üreteci ve uzman sistemin hangi öğelerden oluştuğu Şekil : 6.1.b' de verilmiştir. Dikkat edileceği gibi Haddock günümüz uzman sistemlerinde "çıktı analizi" bölümününde yer alması gerektiğini vurgulamıştır. Bu şekle göre uzman sistemin ilk iki aşamasını oluşturan bilgi girişi ve buna göre programın kodlanması bölümlerinin IFE' (İntelligent Front End) denilen bölüm tarafından yapılmakta , modelin çalıştırılması ve sonuçların toparlanması bölümlerinin IFE'ye eklenmesiyle "benzetim üretici" sistem oluşmakta ve son olarak "çıktı analizi" ' nin e klenmesiyle uzman sis tem yapısı ortaya çıkmaktadır.

Şekil : 6.1.c 'de ise yine Haddock tarafından 1985' te oluşturulan bir uzman sistem modüllerinin birbirleriyle olan etkileşimleri bir şema ile gösterilmiştir.

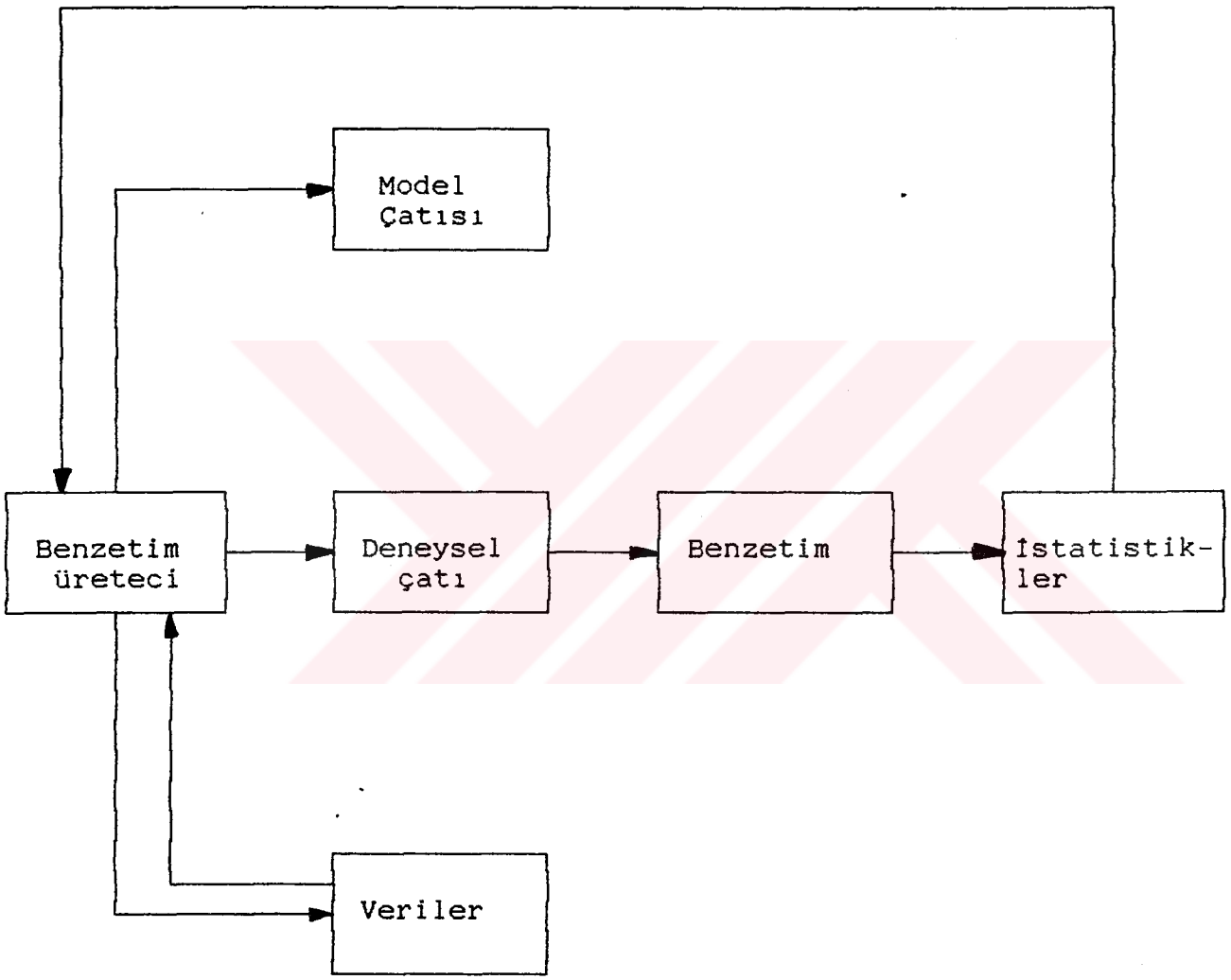
Genel yapıyı tanıdıktan sonra daha önce sözü edilen otomatik problem spesifikasyonu ve problem yazılımları bölümleri incelenebilir.

6.2. Otomatik problem spesifikasyonu :

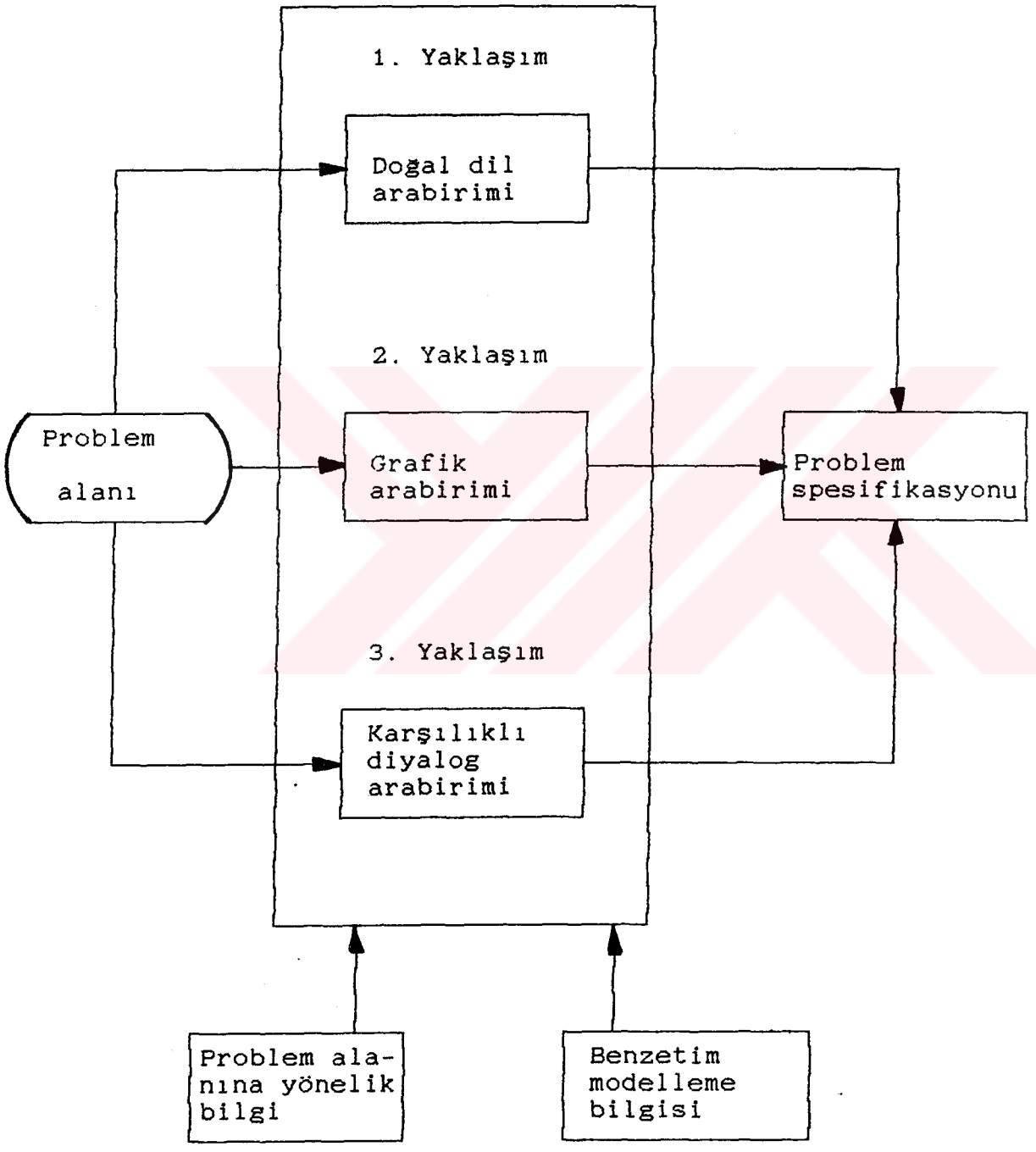
Şekil : 6.2 'te benzetim ile genel zekanın birleştirilmesi ile, otomatik problem spesifikasyon (OPS) yaklaşımının şematik yapısını göstermektedir. OPS, kullanıcıya, benzetim model yapısını tanımlamada bir yapay zeka desteği olarak gözönüne alınabilir (Murray ve Shoppard 1988).



Şekil : 6.1.b Benzetim üreteci ve Uzman sistem



Şekil : 6.1.c Uzman sistem yapısı



Şekil : 6.2 Otomatik problem spesifikasyonuna ait üç yaklaşım

İki tür bilgi içeren bilgi tabanları, OPS'nunu desteklemek için kullanılır. Bu tür bilgiler problem alanına yönelik bilgi ve benzetim modelleme bilgisidir. Sonuçta, her problem alanı kendi bilgi tabanını gerektirir (Ford ve Schoer 1987) elektrik montaj alanına yöneliktir. Benzetim modelleme bilgisi arzulanan dilde son benzetim programının yazılması için gerekli bilgidir.

Bu bilgi tabanları daha sonra sistem ile kullanıcı arasındaki karşılıklı diyaloğu yöneten bir kurallar kümesini tanımlamak için kullanılır. Kullanıcının spesifik sorulara verdiği cevaplara bağlı olarak farklı kuralları kullanarak, sistem farklı bir mantık işletir. Karşılıklı diyaloğun tamamlanmasında sistem problem veya modelin bir iç spesifikasyonunu tanımlayacaktır.

Benzetim modelinde veya problem spesifikasyonun tanımlanmasında kullanıcıya yardım etmek üzere üç yaklaşım belirtilmiştir. Bu yaklaşımlar :

- Doğal dil arabirimi
- Etkileşimli grafik arabirimi
- Karşılıklı diyalog arabirimi

6.2.1. Doğal dil arabirimi :

Doğal dil arabirimi (NLI), kullanıcının problemi, girdilerin bilgisayara bir klavye yardımıyla yapıldığı serbest format tanımlamasını sağlar. NLI daha sonra verileri inceler ve otomatik olarak arzulanan dilde benzetim programını yazar. Bir çok NLI, eksik bilgi ve mümkün tutarsızlıkları belirlemek için kullanıcıyla etkileşimli olarak çalışır.

İlk NLI' lardan biri kuyruk benzetimleri için doğal

dil programlama (NLPO)' dır. İngilizce karşılıklı bir diyalogla kuyruk problemi için bir veri tanım sistemi oluşturur. Bu sistemi kullanarak, sistem kullanıcının sorularına cevap verir ve kullanıcıya ilave bilgileri sorar. Gerekli bilgiler alındıktan sonra NLPO, GPSS programlama dilinde programı oluşturur.

Diğer bir güncel NLI, elektronik üretim benzetim sistemidir (EMSS) (Ford ve Schroer 1987) sistem, elektronik montaj terimleri, deyimler-terimler ve deyimlerle ilgili sezgilerden oluşan bir sözlük etrafında oluşmuştur. EMSS, girdi olarak üretim prosesinin yazılı ifadesini kabul eder. Daha sonra teksti inceler ve bu teksti kavramsal bağımlı gösterim şekline sokar. Bu gösterim daha sonra, arzulanan dil SIMAN' da (Pegden 1985) benzetim programını yazmak için EMSS tarafından kullanılır.

6.2.2. Etkileşimli Grafik Arabirimi :

Problemin tanımlanmasında kullanıcıya yardımcı olan ikinci yaklaşım NLI' den daha kolay olan etkileşimli grafik arabirimidir (IGI). IGI simüle edilecek sistemin grafik seklini oluşturmak için kullanıcı tarafından mouse ile seçilebilen şekilli menüden oluşmaktadır. Sistem oluşturulduktan sonra kullanıcı klavye yardımıyla şekillere karşılık gelen özelikleri girer.

Khoshnevis ve Chen (1986) bir sistemin grafiksel olarak modellenmesi için objeye yönelik bir yaklaşım geliştirmiştir. Burada, kullanıcının modeli oluşturması için bir şekil hanesi mevcuttur. Bu şekiller "CREATE", "SEIZE", "SERVICE", "TRANSFER" ve "GATE" bloklarını içermektedir. Sistem, eksik veya fazla bilgileri kontrol ederek kullanıcıyı harekete geçirir. Sistem kurallara dayalı olup IBM PC de LISP dilinde yazılmıştır. Modelin grafik şekli tamamlandıktan sonra sistem otomatik olarak uygun SIMAN benzetim programını yazar (Pritsker ve Pegden 1979).

6.2.3. Karşılıklı diyalog arabirimi :

Problem spesifikasyonunun tanımlanmasında kullanıcıya yardım eden üçüncü yaklaşım karşılıklı diyalog arabirimidir (IDI). IDI kullanıcıya sorulan bir dizi sorulardan oluşmaktadır. Soruların sırası, kullanıcının cevaplarına bağlıdır. Problem spesifikasyonunun tanımlanmasında üç yaklaşımdan uzmanlar tarafından en çok kullanılanı bu yaklaşımdır.

Karşılıklı diyalog yaklaşımı kullanan çok sayıda sistem geliştirilmiştir. Haddock ve Davis (1985), esnek üretim sistemi için bir benzetim üretici geliştirmişlerdir. Sistem FMS' nin özelliklerinin bir bir benzetim modeline çevrilmesinde kullanıcıya yardım eden menülü bir ekran kümesinden oluşmaktadır. Bu giriş karekteristikleri, FMS 'deki istasyon sayısı ve tiplerini envanter transfer araçlarını, geliş hızları ve hazırlıkları ve işleme zamanlarını içermektedir. Daha önce Şekil:6.1.b ve Şekil: 6.1.c 'te yapısı verilen bu sistemde, benzetim üretici IBM PC'de BASIC ile yazılıp SIMAN benzetim programını oluşturmaktadır. Ayrıca, çıktı analizi de FORTRAN' da yazılan altprogramlarla oluşturulmaktadır.

Brazier ve Shannon (1987), otomatik kılavuzlu araç sistemlerinin (AGVS) modellenmesi için otomatik bir programlama sistemi geliştirmiştir. Sistem, kullanıcıya AGVS' nin tanımlanmasında yardımcı olmak üzere karşılıklı bir diyalog kullanır. AGVS tanımlandıktan sonra sistem uygun SIMAN programını yazar. Sistem IBM PC 'de Turbo Prolog' la yazılmıştır. Daha güncel olarak, bilgi tabanlı model oluşturma (KBMC) sistemi, model tanımlamayı ve yazmayı otomatikleştirmek için geliştirlmiştir(Murray ve Sheppard 1988) Sistem, problem spesifikasyonunun tanımlanması için kullanıcıyla olan yapısal bir karşılıklı diyaloğu kullanır.

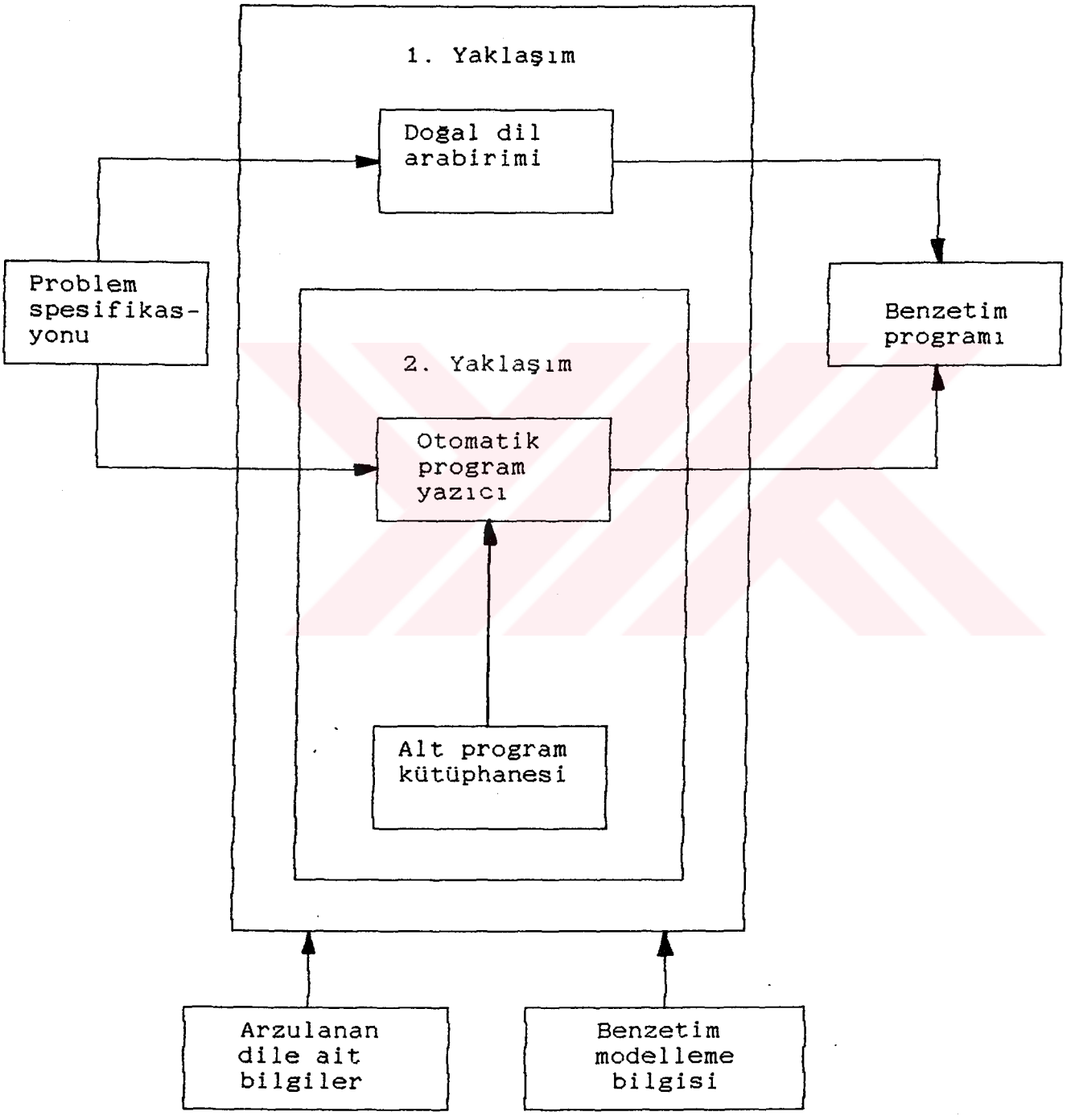
Problem spesifikasyonu daha sonra, uygun SIMAN benzetim programını otomatik olarak yazmak için KBMC sistemi tarafından kullanılır.

Dikkat edilebileceği gibi bu tip çalışmalarda genelde diyalog için kullanılan programlama dili esas benzetim dilinden farklıdır. LISP,PROLOG, BASIC gibi diller kullanıcıyla karşılıklı etkileşim aşamasında en çok kullanılan dillerdir. Benzetim programları SIMAN, GPSS vb. dillerde diyalog esnasında elde edilen veri tabanına göre yazılmakta ve işletilmektedir. Ancak benzetim dilinin izin verdiği ölçüde diyalog kısmınıda aynı şekilde oluşturmak mümkündür.

6.3. Otomatik benzetim yazılımı :

Şekil :6.3 'te, benzetim ile yapay zekanın birleştirilmesine ait problem yaklaşımının şematik şeklini göstermektedir. Temelde, iç problem spesifikasyonlarının alınması ve daha sonra otomatik olarak arzulanan benzetim dilinde programın yazılması için iki yaklaşım vardır.İlk yaklaşım problem spesifikasyonuna ait iç yapıya göre direkt olarakc benzetim programını yazmaktır. Bu çalışmadan daha önce incelenen yapay zeka tabanlı sistemlerin tümü benzetim programının yazılmasında bu yaklaşımı kullanmıştır.

İkinci bir yaklaşım ise benzetim programının otomatik olarak yazılmasına yardımcı olan önceden tanımlanmış alt programlardan(makrolar) oluşan bir kütüphaneyi kullanmaktır. Bu şekildeki bir yaklaşımın avantajı, literatürde daha önceleri incelenen problemler yerine daha moderinize problemleri çözebilmesidir. Dezavantajı ise, bir çok alt programların belirli bir alana yönelik olmasıdır. Sonuç olarak farklı problemlerim çözümü için ek alt programların eklenmesi gereklidir.



kil : 6.3 Otomatik benzetim yazımına ait iki yaklaşım

Otomatik benzetim yazılımını desteklemek için iki bilgi türü kullanılmaktadır. Bu bilgi türleri benzetim modelleme bilgisi ve arzulanan dil bilgisidir. Benzetim modelleme bilgisi otomatik problem spesifikasyonu için kullanılan bilginin aynısıdır. Arzulanan dil bilgisi, benzetim diline yönelik bir bilgidir. Bu bilgi tabanları daha sonra iç problem spesifikasyonlarına göre uygun benzetim programını oluşturmak için bir kural kümesinin tanımlanmasında kullanılır.

Sonuç olarak benzetimde uzman sistemlerin kullanılmasının problem spesifikasyonu ve otomatik program yazma aşamalarında getirdiği yararları şöyle sıralamak mümkündür. (Shroer ve Tseng 1990).

Problem spesifikasyonunda :

- Modellenecek sistemdeki bilgilerin elde edilmesi için yapısal bir prosedür sağlar.

- Problem spesifikasyonunun tanımını hızlandırır.

- Detaylı ve tam bir problem spesifikasyonu tanımı sağlar.

- Modelleme işleminin genel kalitesini geliştirir.

Otomatik problem yazma aşamasında :

- Arzulanan benzetim dilini kullanan modelleyici için gerekli bilgiyi azaltır.

- Hızlı ve doğru bir biçimde benzetim programını yazar.

- Hızlı bir şekilde benzetim modelinin prototipini oluşturur.

- Yazılım hatası olmayan işletilebilir benzetim programını yazar.

- Okunması, izlenmesi ve değiştirilmesi kolay olan yapısal benzetim modelini oluşturur.

- Benzetim programının genel şeklini genişletir.

6.4. Benzetim amaçlı uzman sistemler ile benzetim arasındaki farklılıklar [19] :

Birinci önemli fark, benzetim dilleri ve modelleri yapay zekada kullanılmakta olan fikirlerin pek çoğunu içerir. Mevcut benzetim sistemleri ne probleme cevap bulmak için kaç defa denemenin yapılacağı nede uygun karar vermeye yardımcı değildirler.

Arzu edilen sonuca ulaşmak için uygun bir arama tekniğini gerçekleştirmek ve arzu edilen özellikleri sağlayan modeli otomatik olarak kurmak uzman sistem sorumluluğundadır.

İkinci önemli fark, yapay zeka destekli sistemlerde veri tabanı, bilgi tabanı, kontrol yapısı ayrıdır ve herbiri diğerini etkilemeksizin kolaylıkla değiştirilebilir. Bugün çoğu benzetim modelleri bilgi ve kontrolü gibi iki kısımda ifade edilmekte ancak bunun yanında bazı benzetim dilleri iki veya üç parçaya ayrılmaya başlamışlardır (Model, deney, çıktı analizi).

Üçüncü fark, veri tabanlarının yapısındadır. Geleneksel veri tabanları sistemleri formal olarak tanımlanan veri yapılarını ve statik veri tabanlarına ilişkin işlenilen operasyonlar gerektirir. Bu oldukça rijit bir yapıdır.

Yapay zeka veri sistemlerinin yapısı ilave verilerin kullanılmasına izin verir. Höristik veriler, geleneksel verilerin elemanları arasındaki ilişkileri sağlar.

Geleneksel veri tabanları ile höristik verilerin birleştirilmesiyle "knowledge base" adını alır. Bu esneklik, yapay zeka sistemlerinin geleneksel veri tabanı bilgi sistemleriyle çözülemeyen bazı problemlere çözüm sağlayabilir

Mevcut benzetim paketleri ile uzman benzetim sistemi arasındaki diğer bir fark belirli karekteristiklerdedir.

Geleneksel benzetim karekteristiklerinin bazıları şunlardır :

- Esas olarak sayısal

- Algoritmik

- Entegre edilmiş bilgi ve kontrol

- Modelleme prosesinin farklı adımları ayrı ayrı yapılabilir yada modelleme dışında (veri uygunluğunu test etme, örnek büyüklüğünü belirleme, deney sayısını belirleme) yapılabilir.

- Modelde önceden planlanmamış olan bir şeyin yapılabilmesine olanak vermez.

Yapay zekaya dayalı uzman benzetim sistemleri :

- Pek çok sembolik prosesi içerir.

- Çözüm adımları yeterince açık değilse örnek olayı yardımcı program kullanır.

- Bilgi sahasından ayrı bir komut yapısı vardır.

- Kullanıcı kararlarını minimize etmek için tüm uzmanlık bilgisini mümkün olduğunca modele ilave etmelidir.

- Uygulanılacak model kendi kendine denemelerden öğrenebilme yeteneğine sahip ve buna göre gerekenleri değiştirmek için gerekli yapıya sahip olmalıdır. Ancak bu henüz yapay zeka sistemlerinde başarılmış değildir.

Uzman sistemlerin üç farklı kullanıcı modu vardır :

1. Sistemin bilgisini arttırma veya iyileştirme kullanıcı bir eğitmen (yönlendirici gibi).

2. Problemlere cevap arama - kullanıcı bir müşteri gibi.

3. Kişi kullanımı için bilgi tabanını oluşturma kullanıcı bir öğrenci gibi.

1. moda kullanıcıya gerçek veya önerilen bir sistemin kolaylıkla değiştirilip geliştirilmesine izin veren güçlü bir model geliştirme kabiliyetine sahiptirler.

Burada sistem veya varlıklar hakkındaki bilgiler, kullanıcının veri için gerekli olan format yada model yapısı bilmeksizin etkileşimli olarak giriş verilerini girebilir.

6.5. Literatürden örnekler :

6.5.1. Bir esnek imalat sistemi tasarımı için uzman sistem [20] :

Esnek imalat sistemlerinin teknolojisinin gelişmesi tasarımcıların, EİS' lerin tasarım aşamasında bir çok problemle karşılaşmasına neden oldu. EİS tasarım görevi

uzman sistem tasarımcıları için son derece uygun bir alandır.Bu çalışmanın esas amacı, operasyonel ve finansal amaçları karşılayan benzetim modelinden elde edilen sonuçları analiz etmek ve tasarım sapmalarını tanımlamak ve bu sapmaların üstesinden gelmek için yeni tasarımlar geliştirmektir. Bir EİS uzman sistem çalışmasında amaçlar, darboğaz analizi ve finansal analiz önemli rol oynar.Bilgi bazını oluşturmak için if-what komutları ve kurallardan yararlanılır. Ayrıca uygulama olarak komplex bir EİS seçilmiştir. Bu sistem 6 makinadan konveyör, bir robot, tezgahlara yükleme ve boşaltma yapan "gantry" ve konveyör hattı üzerine yükleme ve boşaltma yapan birimlerden meydana gelmiştir. Dört tip parça vardır. Her tip parça farklı rota ve farklı operasyon ihtiyaçlarına sahiptir. Modele veri girişi olarak, her bir parça tipine ait imalat maliyeti ve adedi verilmektedir. Ayrıca her bir donanıma ait verimlilik ve tezgah önlerindeki kuyruk kapasitelerinin istenen değerde olması hedeflenmiştir ve her bir donanıma ait başlangıç yatırım değerleride verilmiştir. SIMAN benzetim dili kullanılarak sistem modellenmiştir. Model üzerinde çeşitli senaryolar denenerek en uygun ve hedefimize en iyi yaklaşan senaryo saptanmıştır.

Sonuç olarak, uzman sistem mantığı ile benzetimin kullanıcıya çok kolay olanaklar sağladığı ve çok kısa zamanda etkin sonuçların alınıp yorumlanmasında önemli bir rol oyanadığı ortaya çıktı.

6.5.2. Esnek imalat sistemlerinde makina düzenlerinin yapılmasına yardımcı olan bir uzman sistem [21]:

Bu makalede, EİS' lerinde makinaların, transport araçlarının vb. nasıl düzenleneceği, tezgahlar arasındaki mesafeleri ve maliyeti minimize eden optimum düzenlemenin bulunması için bir uzman sistem tasarımını içermektedir. Bu programda sunulan menüler (örneklerle girilecek bilgiler hakkında açıklayıcı bilgiler kullanıcıya sunulur) sayesinde kullanıcı etkileşimli olarak verilerini girer.Bu

veriler :

- Tahsis edilecek makina sayısı
- Akış matrisi
- Tezgahlar arası mesafe matrisi
- Makina boyutları
- Yerleştirme yasakları
- Düzenleme tipi
- Malzeme iletim sisteminin tipi
- Atelyenin boyutları
- .....

bilgi olarak diyalog şeklinde girilir. Şekil : 6.5.2 'te KBML yapısı ile ilgili bir şema yer almaktadır.

Sonuç olarak, farklı alternatifler denenerek en uygun yerleştirme düzeni seçilir.

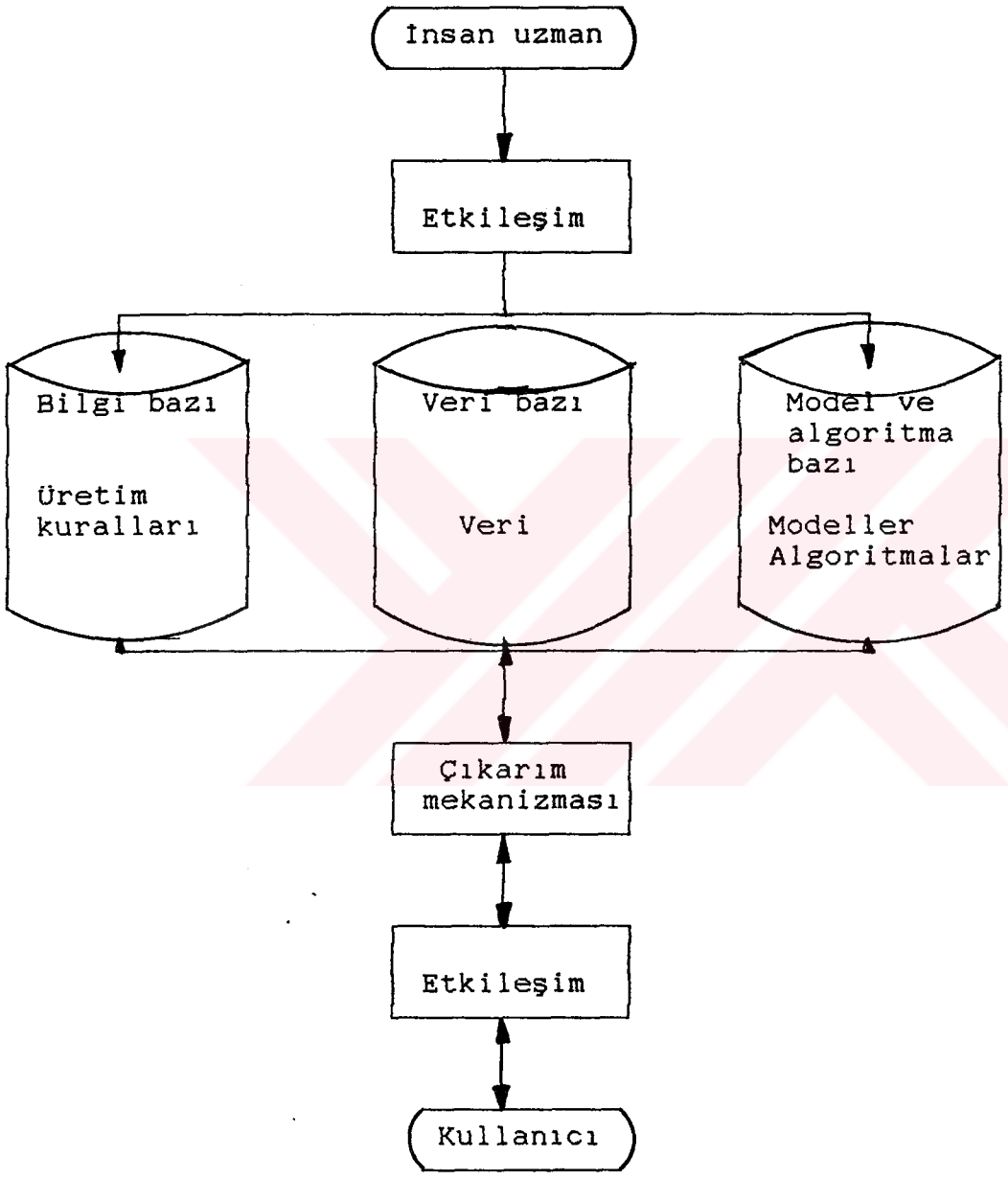
6.5.3. Bir esnek imalat sistemi tasarımı ve kontrolü için benzetim üretici [22] :

Benzetim dillerindeki son gelişmeler büyük ve komplex sistemlerin modellenmesine olanak tanımıştır. Bu makale esnek imalat sistemlerinin tasarımı ve kontrolü için kullanılmak üzere bir kullanıcıya yönelik bir benzetim üreteci tanımlamaktadır.

Benzetim üretici : Bu tanım Mathewson tarafından aşağıdaki yapılabilir :

" Genel sembollerle tanımlanan bir model mantığını bir benzetim paketinin koduna dönüştüren ve bir bilgisayar üzerinde model davranışını taklit edebilen etkileşimli bir yazılım paketidir ".

Benzetim üretici SIMAN benzetim dilinde program yazan bir üretici içermektedir. Üretici kullanıcı tarafından verilen veriyle benzetim modelini kurar ve otomatik olarak



Şekil : 6.5.2 KMBL yapısı

benzetim programını çalıştırır. Standart çıktının yanısıra kullanıcının ilgilendiği performans ölçüm diyagramları, grafikler vb. elde edilebilir.

Model şelişimi bu makalede belirtilen benzetim üreteci tarafından önemli ölçüde basitleştirilir. Benzetim üreteci, modeli varolan benzetim dilini kullanarak çok kısa sürede geliştirebilir. Bu üreteçler özel amaçlı benzetim dillerine farlı bir boyut kazandırmaktadır (Şekil : 6.5.3.a Uzman üretim benzetim sistemi [4] ve Şekil : 6.5.3.b Bir üretecin geliştirilmesindeki genel adımları göstermektedir [23]).

Benzetim programı üreteçlerine örnekler [4] :

A. Doğal dil etkileşimli paketler :

- NLPQ (Natural Language Programming For Queueing Simulations) (Heidorn 1974).

Bu paket, kullanıcıyla etkileşim halinde modeli GPSS dilinde kurmaktadır. Etkileşim ingilizcedir.

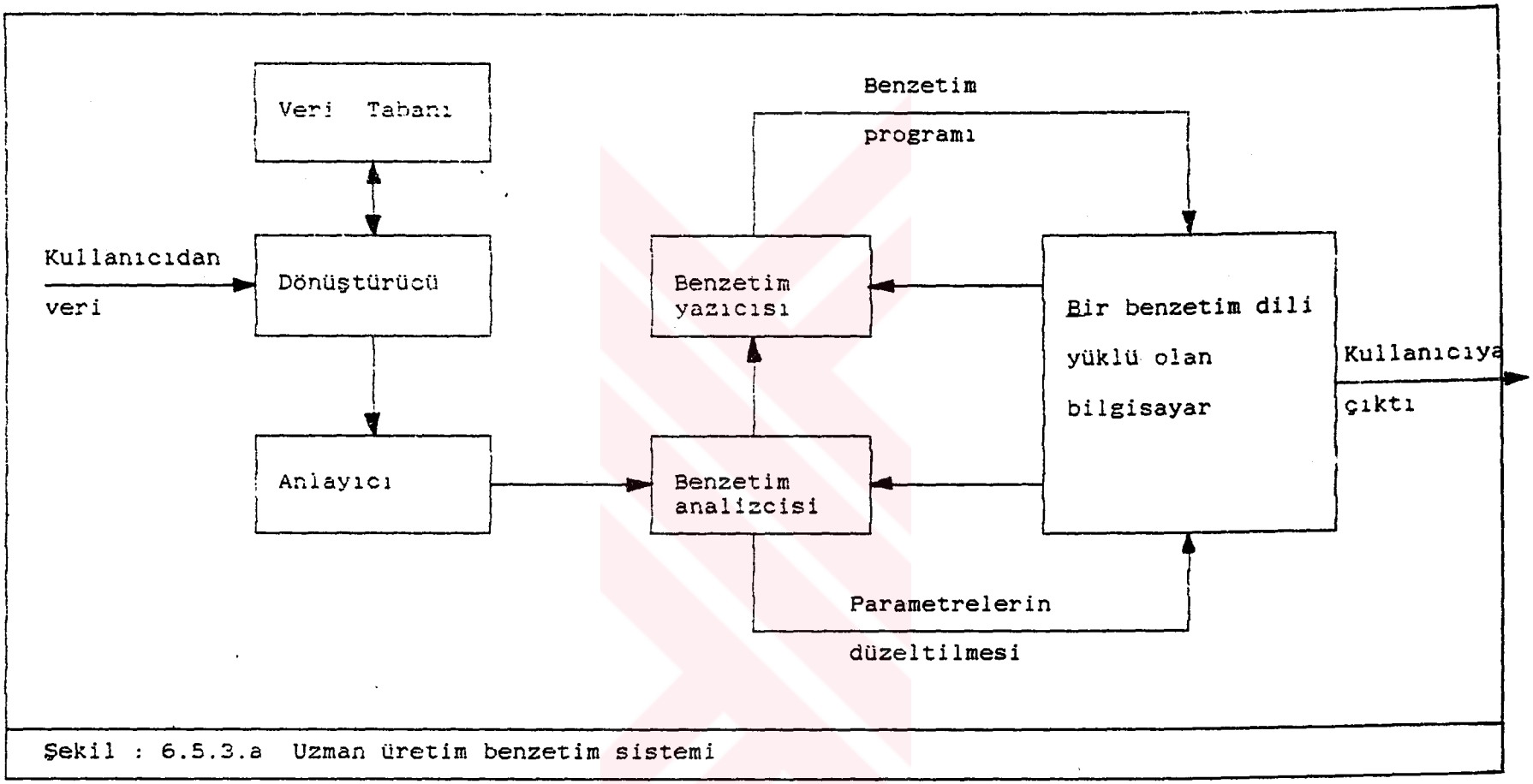
- EMSS (Electronic Manufacturing Simulation System) (Ford-Schroer 1987).

Elektronik üretim sistemiyle ilgili verileri ingilizce diyalogla elde edip SIMAN dilinde (Pegden 1986) benzetim programı üretmektedir.

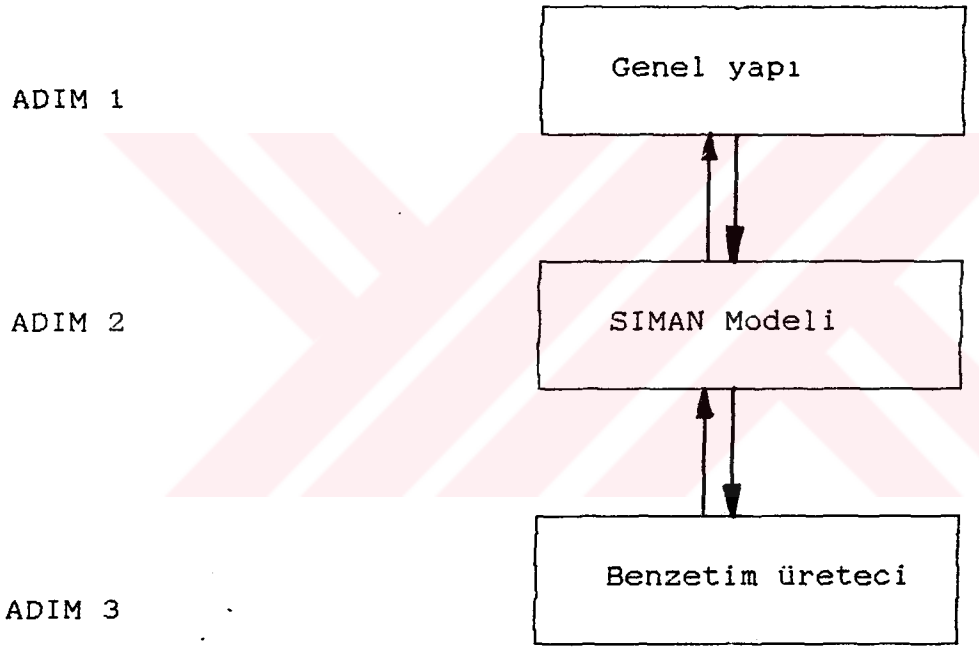
B. Etkileşimli diyalog paketleri :

- Haddock - Davies (1985) tarafından Basic dilinde yazılmış olan paket, Esnek imalat sistemlerinin modellenmesinde kullanılmaktadır. Soru-cevap ile kullanıcının sorunu algılanıyor ve SIMAN dilinde benzetim programı üretiliyor.

- Brazier - Shannon (1987) tarafından TurboProlog



Şekil : 6.5.3.a Uzman üretim benzetim sistemi



Şekil : 6.5.3.b Bir üretecin geliştirilmesindeki genel adımlar

dilinde yazılmış olan paket otomatik taşıyıcıların (AGV) modellenmesinde kullanılmaktadır ve SIMAN dilinde benzetim programı üretmektedir.

- AMPS (Automatic Manufacturing Programming System) (Schroer - Tseng 1989)

LISP dilinde yazılmış paket GPSS/PC dilinde benzetim programı üretmektedir.

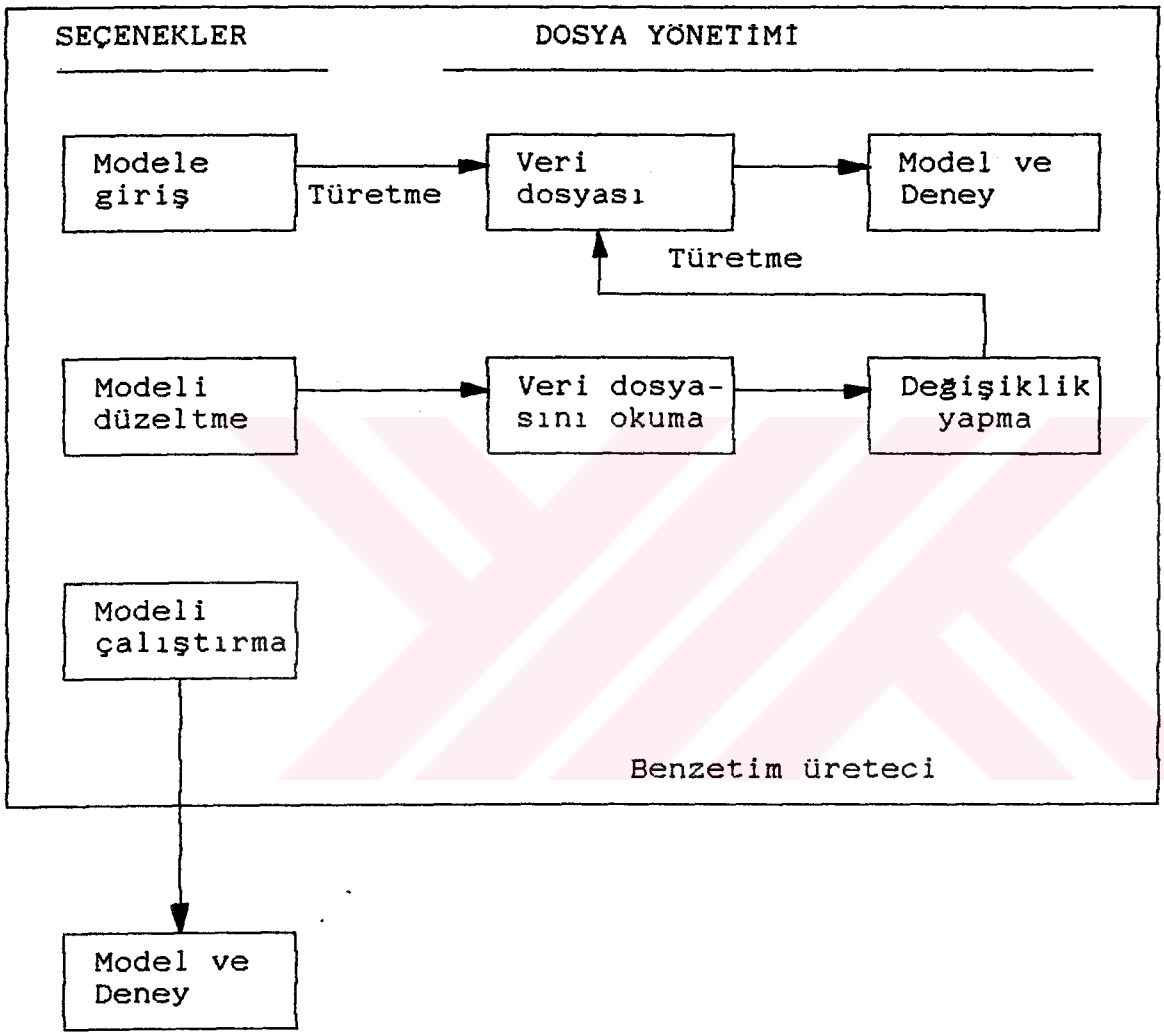
C. Grafiksel Etkileşimli Paketler :

- Khoshnevis - Chen (1986) tarafından LISP dilinde yazılmış olan paket, kullanıcıdan standart bazı şekillerden seçim yoluyla sistemi tanımlanmasını ve iş akışını belirtmesini istemektedir. Daha sonra SLAM dilinde benzetim paketi üretmektedir.

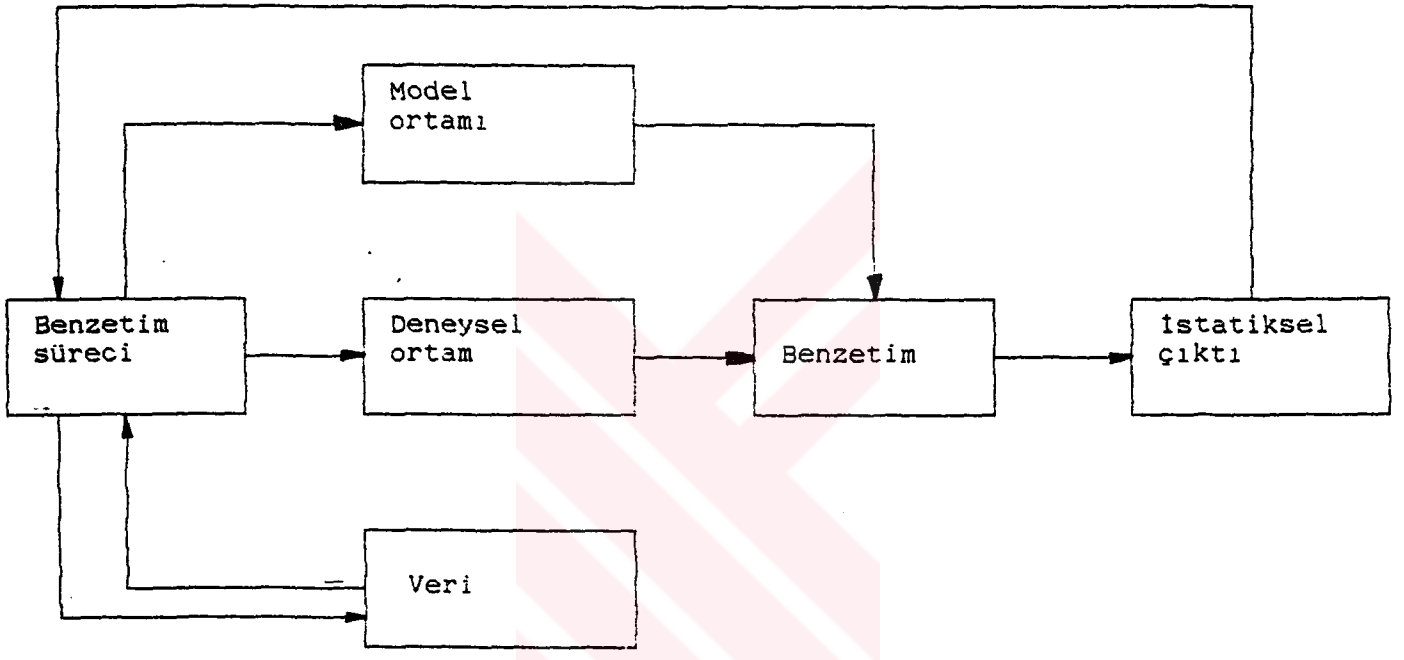
- QMG (Queueing Model Generator) (Raczynski 1990) Kullanıcıdan, grafik sembollerle bekleme hattı sistemi tasarım elemanlerını istiyor. QMG bu bilgileri Pasion koduna çeviriyor. Bu kod otomatik olarak PASCAL'a tercüme ediliyor. PASCAL programı ise, GPSS veya XCELL gibi dillerle benzetim programini üretiyor (Şekil : 6.5.3.c Üreteç ile veri dosyası kullanımını , Şekil : 6.5.3.d ise bir üreteç sisteminin tanımını göstermektedir).

6.5.4. MOSES [24] :

Bu yazılım, imalat organizasyonlarının tanımlanması, analiz edilmesi ve anlaşılması için geliştirilmiştir. MOSES hem bir program hem de bir fikir üreticisidir. Bir program olarak, o bir "menu driven", etkileşimli, kesikli benzetim modelleme aletidir. MOSES kullanıcıları herhangi bir kesikli imalat çevreleri için kesikli benzetim yapabilmektedirler. Bir fikir üreteci olarak MOSES, benzetim modelleme ve bilgi bazlı yönetimin karışımıdır. MOSES, tüm



Şekil : 6.5.3.c Üreteç ile veri dosyası kullanımı



Şekil : 6.5.3.d Sistem tanımı

imalat fonksiyonlarını pazarlama, üretim, envanter ve muhasebe gibi dört alana sokar ve organizasyonel başarı bu bölüm yöneticilerinin verdiği kararlara bağlıdır. İşte MOSES böyle bir fikri yapıya göre geliştirilmiştir. MOSES kullanıcıları, "simulation-driven" aktivitelerini değiştirerek, deneyerek ve gözlüyerek bir organizasyonu idare edebilir. Bu kullanıcı etkileşimi, benzetim prosesinden önce, sonra veya içinde olabilir. MOSES bir kaç yolla değerlendirme yapabilir :

1. Kullanıcı herhangi bir bilgisayar kodu kullanmaksızın imalat organizasyon benzetim modelini kurabilmektedir.

2. Model, yalnız üretim fonksiyonunu değil tüm imalat organizasyonunu ele alır.

3. Model, geleneksel mantıksal modelleme prensibleriyle ilgili optimizasyon ve höristik teknikleride içerir.

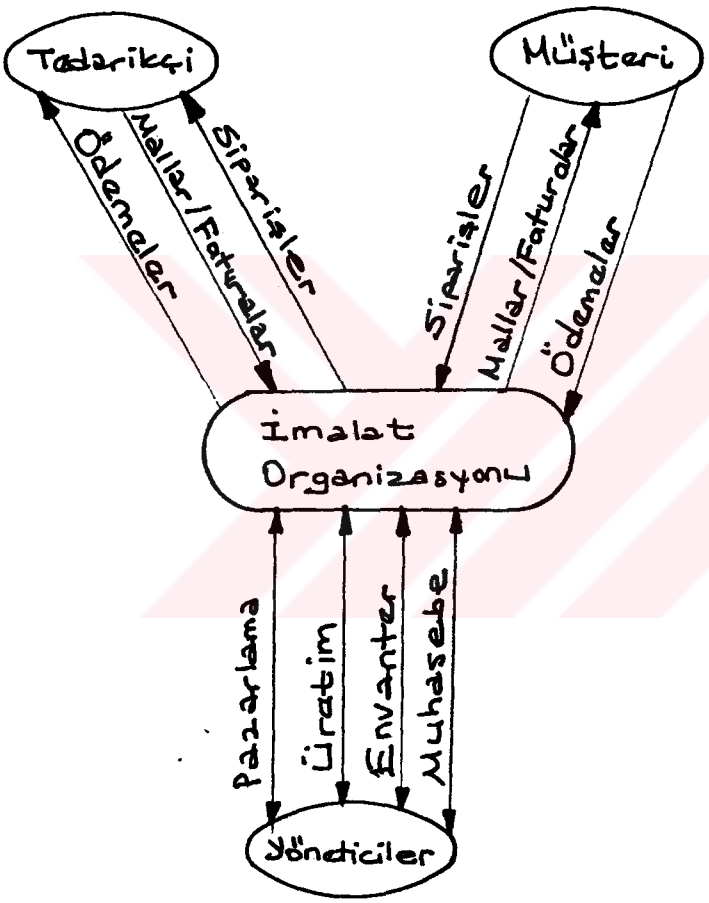
4. Model, bir çok geleneksel dosya tekniklerinden daha iyi bir şekilde veri bazı teknolojisini kullanarak veriyi depolar ve düzenler.

5. Sistem, kullanıcıyı benzetim prosesinin bir elemanı olarak kabul eder.

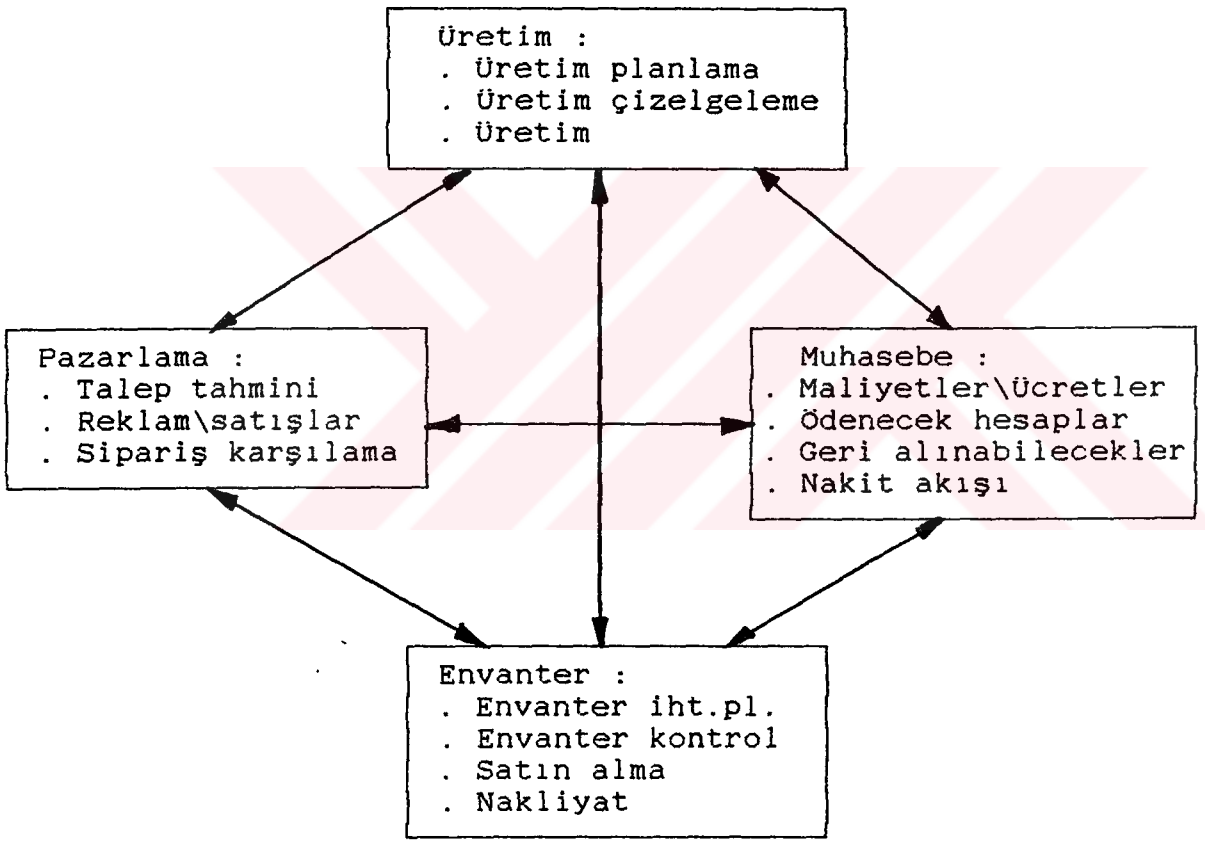
Şekil : 6.5.4.a İmalat organizasyonunu, Şekil : 6.5.4.b MOSES Dört fonksiyon arasındaki bağıntıyı göstermektedir.

6.5.5. Benzetim analizleri için geliştirilen bir uzman sistem [25] :

Bu çalışma, bir benzetim çalışmasının her safhasında ihtiyaç duyulan istatiksel incelemelerle ilgili kullanıcı etkileşimli, belli bir uzmanlığa sahip olmadan veri analizi yapan bir uzman sistem tasarımıdır. Sistem giriş



Şekil : 6.5.4.a MOSES imalat organizasyonu

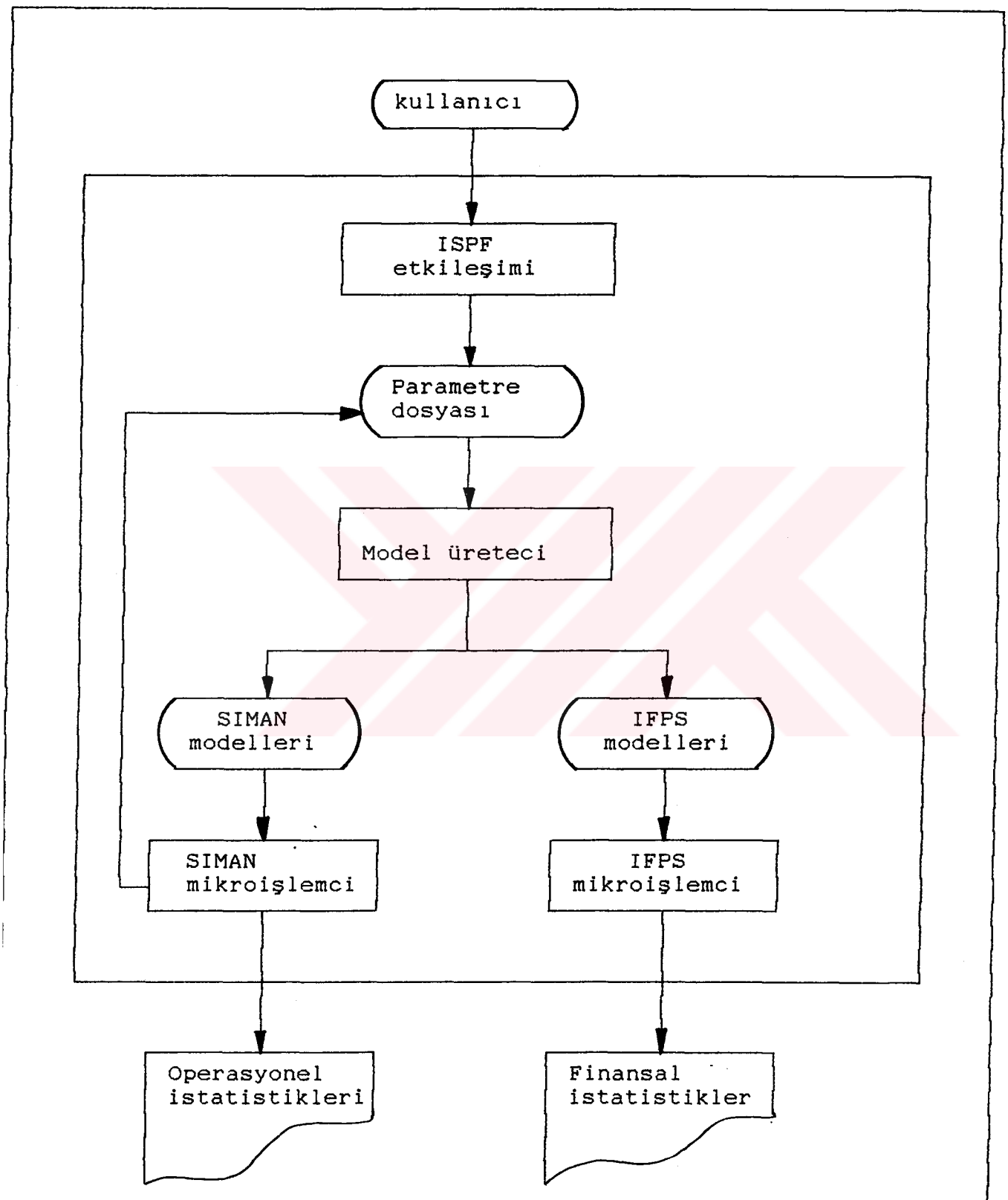


Şekil : 6.5.4.b MOSES 4 fonksiyon arasındaki ilişkiler

verileri analizi, deneylerin tasarımı ve çıktı analizlerden elde edilen istatiksel bilgileri uygun şekillerde hesaplayarak tavsiyede bulanabilecek yapıdadır. Bir benzetim çalışmasında en önemli problemlerden biri gerçek sistemle ilgili verilerin değerlendirilmesidir (dağılımların saptanması vb.). Ayrıca çıktı analizlerinin incelenmesinde (warm-periyodunun hesaplanması, grafikler, histogramlar vb ..)'de bu uzman sistem yardımcı olmaktadır. Bu program, kullanıcıyla etkileşim halinde çalışmakta ve menülerle ile istenilen kısma gidilip istenilen bilgi hesaplanabilmektedir.

6.5.6. Proses planlama benzetimi (Process Planning simulation -PPS-) : Mühendisler için bir EİS' nin modellemesine yardımcı bir araç tasarımı [26] :

Benzetim, hedefleri belli olan bir EİS'ye ulaşmak için ve alternatif tasarımları araştırmak için etkin olarak kullanılmaktadır. Ne yazık ki, proses planlama mühendislerinin sadece bir kısmı benzetim methodolojisini kullanma avantajına sahiptirler. PPS'nin geliştirilmesindeki en önemli amaç, benzetim yardımıyla incelenecek alternatif tasarımlar üzerinde kullanıcının benzetim hakkında fazla bilgiye sahip olmadan EİS tasarımlarını tanımlamak ve modeli kodlamak gibi kolaylıkları sağlamaktır. Bu yazılım paketinin ikinci bir amacı ise, tasarımlarla ilgili finansal ve operasyonlara ait durumların her ikisini de inceleme yeteneğine sahip olması ve bunu sadece bir uzman paket ile gerçekleştirmesi. PPS' nin sistematik diyagramı Şekil 6.5.6 'de verilmiştir.



Şekil : 6.5.6 PPS' nin sistematik diyagramı

BÖLÜM 7

7. SIMAN benzetim dili [27] :

7.1. Giriş

Bu bölümde, Systems Modelling Corporation tarafından geliştirilen ve son derece yaygın uygulama alanı olan SIMAN benzetim dilinin yapısal özellikleri incelenmektedir.

7.2. SIMAN' ın kuramsal yapısı :

SIMAN' ın modelleme yapısı Zeigler ve Oren tarafından geliştirilen kuràmsal sistem bilgilerine dayalıdır. Bu yapı içinde, sistem modeli ve deneysel yapı arasındaki temel ayrılık baskın gelmektedir. Sistem modeli sistemin statik ve dinamik karekteristiklerini tanımlar. Deneysel yapı ile kıyaslanırsa, deneysel yapı istenilen şekilde bir çıktı alabilmek için modelin çalıştırıldığı deneysel koşulları tanımlamaktadır. Verilen bir model için çok farklı deneysel yapılar vardır ve model sonucunda bir çok çıktı verileri elde edilebilmektedir. SIMAN dili, sistem modeli ve deneysel yapı şeklinde ikiye ayrıldığından bir benzetim çalışmasında, sistem modelini değiştirmeden yalnızca deneysel yapıyı değiştirerek farklı senaryolar incelenebilir

Bu yapı içinde üç farklı modelleme yaklaşımına dayanan bileşik modeller tek sistem modeli haline dönüştürülebilir

Kesikli sistemler için model tanımlaması ya proses yada olay bazlı yaklaşımlarla yapılabilir. Sürekli sistemlerde ise, cebirsel denklemlerle modelleme yapılabilir. Hem kesikli hem de sürekli sistem gibi davranan sistemlerde ise bu yaklaşımların kombinasyonu kullanılır.

SIMAN benzetim programı benzetim esnasında verilen bir sistem modeli ve deney yapısı üzerinde modelde meydana gelen değişiklikleri kayıt eden çıktı dosyalarını oluşturur. Çıktı dosyalarındaki veriler, histogramlar, grafikler vb.. gibi şekillerde ifade edilip gerekli analizler için kullanılabilir.

SIMAN yapısı içinde veri analizi ve verilerin gösterim şekilleri benzetim programının çalıştırılmasından sonra yapılabilir ve benzetim çalışmasından tamamen bağımsızdır. Bir çıktı dosyası, programı tekrar çalıştırmadan farklı veri incelemelerine konu olabilir. Veri i ncelemeleri çıktı dosyalarından bir kaçının oluşturduğu bir grubada uygulanabilir. Bu bir çok model çalışmasının sonucunda elde edilen verilerin karşılaştırılmasında oldukça faydalıdır.

7.2.1. Modelleme yaklaşımları :

Kesikli sistemler için modelleme yaklaşımı proses yaklaşımıdır. Bir blok diyagramı gibi sistemlerin ve fonksiyonel operasyonların tanımlanmasıyla model kurulabilir. Blok diyagramı ise özel bir proses fonksiyonunu temsil eden blokların üst üste sıralanmasıdır (zaman gecikmeleri ve kuyruklar vb.).

Kesikli sistemler için ikinci modelleme yaklaşımı, olay bazlı (event orientation) yaklaşımıdır.

7.3. Yazılım yapısı :

Şekil : 7.3 'de gösterildiği gibi SIMAN dili ile yapılan bir benzetim çalışmasında üç ayrı unsur ele alınmaktadır. Bunlar :

- Sistem modelinin geliştirilmesi
- Deney dosyasının geliştirilmesi
- Veri analizi

Bu üç unsur içinde SIMAN yazılımı dört veri dosyası arasında etkileşimi sağlayan beş işlemciden (processor)'dan ibarettir.

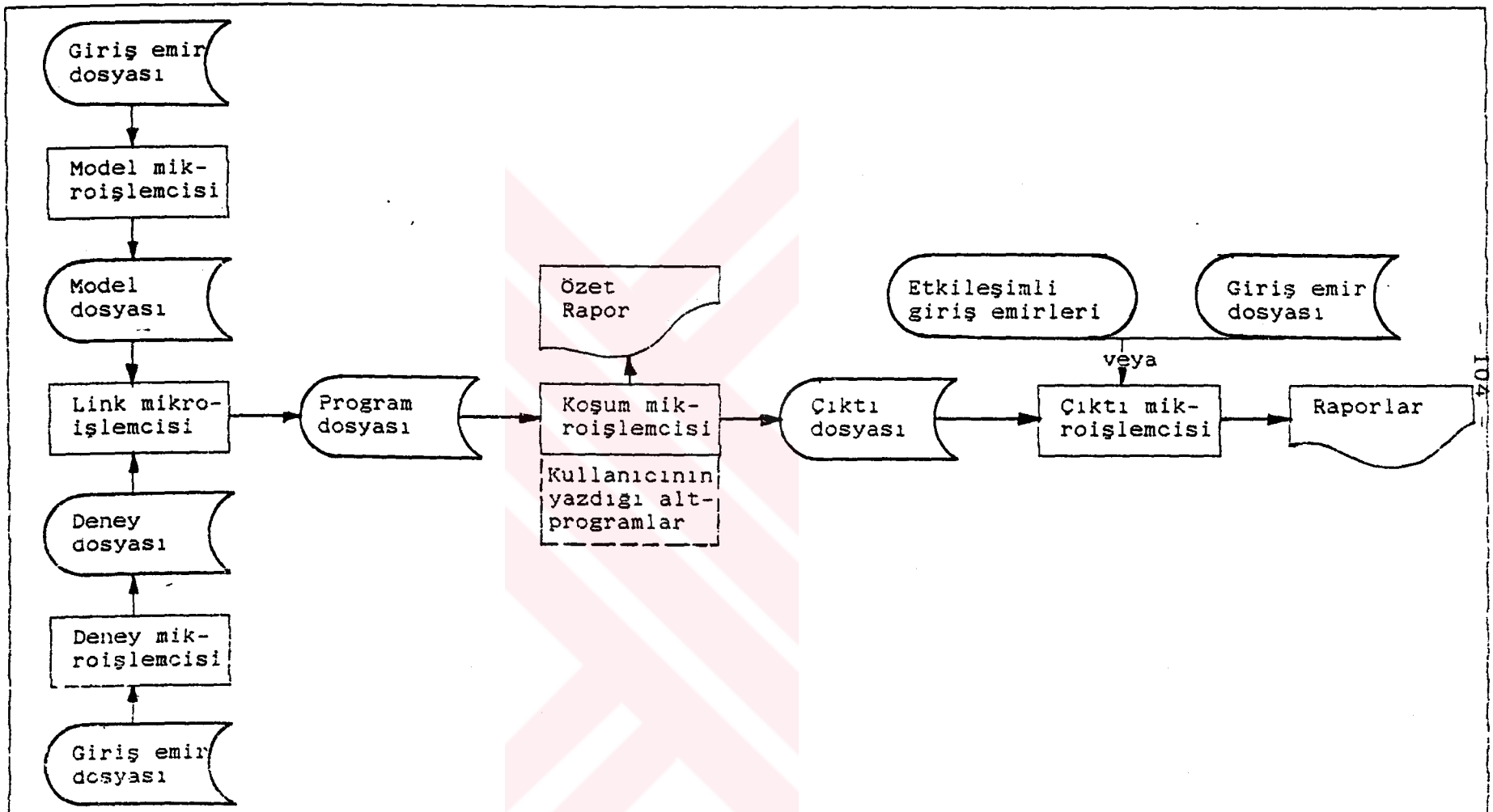
1. Model işlemcisi blok diyagram modelini kurmak için kullanılır. Üretilen veri dosyası model dosyası olarak isimlendirilir.

2. Deney işlemcisi sistem modeli için kullanılacak verileri içeren deneysel yapının kurulması için kullanılır. Üretilen bu veri dosyası deney dosyası olarak isimlendirilir.

3. Link işlemcisi model dosyası ile deney dosyasını program dosyasını üretmek için birleştirir.

4. Program dosyası benzetim koşumlarını yapmak ve sonuçları çıktı dosyası üzerine yazmak için koşum işlemcisi tarafından çalıştırılır. Eğer sistem modeli bir olay (event) veya sürekli modeli içeriyorsa, Benzetim çalışmasına başlamadan önce kullanıcı tarafından yazılan FORTRAN altprogramları koşum işlemcisine link edilir.

5. Çıktı işlemcisi çıktı dosyasında bulunan veriyi analiz etmek, çeşitli şekillerde düzenlemek ve göstermek için kullanılır.



Şekil : 7.3 SIMAN benzetim dili organizasyonu

SIMAN yazılımı içindeki beş bağımsız işlemci, benzetimin ayrı fonksiyonel aktivitelere ayrılmasıyla yapı basitleştirilebilir. Herhangi bir zamanda beş aktiviteden yalnız birinin çalıştırılması daha pratiktir. Bu sayede bilgisayardan istenen hafıza ihtiyaçları önemli derecede azaltılır. Sistem modeli ve deney dosyası daha sonra kullanılmak üzere diske veya teype kaydedilebilir.

7.4. Blok diyagramları :

SIMAN' da kesikli olayları modellemek için blok diyagramları kullanılır. Bu diyagramlar sistem içindeki varlıkların hareketini gösteren üst üste sıralanmış akış grafikleridir. Her bir bloğun şekli onların fonksiyonunu gösterir. Sıralama oklarla yapılır. Bu oklarla tüm diyagram içinde blokta bloğa varlıkların akışları kontrol edilir.

Bu varlıklar, gerçek sistemde varolan iş parçaları, bilgi veya insanlar gibi şeyleri temsil etmek için kullanılır. Herbir varlık onu karekterize eden veya tanımlayan özalanların (attributes) tahsis edilmesiyle bireyselleştirilebilir. Örneğin, iş parçasını temsil eden bir varlık işleme zamanları, hazırlık zamanları, parça tipleri vb. belirten özalanlara sahip olabilir. Varlıklar bir bloktan diğer bir bloğa akarken, her bloğun fonksiyonuna göre gecikebilir, zarar görebilir ve diğer varlıklarla birleştirilebilir vb. SIMAN' da on tane farklı blok tipi vardır.

7.4.1. Blok fonksiyon ismi :

SIMAN' da her bir blok fonksiyonu blok fonksiyon ismi ile ifade edilir. QUEUE, STATION, BRANCH, PICKQ, QPICK, SELECT ve MATCH bloklarının kullanımında her bir blok tipi yalnız bir fonksiyonu yerine getirir ve blok fonksiyon ismi temel blok ismi ile aynıdır. Bununla birlikte, OPERATION, HOLD ve TRANSFER blokları her bir blok tipi için bir kaç farklı fonksiyonu yerine getirir. Bu blokların

herbiri için blok fonksiyon ismi bloğun ilk operandı tarafından belirtildiği gibi ya operation tipi, hold tipi veya transfer tipi olabilir. Biz çoğunlukla bir bloğu fonksiyon ismi ile kullanacağız. Örneğin, DELAY operasyonu için kullanılan operasyon bloğuna DELAY bloğu diyeceğiz.

7.4.2. Blok fonksiyonlarının tipleri :

OPERATION, HOLD ve TRANSFER blokları onların operasyon ,hold ve transfer tipine bağlı olarak bir kaç farklı blok fonksiyonlarına ayrılabilir. Bloğun birinci operandı ile belirtilen bu tipler blok fonksiyonunu tanımlayan bir kelimeden ibarettir. Örneğin, operasyon tipi CREATE denince varlık üretileceği anlaşılır. Operasyon tipi ASSIGN ise değişkene veya bir özalana bir değerin atanmasını sağlayan blok demektir ve operasyon tipi DELAY ise varlıkların gecikmelerinin belirtilmesi için kullanılan bloktur.

OPERATION, HOLD ve TRANSFER tiplerini içeren blok tiplerinin hepsi blok fonksiyonu kontrol operandlarına sahiptir. Örneğin, CREATE blok aşağıdaki operandlara sahiptir :

- Gelişlerarası süre dağılımı (ortalama, standart sapma vb.)
- Aynı anda üretilecek varlık sayısı
- Üretilecek varlıkların maximum sayısı

Her bir bloğun sahip olduğu operandlar tablolardan incelebilir.

7.5. SIMAN' da gezen birimler, değişkenler ve özalanlar [28] :

Gezen birim benzetim koşumu boyunca sistem içinde üretilen ve hareket eden, sistemi doğrudan etkileyen maddelerdir. Gezen birimler deneysel program içindeki istatiksel değerlerle, model program içinde üretilir ve gerçek

sistemde olduğu gibi hareket ettirilir. Başka bir deyişle gerçek sistemdeki nesneler, modelde gezen birimlerdir.

Gerçek sistemde olduğu gibi, modellerde de nesnelerin özalanları ve sistemin değişkenleri vardır. Örneğin bir imalat hattında vida üretimini modellersek : Sistemde gezen birimler vidalardır. Vidalar metrik 6-8-10 olarak üç türde üretiliyorsa gezen birim olan vidaların birinci özalanı vida türüdür. Bunun gibi, vidaların diş çekme zamanını gezen birimlerin ikinci özalanına atayabiliriz. Vidaların diş çekme işlemi esnasında kuyruk oluşturduğunu kabul edelim. Bu kuyruğa yerleşen gezen birimlerin sayısı NQ(I) ile belirlenir. NQ(I) bir sistem değişkenidir ve I. kuyruğa yerleşen gezen birimlerin sayısını ifade eder. Örnekten de anlaşıldığı gibi, değişkenler sistemin karekteristikleridir ve gezen birimlere ait değildirler. Özalanlar ise gezen birimlerin durumlarına göre belirlenir.

Özalanlar ve değişkenler SIMAN dilinde belirli harf veya harf grupları ile gösterilirler. SIMAN dilinde kullanılan özalanlar ve değişkenler Şekil : 7.5 ' te gösterilmiştir.

7.6. SIMAN ile program yazma :

SIMAN dilinde bir çıktı elde edebilmek için iki ayrı programın yazıldığını daha önce açıklamıştık. Bu programlar :

i. Model (sistem) dosyası

ii. Deneysel program

Model programı hazırlanan akış şemasına göre çıkarılmaktadır. Deneysel program ise hazırlanan verilerin yazıldığı ve bu verilere göre modelin işletildiği programdır. Model ve deneysel programlar bir yazı editörü ile (Turbo, side

Özellikler	TANIM
A(I)	Gezen birimin I. özelliği
M	Güncel istasyon numarasını gösteren gezen birimin özelliği

Kullanıcı tarafından belirlenen değişkenler	TANIM
X(I)	I. sistem değişkeni
S(I)	I. durum değişkeni
D(I)	S(I)' nın kaynağı
J	Sistemin index değişkeni
P(IP,IS)	I nolu parametre kümesindeki K nolu parametrenin değeri

SIMAN rassal değişkenleri	TANIM
BE(IP,IS)	Beta dağılımı
CO(DP)	Sabit sayı
DP(IS)	Kesikli olasılık dağılımı
ED(I)	Deneysel dağılım
ER(IP,IS)	Erlang dağılımı
EX(IP,IS)	Üstel dağılım
GA(IP,IS)	Gamma dağılımı
NP(IP,IS)	Poisson dağılımı
RA(IS)	Üniform rassal örnek
RL(IP,IS)	Lognormal dağılım
RN(IP,IS)	Normal dağılım
TR(IP,IS)	Üçgen dağılım
UN(IP,IS)	Üniform dağılım
WE(IP,IS)	Weibull dağılımı

Şekil : 7.5 SIMAN 'da özalanlar ve değişkenler

Kick, Edlin vb..) yazılırlar.

7.6.1. Program yazarken dikkat edilecek hususlar :

1. Programlara 1. kolondan BEGIN konutu ile başlanır ve yine aynı kolondan başlayan END komutu ile bitirilir.

2. Operasyon komutları (CREATE, ASSIGN, DELAY vb) 10. kolondan başlamaktadır.

3. Aynı satırda birbiri ardısıra gelen komutlar : ile ayrılır.

4. Her komut dizisinin sonuna ; konur ve alt satıra geçilir.

7.7. Bir benzetim programının çalıştırılması :

Bir benzetim çalışmasında, model dosyası ve deneysel dosya hazırlandıktan sonra aşagıdaki işlemler yapılabilir, yalnız bu işlemlere geömeden önce SIMAN paketinin bulunduğu kısımda (directory) şu programların bulunduğuna emin olmamız gerekir :

- MODEL.EXE
- EXPMT.EXE
- LINKER.EXE
- SIMAN.EXE

1. Model dosyası derlenir ve hatalar varsa görülür. Bu derleme esnasında, ORNEK.MOD isimli model dosyamız ORNEK.M (kullanıcı isterse bu isimi değiştirebilir) dosyasına dönüştürülür.

C: MODEL ORNEK(.MOD)

2. Deney dosyası derlenir ve hatalar (syntax errors) var ise görülür. Hatalar düzeltilir ve program hatasız çalışıncaya kadar derleme yapılır. Herhangi bir editörle yazdığımız ORNEK.EXP programı ORNEK.E (kullanıcı isterse başka bir dosya ismi kullanabilir) dosyasına dönüştürülür.

C: EXPMT ORNEK(.EXP)

3. ORNEK.M ve ORNEK.E dosyaları oluşturulduktan sonra sıra bu iki dosyanın LINKER programıyla birleştirilmesine gelmiştir. Bu iki dosya birleştirilir ve SIMAN programı ile çalıştırılacak birleşik dosya (ORNEK.P) oluşturulur.

C: LINKER ORNEK.M ORNEK.E ORNEK.P

Link işlemi sonucunda, SIMAN' ın bize tahsis etmiş olduğu 64 kB lık hafızanın ne kadarını kullandığımızı görebiliriz.

4. Elde edilen ORNEK.P dosyası çalıştırılır ve çalışma esnasında hata mesajı yoksa sonuçlar üretilir.

C: SIMAN ORNEK (.P)

7.8. SIMAN benzetim dili kullanılarak hazırlanmış bir örnek :

Bu örnek, bir televizyon fabrikasında TV' lerin kontrolü ve ayarlama işlemlerini yapan bir birimle ilgilidir. Bu birimde kontrol altbiriminde kontrol edilen TV'ler eğer istenilen kaliteye uygun değilse ayarlama altbirimine gönderilir. Ayarlamadan sonra TV tekrar kontrol altbirimine gönderilir ve tekrar kontrol edilir. Kontrolden geçen TV' ler paketleme istasyonuna gönderilir. Gerekli tüm bilgiler

sistemden elde edilmiştir.

Aşağıda, bu problemle ilgili olarak model ve deneysel dosya oluşturulmuş ve sonuçlar elde edilmiştir.

```
1234567890.................kolon nosu ....................
┌──────────────────────────────────────────────────────────┐
|begin;                                                    |
|          create:un(1,1):mark(1);     TV'leri üret        |
|inspect                                                   |
|          queue,1;                    kontrol için kuyruk1|
|          seize:inspector;            kontrolcü tahsisi   |
|          delay:un(2,1);              kontrol süresi      |
|          release:inspector;          kontrolcüyü boşalt  |
|;                                                         |
|          branch,1:                                       |
|            with,.15,adjust:          adjust'a veya       |
|            with,.85,packing;         packing'e dallan    |
|adjust                                                    |
|          queue,2;                    ayarlama için kuyruk|
|          seize:adjustor;             ayarlayıcı tahsisi  |
|          delay:un(3,1);              ayarlama süresi     |
|          release:adjustor:next(inspect);  serbest bırak  |
|packing                                                   |
|          tally:1,int(1):dispose;     sistemdeki zaman    |
|end;                                                      |
└──────────────────────────────────────────────────────────┘
```

MODEL DOSYASI

```
begin;
        project,tv insp and adjt,pegden,4\25\1981;
        discrete,30,1,2;
        parameters:1,3.5,7.5:2,6.0,12:3,20,40;
        resources:1,inspector,2:2,adjustor;
        tallies:1,time in system;
        dstat:1,nq(1),insp queue:2,nq(2),adjt queue:
              3,nr(1),insp util:4,nr(2),adjt util;
        trace;
        replicate,1,0,100;
end;
```

DENEYSEL DOSYA

```
:-------------------------------------------------------------:
:                                                             :
:                                                             :
:                       SIMAN Run Processor                   :
:                          Version 3.5                        :
:                      License Number 8710302                 :
:                                                             :
:-------------------------------------------------------------:
:                                                             :
:  Systems Modeling Corporation licenses this program for use by :
:                                                             :
:                         Bilkent University                  :
:                                                             :
:  This program may only be used or copied according to the terms
:  of that license.                                           :
:                                                             :
:-------------------------------------------------------------:
```

Please press ‹return› to begin the simulation.

Recalling the PROGRAM file tv.p

SIMAN Run Processor Version 3.5
Copyright 1985, 1986, 1987 by Systems Modeling Corp.

Beginning execution of run number 1

SIMAN Summary Report

Run Number 1 of 1

Project: TV INSP AND ADJT
Analyst: PEGDEN
Date : 4/25/1981

Run ended at time .1000E+05

Tally Variables

Number	Identifier	Average	Standard Deviation	Minimum Value	Maximum Value	Number of Obs.
1	TIME IN SYSTEM	44.33	101.59	6.00	1166.76	1798

Discrete Change Variables

Number	Identifier	Average	Standard Deviation	Minimum Value	Maximum Value	Time Period
1	INSP QUEUE	1.02	1.08	.00	5.00	10000.00
2	ADJT QUEUE	4.57	4.76	.00	18.00	10000.00
3	INSP UTIL	1.91	.28	.00	2.00	10000.00
4	ADJT UTIL	.93	.25	.00	1.00	10000.00

Run Time : 35 Second(s)

Stop - Program terminated.

BÖLÜM 8

8. Bir üretim sisteminde uygulama :

Bu bölümde, ülkemizin önde gelen kuruluşlarından biri olan SIMKO A.Ş.' inde yapılan bir uygulamayı içermektedir.

8.1. Fabrikanın tanıtımı :

SIEMENS A.G. Batı Almanya merkezli büyük bir elektroteknik firmasıdır. 127 ülkede 360000 kişi SIEMENS adına çalışmaktadır. Münih' teki merkezin kuruluşu 150 yıl kadar önce olmuştur. Türkiye' de ise 1927 yılından beri faaliyetini sürdürmektedir.

SIMKO, Türk Siemens ve Hataş' tan oluşan SIEMENS' in Türkiye'deki firmalar grubu, mümessillik, mühendislik, imalat, montaj, bakım vb. alanlarda hizmet vermektedir. Fabrika şu anda 52000 m_2 ' lik bir alanda (32000 m2 'lik kapalı çalışma alanı) 800 saat ücretli ve 360 maaşlı toplam 1160 personeli istihdam etmektedir. Satış ve montaj birimleri ile birlikte personel sayısı 4500' e çıkmaktadır. SIMKO' nun % 51' lik hissesi SIEMENS'e geri kalanı ise KOÇ HOLDING' e aittir.

Fabrikada yapılan ürünlerden bazıları ise :

1. Alçak gerilim şalt cihazları.

   a. Kontaktörler

b. Termik ve zaman röleleri
c. Otomatik şalterler
d. Paket şalterler
e. Yük kesiciler
f. Özengili şalterler
g. W - Otomatlar
h. NH - Sigortalar
i. İkaz ve kumanda cihazları

2. Alçak gerilim şalt tesisleri.

a. Standart çekmeceli şalt tesisleri
b. Kuvvet ve aydınlatma tabloları
c. Kumanda tabloları
d. Kompanzasyon tesisleri
e. GT - YT sistem kuvvet aydınlatma tabloları
f. KT - aydınlatma tabloları
g. Gemi tabloları
h. Kumanda kürsüleri (PILT)
i. Harici dağıtım tabloları (PILLAR)

3. Orta gerilim teçhizatı

a. Seksiyonerler
b. İzolatörler
c. Vakumlu kesiciler

4. Orta gerilim şalt tesisleri (34.5 KV' a kadar açık veya tam kapalı dahili tip sabit ve çekmeceli arabalı şalt tesisleri, dahili trafo, yük merkezli "S" istasyonları, harici tip taşınabilir trafo köşkleri, SF6 yük şalterli kompakt köşkler).

.....

8.2. Atelyenin tanıtımı :

Bu çalışma, fabrika bünyesinde bulunan ve fabrika içinden veya az da olsa fabrika dışından (aynı firmanın diğer fabrikalarından) gelen kalıp isteklerini fabrika bünyesinde karşılamak için kurulmuştur. Kuruluşunun ilk zamanlarında, atelyede bir kaç mevcut iken şimdilerde büyüyen fabrika kapasitesine bağlı olarak tezgah sayısı artmıştır. Yeni, modern(NC, CNC vb.) tezgahları içeren bir tipik bir üretim sistemidir. Fabrika oldukça büyük ve çok çeşitli tezgahları içerdiğinden, bu tezgahlarda parça imalatını gerçekleştirmek için gerekli olan kalıplar bu atelyede imal edilmektedir. Ayrıca, atelye, imalat sırasında bozulan kalıplara da onarmaktadır. Atelyede genel olarak dört tip kalıp üretilmektedir :

1. Kesme kalıpları : Kesme ve bükme işlemlerini yapan ve en yoğun kullanılan kalıp tipidir.
2. Plastik-enjeksiyon kalıbı : Üretilecek parça geometrik şekline bağlı olarak imal edilen kalıplardır. Isıtılan ve eriyik haldeki pastik malzeme kalıba enjekte edilir.
3. Bakalit kalıpları : İstenilen parçaya bağlı olarak eriyik bakalit malzeme kalıba enjekte edilir.
4. Aparatlar : İmalatta parçaları istenilen konumda tutmak için kullanılan yardımcı elemanlar.

Fabrikada bulunan tezgahlar ise aşağıdaki gibidir :

Mevcut tezgah grupları :	Adedi
1. Torna grubu :	
1.1. Klasik torna tezgahı	1
1.2. CNC torna tezgahı	1
2. Freze grubu :	
2.1. Klasik freze tezgahı	2
2.2. NC freze tezgahı	1
2.3. CNC freze tezgahı	2
3. Taşlama grubu :	
3.1. Yüzey taşlama tezgahı	4
3.2. Profil taşlama tezgahı	1
3.3. Silindirik taşlama tezgahı	1
3.4. Delik taşlama tezgahı	1
4. Erozyon grubu :	
4.1. Tel erozyon tezgahı	1
4.2. Dalma erozyon tezgahı	3

Atelyeye bir kalıbın gelip ve imal edilmesi için mutlaka aşağıdaki kademelerden geçmek zorundadır :

1. Kalıp siparişin gelmesi.
   Kalıp sipariş iki türlü gelebilir.

   a. Fabrika içindeki tezgahlar için üretilecek

veya tamir edilecek kalıplar.

b. Fabrika dışından gelen kalıp siparişleri

2. Sipariş tipinin saptanması ve kalıbı oluşturan parça sayısının tesbiti.

3. Teslim tarihi dikkate alınarak önceliğinin belirlenmesi (Atelye yük durumuda dikkate alınmaktadır).

4. Önceliğe sahip kalıpların resimlerinin çizilmesi için teknik resim bölümüne gönderilmesi.

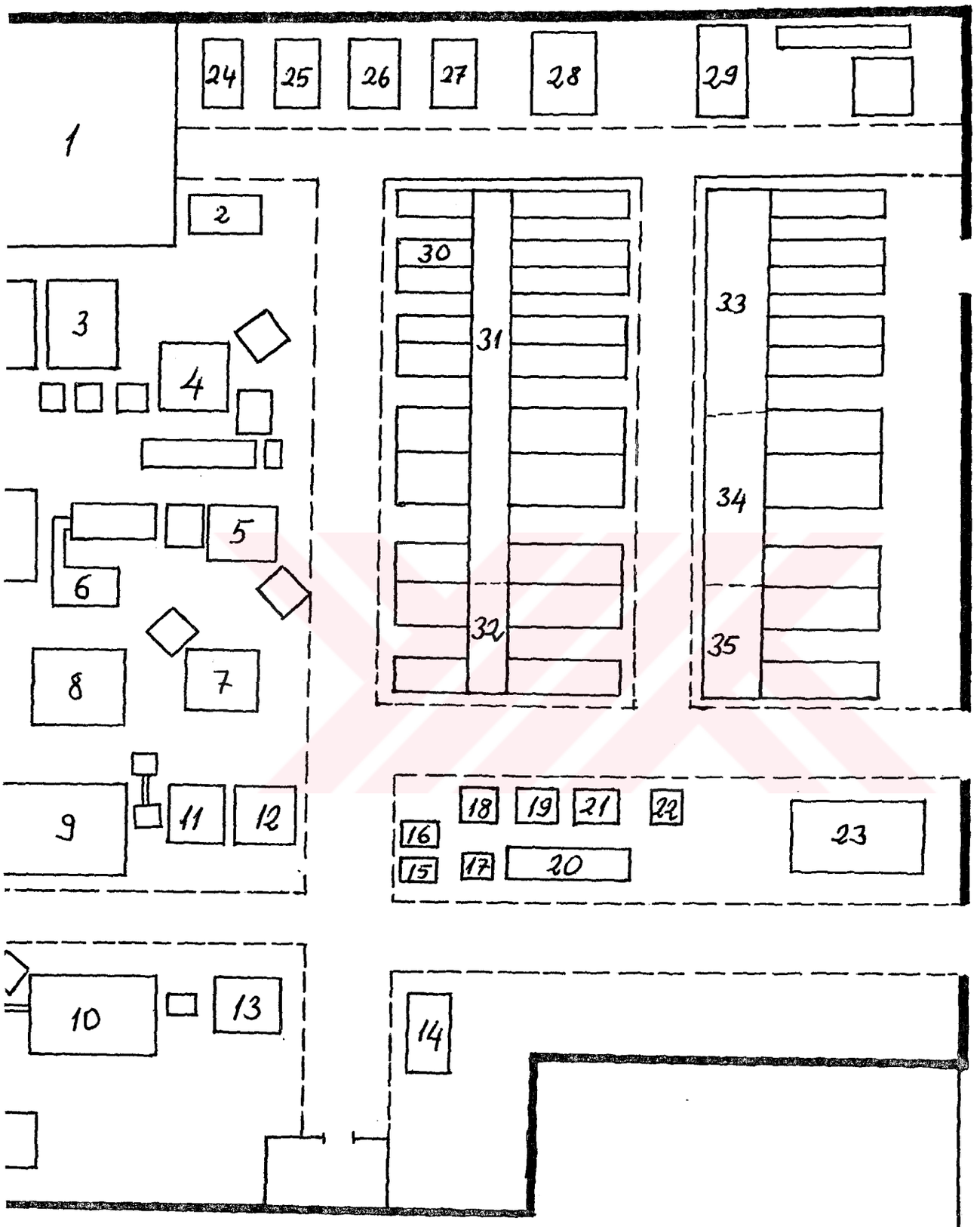
5. Kalkülasyon birimine yollanarak kalıba ait tüm parçalarının rotalarının (hangi tezgahlarda işleneceğinin), işlem sürelerinin ve her parçaya ait parça programlarının yapılması.

6. Atelyedeki tezgahları yük durumuna bakılarak belli aralıklarla atelyeye gönderilmesi.

Atelyenin genel yerleşim düzeni Şekil : 8.2 'de verilmiştir.

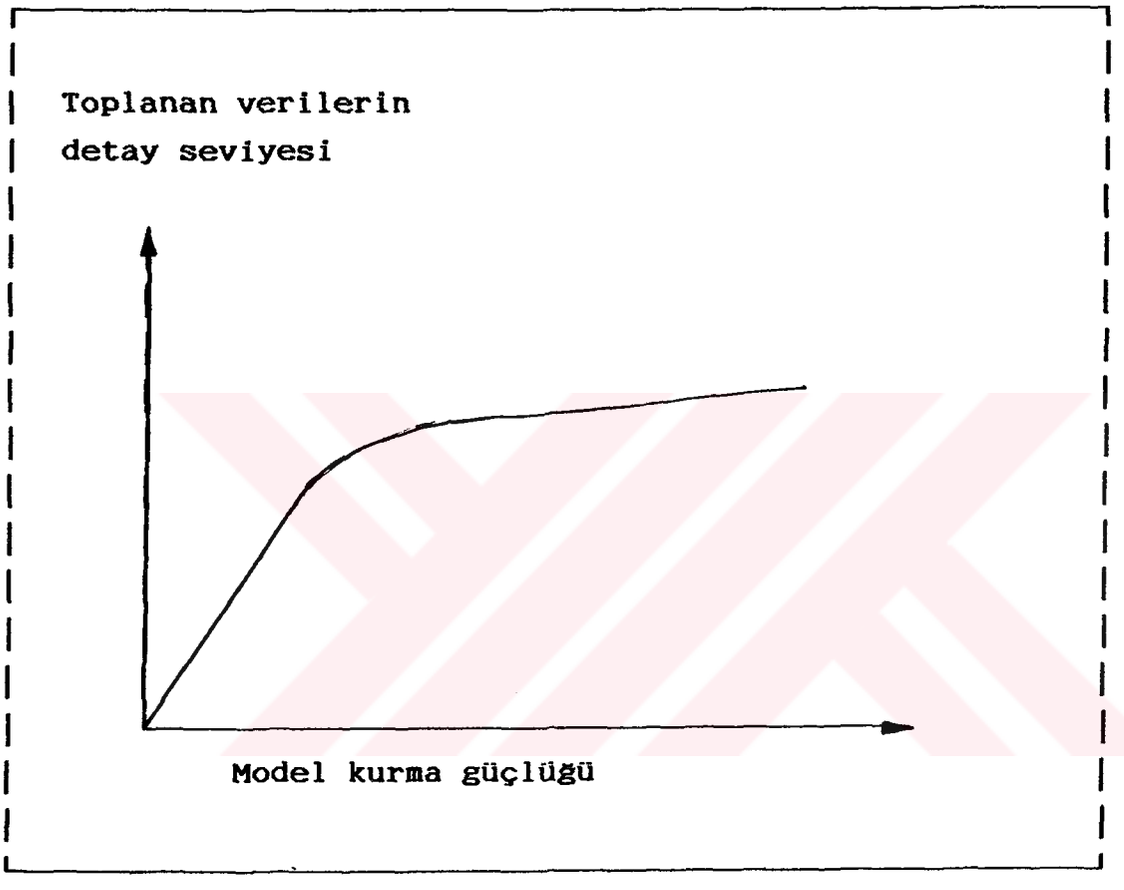
8.3. Atelyenin modelinin kurulması :

Bir benzetim çalışmasına başlamadan önce dikkat edilecek hususlardan biri çalışma amaçlarının belirlenmesidir.Ayrıca bu amaçların ortaya koyduğu hedeflere bağlı olarak sistemden gerekli verilerin elde edilmesidir. Bir benzetim çalışmasının başarısı, sistemden toplanan verilerin güvenirliliği ile orantılı olduğundan mümkün olduğunca veriler doğru ve yeterli detay seviyesinde seçilmelidir. Sistemden toplanan verilerin detay seviyesi ile model kurma güçlüğü arasındaki bağıntı aşağıdaki şekilde gösterebilir :



8.2. Atelyenin genel yerleşim düzeni

1. İdari ve teknik büro
2. DEA ölçüm kontrol mekanizması
3. AGIE 2.00 Tel erozyon tezgahı
4. AGIE 3.15 Tel erozyon tezgahı
5. Prontomatik dalma erozyon tezgahı
6. AGIE 3.30 dalma erozyon tezgahı
7. AGIE 2.20 dalma erozyon tezgahı
8. Delik taşlama tezgahı
9. CNC DECKEL freze tezgahı
10. CNC DECKEL freze tezgahı
11. WEMASS freze tezgahı
12. WEMASS freze tezgahı
13. MAHO freze tezgahı
14. Vargel tezgahı
15. Spiral taşlama tezgahı
16. Spiral taşlama tezgahı
17. Eğe makinası
18. Matkap tezgahı
19. Matkap tezgahı
20. Klasik torna tezgahı
21. Dekopaj
22. Projeksiyon. (ölçüm için)
23. CNC torna tezgahı
24. Profil taşlama tezgahı
25. Yüzey taşlama tezgahı
26. Yüzey taşlama tezgahı
27. Silindirik taşlama tezgahı
28. Yüzey taşlama tezgahı
29. Yüzey taşlama tezgahı
30. Yeni aparat montaj kısmı
31. Yeni kalıp montaj kısmı
32. Bakalit ve plastik kalıp montaj kısmı
33. Kalıp tamirat
34. Aparat tamirat
35. Bakalit ve plastik kalıp tamiri



Ayrıca, bir benzetim çalışmasına harcanan sürenin % 60'nın veri toplamaya ayrıldığını da unutmamak gerekir.

Tüm bu açıklamalar ışığında, atelyemizle ilgili verile-toplanması sırasında aşağıdaki güçlüklerle karşılaşılmıştır :

1. Atelyede daha önce işlenen kalıplara ait verilerin istenilen detayda tutulmamış olması.

2. Her bir kalıbı oluşturan parçaların sayısının tam

olarak belirlenememesi.

3. Her bir parçanın rotaları ile ilgili verilerin tutulmamış olması.

4. Her bir tezgaha ait işlem sürelerinin belirlenememesi (yalnızca tüm bir kalıbının bir tezgah grubunda geçirdiği süreler bellidir).

5. Tezgahlara ait hazırlık zamanlarının tam olarak saptanamaması.

Yukarıda sıralanan unsurlar dikkate alınarak sistemden veri elde etmek için belli bir zaman dilimi içerisinde üretilen kalıplar incelenmiş ve sistemin davranışıyla ilgili veriler elde edilmeye çalışılmıştır. Bu çalışma için 15 adet kalıp (rastgele seçilmiş) ele alınmış ve bunlarla ilgili tüm veriler çalışmanın esas amacını oluşturmuştur.

Bu veriler sayesinde aşağıdaki veriler elde edilmiştir :

1. Her tazgaha ait işlem süreleri dağılımları.

2. Her bir kalıba ait parçaların rotaları.

3. Her bir kalıp parçasının hazırlık süreleri.

4. Tamir veya yeni üretim için gelen kalıplara ait dağılım.

5. Gelen kalıpların gelişlerarası süre dağılımı.

6. Gelen kalıpların tip dağılımı.

7. Tezgahlara ait ıskarta, tekrar işleme ve hurda oranları.

ve diğerleri .....

Ele alınan 15 kalıba ait parçaların rota istatistikleri değerlendirilerek tezgahlara ait rota kuralları belirlemiştir.

Veriler elde edildikten sonra veriler gruplandırılarak ve Ki-Kare tekniği ile gerekli dağılımlar hesaplanmıştır.

Tüm veriler elde edildikten sonra model SIMAN benzetim dili (Bakınız Bölüm 7) ile kodlanmıştır. Daha önceki bölümde SIMAN dilinin özellikleri ve avantajları açıklanmıştı.

8.4. Sistemin model programının yazılması :

Sisteme ait model programının yazılabilmesi için aşağıdaki hususların kesin olarak belirlenmesi gerekmektedir:

1. Sistemin amacı
2. Sistem parametreleri
3. Sistemle ilgili varsayımlar

8.4.1. Sistemin amacı : SIMAN benzetim dili yardımıyla sistem performansının (tezgah verimliliklerinin, kuyruklarının vb.) yatırım stratejilerinin, atölyedeki yük değişimlerinin, iş akış zamanlarının vb. analizini yapmak ve optimum verileri veren model davranışını analiz etmektir.

8.4.2. Sistem parametreleri :

1. Kalıp tipi dağılımı.

2. Bir kalıbta bulunan parça sayısının dağılımı.

3. Her bir tezgahtaki işlem süreleri dağılımı.

4. Her bir kalıp parçasına ait operasyon sayısı dağılımı.

5. Her bir parçanın rotası ile ilgili dağılım (her bir tezgah grubuna dallanma olasılıkları ve her bir tezgah grubunun içindeki tezgahlara dallanma olasılıkları dağılımı).

6. Tezgahlara ait iskarta, tekrar işleme ve hurdaya ayrılan parça sayısı dağılımları.

7. Kalite kontrol süreleri dağılımı

8. Her bir kalıp tipine bağlı olarak montaj süresi dağılımı

9. Tamir için gelen kalıpların montaj süresi dağılımı

10. Tamir için gelen kalıpların arıza tipi dağılımı

11. Kalıblara ait gelişlerarası süre dağılımı

12. Tamir için gelen kalıp parçalarından bozuk olanlara, tamir edileceklere, tekrar işleneceklere ait dağılım.

13. Montajdaki kalıplara ait iyi-kötü dağılımı.

8.4.3. Sistemle ilgili varsayımlar :

1. Montaj ve tamir bölümünde ara sıra kullanılan vinç ihmal edilmiştir.

2. Tezgahlardaki işlem sürelerinin dağılımının normal olduğu kabul edilmiştir (15 kalıp için elde edilen bilgilerden işlem sürelerinin normal dağılıma yaklaştığı gözlenmiştir).

3. Tezgahlara ait bozulma süreleri ihmal edilmiştir.

4. İşgücü kayıplarınında etkisi fazla değildir.

5. Personel devamsızlıklarının sistem performansını önemli derecede etkilemediği kabul edilmiştir.

6. 15 kalıp incelenmesi sonucu elde edilen verilerin tüm sistemi temsil ettiği varsayılmıştır.

7. Kalıp tiplerine ait dağılım sezgisel olarak alınmıştır.

8. Kalite kontrol, tezgahlardaki hazırlık zamanları, ıskarta, tekrar işleme ile ilgili dağılımlarda tecrübeler ışığında elde edilmiştir.

9. Tezgahlar arasındaki taşıma olmadığı varsayılmıştır.

10. Montaj bölümlerinde, tamirat bölümlerinde ve tezgahlarda çalışan işçilerin verimlilikleri aynı olduğu kabul edilmiştir.

11. Gelişlerarası sürenin üstel dağılıma uyduğu kabul edilmiştir.

12. Her bir kalıpta bulunan parça sayısının dağılımının üniform dağılıma uyduğu kabul edilmiştir.

8.4.4. Program algoritması :

Adımlar :

1. X(1) adet varlığı üret (Bu sayı bir kalıpta bulunan parça sayısını vermekte ve düzgün dağılımla hesaplanmaktadır. X(1) başlangıç değeri ise deneysel dosyada 120 olarak verilmiştir).

```
    begin,10,10,yes;
;=============================================================================
;                                                                            =
;                ISTANBUL TEKNIK UNIVERSITESI                                =
;                   ISLETME FAKULTESI                                        =
;                ENDUSTRI MUHENDISLIGI BOLUMU                                =
;                                                                            =
;                MUHENDISLIK YONETIMI PROGRAMI                               =
;                YUKSEK LISANS TEZ PROGRAMI                                  =
;                                                                            =
;=============================================================================
;
        create,x(1):ex(2,1),30:mark(7);
;
        count:3,1;
        queue,1;
        group:x(1),first;
        assign:x(2)=x(2)+1;
        split;
        assign:a(2)=x(2);
        assign:a(3)=x(1);
        queue,2;
        group:x(1),first;
;
        assign:x(49)=x(49)+a(3);
        assign:x(1)=un(1,1);
label
        assign:x(4)=dp(58,1);
        branch,1:
           if,x(4).eq.1,yeni:
           else,tamir;
yeni
        count:4,1;
        split;
nacil
        assign:a(6)=dp(6,1);
        assign:a(4)=0;
dongu
        assign:a(4)=a(4)+1;
        branch,1:
           if,a(4).ge.a(6),mont:
           else,devam;
mont
        queue,3;
        seize:qc;
        delay:0.165;
        release:qc;
        count:1,1;
;
        branch,1:
           with,.96,okey:
           else,nacil;
okey
        count:33,1;
        branch,1:
          if,a(2).eq.1,dal1:
          if,a(2).eq.2,dal2:
          if,a(2).eq.3,dal3:
          if,a(2).eq.4,dal4:
          if,a(2).eq.5,dal5:
          if,a(2).eq.6,dal6:
          if,a(2).eq.7,dal7:
```

```
            if,a(2).eq.8,dal8:
            if,a(2).eq.9,dal9:
            if,a(2).eq.10,dal10:
            if,a(2).eq.11,dal11:
            if,a(2).eq.12,dal12:
            if,a(2).eq.13,dal13:
            if,a(2).eq.14,dal14:
            if,a(2).eq.15,dal15:
            else,on;
on
            branch,1:
            if,a(2).eq.16,dal16:
            if,a(2).eq.17,dal17:
            if,a(2).eq.18,dal18:
            if,a(2).eq.19,dal19:
            if,a(2).eq.20,dal20:
            if,a(2).eq.21,dal21:
            if,a(2).eq.22,dal22:
            if,a(2).eq.23,dal23:
            if,a(2).eq.24,dal24:
            if,a(2).eq.25,dal25:
            if,a(2).eq.26,dal26:
            if,a(2).eq.27,dal27:
            if,a(2).eq.28,dal28:
            if,a(2).eq.29,dal29:
            if,a(2).eq.30,dal30:
            else,son;
son
            count:9,1:dispose;
dal1
          queue,4;
          combine:a(3),first:next(montaj);
dal2
          queue,5;
          combine:a(3),first:next(montaj);
dal3
          queue,6;
          combine:a(3),first:next(montaj);
dal4
          queue,7;
          combine:a(3),first:next(montaj);
dal5
          queue,8;
          combine:a(3),first:next(montaj);
dal6
          queue,9;
          combine:a(3),first:next(montaj);
dal7
          queue,10;
          combine:a(3),first:next(montaj);
dal8
          queue,11;
          combine:a(3),first:next(montaj);
dal9
          queue,12;
          combine:a(3),first:next(montaj);
dal10
          queue,13;
          combine:a(3),first:next(montaj);
dal11
          queue,14;
          combine:a(3),first:next(montaj);
```

```
dal12
        queue,15;
        combine:a(3),first:next(montaj);
dal13
        queue,16;
        combine:a(3),first:next(montaj);
dal14
        queue,17;
        combine:a(3),first:next(montaj);
dal15
        queue,18;
        combine:a(3),first:next(montaj);
dal16
        queue,56;
        combine:a(3),first:next(montaj);
dal17
        queue,55;
        combine:a(3),first:next(montaj);
dal18
        queue,54;
        combine:a(3),first:next(montaj);
dal19
        queue,53;
        combine:a(3),first:next(montaj);
dal20
        queue,52;
        combine:a(3),first:next(montaj);
dal21
        queue,51;
        combine:a(3),first:next(montaj);
dal22
        queue,50;
        combine:a(3),first:next(montaj);
dal23
        queue,49;
        combine:a(3),first:next(montaj);
dal24
        queue,48;
        combine:a(3),first:next(montaj);
dal25
        queue,47;
        combine:a(3),first:next(montaj);
dal26
        queue,46;
        combine:a(3),first:next(montaj);
dal27
        queue,45;
        combine:a(3),first:next(montaj);
dal28
        queue,44;
        combine:a(3),first:next(montaj);
dal29
        queue,43;
        combine:a(3),first:next(montaj);
dal30
        queue,42;
        combine:a(3),first:next(montaj);
devam
        assign:x(7)=dp(7,1);
        assign:a(5)=x(7)+7;
        assign:j=dp(a(5),1);
        branch,1:
```

```
          if,a(4).eq.1,ct:
          if,a(4).eq.2,lop2:
          if,a(4).eq.3,lop3:
          if,a(4).eq.4,lop4:
          if,a(4).eq.5,ct;
lop2
        branch,1:
          if,a(4).eq.1.and.j.eq.1.and.a(4).eq.3.and.j.eq.2,devam:
          if,a(4).eq.2.and.j.eq.1.and.a(4).eq.1.and.j.eq.2,devam:
          if,a(4).eq.1.and.j.eq.4.and.a(4).eq.2.and.j.eq.5,devam:
          if,a(4).eq.2.and.j.eq.4.and.a(4).eq.1.and.j.eq.5,devam:
          if,a(4).eq.1.and.j.eq.3.and.a(4).eq.2.and.j.eq.5,devam:
          if,a(4).eq.2.and.j.eq.4.and.a(4).eq.1.and.j.eq.5,devam:
          else,ct;
lop3
        branch,1:
          if,a(4).eq.2.and.j.eq.3.and.a(4).eq.3.and.j.eq.5,devam:
          if,a(4).eq.2.and.j.eq.5.and.a(4).eq.3.and.j.eq.3,devam:
          if,a(4).eq.2.and.j.eq.1.and.a(4).eq.3.and.j.eq.2,devam:
          if,a(4).eq.3.and.j.eq.1.and.a(4).eq.2.and.j.eq.1,devam:
          if,a(4).eq.2.and.j.eq.4.and.a(4).eq.3.and.j.eq.5,devam:
          if,a(4).eq.2.and.j.eq.5.and.a(4).eq.3.and.j.eq.4,devam:
          else,ct;
lop4
         branch,1:
          if,a(4).eq.3.and.j.eq.3.and.a(4).eq.4.and.j.eq.5,devam:
          if,a(4).eq.4.and.j.eq.3.and.a(4).eq.3.and.j.eq.5,devam:
          if,a(4).eq.3.and.j.eq.1.and.a(4).eq.4.and.j.eq.2,devam:
          if,a(4).eq.4.and.j.eq.1.and.a(4).eq.3.and.j.eq.2,devam:
          if,a(4).eq.3.and.j.eq.4.and.a(4).eq.4.and.j.eq.5,devam:
          if,a(4).eq.4.and.j.eq.4.and.a(4).eq.3.and.j.eq.4,devam:
          else,ct;
;
ct
        route:0.15,j;
;
lap
        branch,1:
         if,x(8).eq.1,ll:
         else,lop;
ll
        route:0,j;
lop
        station,1-10;
        queue,m+18,200,la1;
lab1
        seize:tezgah(m);
        assign:a(8)=m+12;
        assign:x(14)=rn(a(8),1);
        delay:2.5;
        count:m+5,1;
        delay:x(14);
        count:m+22,x(14);
        release:tezgah(m):next(qc);
;
la1
        branch,1:
          if,m.eq.1,co1:
          if,m.eq.2,co2:
          if,m.eq.3,co3:
           else,lab1;
co1
```

```
          assign:m=2:next(lop);
co2
          branch,1:
            with,.50,co21:
            with,.50,co22;
co21
          assign:m=3:next(lop);
co22
          assign:m=4:next(lop);
co3
          assign:m=3:next(lop);
qc
          queue,29;
          seize:qc;
          delay:0.15;
          release:qc;
          assign:x(10)=dp(28,1);
;
          branch,1:
             if,x(10).eq.1,g:
             if,x(10).eq.2,r:
             if,x(10).eq.3,h;
;
g
          branch,1:
           if,x(8).eq.1,don:
           else,min;
min
          count:16,1:next(dongu);
;
r
          branch,1:
           if,x(8).eq.1,don:
           else,min1;
min1
          count:17,1:next(devam);
;
h
          branch,1:
           if,x(8).eq.1,don:
           else,min2;
min2
          count:18,1:next(tamirat);
;==================================
;          montaj                  =
;                bolumu            =
;==================================
;
montaj
          count:2,1;
          assign:a(1)=dp(3,1);
          branch,1:
            if,a(1).eq.1,pl1:
            if,a(1).eq.2,pl2:
            if,a(1).eq.3,pl3:
            if,a(1).eq.4,pl4;
pl1
          queue,30;
          seize:grup1;
          assign:x(13)=rn(29,1);
          delay:x(13);
          count:33,x(13);
```

```
          release:grup1:next(qc1);
pl2
          queue,31;
          seize:grup2;
          assign:x(13)=rn(30,1);
          delay:x(13);
          count:34,x(13);
          release:grup2:next(QC1);
pl3
          queue,32;
          seize:grup3;
          assign:x(13)=rn(31,1);
          delay:x(13);
          count:35,x(13);
          release:grup3:next(qc1);
pl4
          queue,33;
          seize:grup4;
          assign:x(13)=rn(32,1);
          delay:x(13);
          count:36,x(13);
          release:grup4:next(qc1);
;
qc1
          queue,34;
          seize:quc;
          delay:rn(33,1);
          release:quc;
;
          branch,1:
            with,.95,good:
            with,.05,bad;
good
          count:6,1;
          branch,1:
            if,x(12).eq.1,dallan:
            else,dallan;
bad
          count:7,1;
          delay:12.34:next(tamir);
tamirat
          queue,35;
          seize:kontrol;
          delay:rn(37,1);
          release:kontrol;
          branch,1:
             with,.40,degistir:
             with,.60,duzelt;
degistir
          count:8,1;
          delay:23:next(devam);
duzelt
          delay:50.25:next(devam);
;=====================================
;      tamirat bolumu                 =
;=====================================
;
tamir
          count:5,1;
          assign:a(1)=dp(3,1);
;
          queue,37;
```

```
          seize:quality;
          delay:rn(39,1);
          release:quality;
;
          assign:x(11)=dp(60,1);
          branch,1:
             if,x(11).eq.1,nac:
             if,x(11).eq.2,degisme:
             if,x(11).eq.3,uretme:
             else,tam;
nac
          split;
          assign:j=1:next(nacil);
degisme
          split;
          delay:85.25;
          queue,39;
          combine:a(3),first:next(dallan);
uretme
          split;
          assign:x(14)=a(3)*0.12;
          assign:x(11)=a(3)-x(14);
          branch,1:
           with,0.56,fd1:
           else,fd2;
fd1
          queue,40;
          group:x(11),first:next(mon);
fd2
          assign:x(12)=0;
;
fd
          assign:x(12)=x(12)+1;
          branch,1:
           if,x(12).eq.x(14),mon:
           else,don;
don
          assign:x(8)=0;
          delay:12.25;
          assign:j=dp(40,1);
          assign:x(8)=1:next(lap);
;
mon
          queue,41;
          combine:a(3),first;
          queue,38;
          seize:tammon;
          delay:76;
          release:tammon;
          assign:x(12)=1:next(qcl);
;
tam
          queue,36;
          seize:tamirci;
          delay:ex(56,1);
          release:tamirci:next(dallan);
dallan
          branch,1:
            if,a(1).eq.1,son1:
            if,a(1).eq.2,son2:
            if,a(1).eq.3,son3:
            if,a(1).eq.4,son4;
```

```
son1
        count:19,x(1);
        assign:x(49)=x(49)-a(3);
        delay:10;
        tally:1,int(7):dispose;
son2
        count:20,x(1);
        assign:x(49)=x(49)-a(3);
        delay:12;
        tally:2,int(7):dispose;
son3
        count:21,x(1);
        assign:x(49)=x(49)-a(3);
        delay:15;
        tally:3,int(7):dispose;
son4
        count:22,x(1);
        assign:x(49)=x(49)-a(3);
        delay:14;
        tally:4,int(7):dispose;
end;
```

```
BEGIN,1000,10,yes;
        PROJECT,SIMKO KALIPHANE,ZEKI AYAG,11/14/1990;
        DISCRETE,935,8,56,10;
        RESOURCES:1-10,TEZGAH,1,1,2,1,2,4,1,1,3,2:
                  11,quality,1:
                  12,grup1,1:
                  13,grup2,1:
                  14,grup3,1:
                  15,grup4,1:
                  16,qu,2:
                  17,qc,6:
                  18,KONTROL,1:
                  19,TAMIRCI,2:
                  20,quc,1:
                  21,tammon;
        DSTAT:1,Nq(5),forklift:
              2,NQ(19),torkuysaykl:
              3,NQ(20),torkuysaycnc:
              4,NQ(21),freklkuy:
              5,NQ(22),frenckuy:
              6,NQ(23),frecnckuy:
              7,NQ(24),tasyuzkuy:
              8,NQ(25),tasprokuy:
              9,NQ(26),tassilkuy:
              10,NQ(27),dalmaerozkuy:
              11,NQ(28),telerozkuy:
              12,nr(1),tezver1:
              13,nr(2),tezver2:
              14,nr(3),tezver3:
              15,nr(4),tezver4:
              16,nr(5),tezver5:
              17,nr(6),tezver6:
              18,nr(7),tezver7:
              19,nr(8),tezver8:
              20,nr(9),tezver9:
              21,nr(10),tezver10:
              22,nr(12),grup1:
              23,nr(13),grup2:
              24,nr(14),grup3:
              25,nr(15),grup4:
              26,nq(30),mon1kuy:
              27,nq(31),mon2kuy:
              28,nq(32),mon3kuy:
              29,nq(33),mon4kuy:
              30,x(49),sisparsayi;
        PARAMETERS:1,50,150:
                   2,500:
                   3,0.40,1,0.62,2,0.82,3,1.0,4:
                   4,0.10,25,0.30,35,0.50,65,0.70,75,1.0,110:
                   5,0.10,1,0.20,2,0.30,3,0.40,4,0.50,5,0.75,6,1.0,7:
                   6,0.30,2,0.60,3,0.82,4,0.9,5,1.0,6:
;
                   7,0.15,1,0.50,2,0.68,3,1.0,4:
                   8,0.55,1,1.0,2:
                   9,0.15,3,0.35,4,1.0,5:
                  10,0.55,6,0.82,7,1.0,8:
                  11,0.30,9,1.0,10:
                  12,0.30,14,1.0,15:
;
                  13,1.82,0.75:
                  14,1.25,0.90:
                  15,4.75,1.91:
                  16,3.32,1.8:
```

```
                17,4.46,1.19:
                18,3.31,1.1:
                19,3.76,1.47:
                20,2.29,0.86:
                21,9,5.55:
                22,5.9,2.02:
                23,13,8:
                24,11,5:
                25,11,6:
                26,11,5:
                27,11,3:
;
                28,0.82,1,0.96,2,1.0,3:
;
                29,250,100:
                30,378,113:
                31,207,89:
                32,298,90:
;
                33,0.15,0.20:
                34,5,1:
                35,6,1:
                36,8,1:
;
                37,0.3,0.2:
;
                38,0.90,1,0.93,2,1.0,3:
                39,0.4,0.2:
                40,0.90,1,0.93,2,1.0,3:
;
                41,6,2:
                42,4,2:
                43,8,2:
                44,9,2:
                45,2,2:
                46,8,2:
                47,7,2:
                48,5,2:
                49,6,2:
                50,4,2:
                51,1,2:
                52,9,2:
                53,6,2:
                54,14,2:
                55,9,2:
;
                56,56:
                57,0.12,1,0.2,2,0.3,3,0.38,4,0.45,5,0.5,6,0.6,7,
                0.72,8,0.8,9,0.87,10,0.92,11,0.95,12,0.96,13,0.98,14,
                1.0,15:
                58,0.99,1,1.0,2:
                59,0.25,17,0.50,18,0.75,19,1.0,20:
                60,0.40,1,0.75,2,1.0,3;
        TALLIES:1,TIP 1 norzaman,1:
                2,TIP 2 norzaman,2:
                3,TIP 3 norzaman,3:
                4,TIP 4 norzaman,4;
        counters:1,opkalkontsay:
                 2,mongelkalsay:
                 3,sisgirparsay:
                 4,yenikalipsay:
                 5,tamirkalisay:
                 6,tezgah1gps  :
```

```
                7,tezgah2gps  :
                8,tezgah3gps  :
                9,tezgah4gps  :
               10,tezgah5gps  :
               11,tezgah6gps  :
               12,tezgah7gps  :
               13,tezgah8gps  :
               14,tezgah9gps  :
               15,tezgah10gps :
               16,iyiopersay  :
               17,tekislsay   :
               18,iskartasay  :
               19,tip1ciksay  :
               20,tip2ciksay  :
               21,tip3ciksay  :
               22,tip4ciksay  :
               23,tez1topishac:
               24,tez2topishac:
               25,tez3topishac:
               26,tez4topishac:
               27,tez5topishac:
               28,tez6topishac:
               29,tez7topishac:
               30,tez8topishac:
               31,tez9topishac:
               32,tez10topishac:
               33,montaj1hac :
               34,montaj2hac :
               35,montaj3hac :
               36,montaj4hac ;
        initilize,x(1)=120;
;       seeds:2,13000,no;
        REPLICATE,1,0,18000;
END;
```

2. Sistemdeki parça sayısının saklandığı değişken X(49)'dur. Her gelen kalıp parçaları bu sayacın sayısını artırır.

3. Parçaları kuyrukta toparla ve geçici olarak grubla ve her gelen kalıp için X(2)'in değerini 1'den 30'a (Sistemde en fazla üretilen kalıp sayısı) değiştir.

4. Grubu parçala ve her bir kalıbın içerdiği parça sayısını her bir kalıp için A(3) özalanına kaydet.

5. Geliş sırasınıa göre sıralanan ve x(2) değişkeni ile ifade edilen her kalıbın geliş önceliği A(2) özalanına kaydedilir.

6. Tekrar geçici olarak gruplanır ve bir sonraki kalıbın üretimi için X(1) değeri dağılımdan hesaplanır.

7. Gelen her kalıp ya yeni üretim için ya da tamir için geldiğinden tecrübelerle tahmin edilen bir kesikli dağılım sayesinde bunların oranları hesap edilmiştir.

8. Grubu ayır ve ilk sıradaki kalıbın (X(2)=1 ve X(1)=120) ilk parçası için operasyon sayısı (dağılımla belirlenen ve 1 ile 6 arasınaki değer) hesaplanır. Daha sonra ardısıra diğer parçalar da aynı işlemlerden geçer.

9. A(4) özalanı ile ifade edilen ve parçanın o andaki kaçıncı operasyonda olduğunu belirten değer daha önce hesaplanan operasyon sayısına ulaşılıncaya kadar işlenmektedir. Eğer bir parçanın üretimi bittiğinde o kalıp için ayrılan bir kuyrukta bekletilmektedir. O kalıba ait tüm parçalar tamamlandığında bu kuyruktaki parçalar sürekli olarak birleştirilir ve montaja gönderilir. Ayrıca her operasyondan sonra ve her parça bittiğinde kalite kontrolü de yapılmaktadır.

10. Tezgahlara işlerin atanması ve rotalarının saptanması eldeki veriler ışığında rassal olarak yapılmıştır ve tezgahlar arasındaki rotasal ilişkiler if-then şeklinde ifade edilmiştir. A(5) özalanı ile i. işin j'inci operasyonunun hangi tezgah grubunda işleneceğini belirtmektedir. Ayrıca tezgahların önünde oluşacak maksimum kuyruğa göre de birbirine benzer tezgahlar arasında yük dengeleme de yapılmaktadır.

11. Her bir parça ve kalıp için hurda, ıskarta ve tekrar işlemi gibi değerlerde hesaplanmaktadır.

12. Montaj bölümüne gelen kalıbların kalıp tipi belirlenir ve bu kalıp tipi ile ilgili montaj grubunun kuyruğuna girer ve montajı yapılır. Kalite kontrolü yapıldıktan sonra üretimi biter. A(7) özalanı ise bir kalıbın sistemde geçirdiği süreyi kaydetmektedir.

13. Tamir için gelen kalıplar ise tamir bölümüne gelmekte burada ilk önce kontrolü yapılıp hangi kısımlarının bozuk olduğu ve nasıl tamir edileceği saptanır ve tamir bölümünde tamir edilir.

8.6. Programda kullanılan veriler :

Veri tipi	Dağılımı	Dağılım Parametreleri
Gelişlerarası süre	Üstel	500
Kalıp parca sayısı	Üniform	50 - 150
Operasyon sayısı	Kesikli	0.30 ---- 1 0.60 ---- 2 0.82 ---- 3 0.90 ---- 4 1.00 ---- 5

Kalıp geliş nedeni	Kesikli	Yeni... 0.70 --1 Tamir.. 1.00 --2
Tezgah gruplarına dallanma	Kesikli	0.15 ---- 1 0.50 ---- 2 0.68 ---- 3 1.00 ---- 4
Tezgahlara dallanma		
Torna grubu	Kesikli	0.55 ---- 1 1.00 ---- 2
Freze grubu	Kesikli	0.15 ---- 3 0.35 ---- 4 1.00 ---- 5
Taşlama grubu	Kesikli	0.55 ---- 6 0.82 ---- 7 1.00 ---- 8
Erozyon grubu	Kesikli	0.30 ---- 9 1.00 ---- 10
Tezgah işlem süreleri		
Tezgah 1	Normal	1.82,0.75
Tezgah 2	Normal	1.25,0.90
Tezgah 3	Normal	4.75,1.91
Tezgah 4	Normal	3.32,1.80
Tezgah 5	Normal	4.46,1.19
Tezgah 6	Normal	3.31,1.10
Tezgah 7	Normal	3.76,1.47
Tezgah 8	Normal	2.29,0.86
Tezgah 9	Normal	9.00,5.55
Tezgah 10	Normal	5.90,2.02

Iskarta, tekrar işleme ve hurda oranları	Kesikli	0.82 ---- 1 0.96 ---- 2 1.00 ---- 3
Kalıp tipi dağılımı	Kesikli	0.25 ---- 1 0.50 ---- 2 0.75 ---- 3 1.00 ---- 4
Montaj süreleri		
Montaj 1	Normal	250,100
Montaj 2	Normal	378,113
Montaj 3	Normal	207,89
Montaj 4	Normal	298,90
Montaj kalite kontrol	Normal	0.15,0.20
Tamirat kalıp teşhisi	Normal	0.40,0.20
Tamirat geliş nedeni	Kesikli	0.40 ---- 1 0.75 ---- 2 1.00 ---- 3

8.7. Senaryolar :

Model mevcut sistem verileriyle çalıştırılmış ve üç koşum sonucunda elde edilen veriler grafikler halinde ekler bölümünde verilmiştir. Bu grafiklerden her bir tezgaha ait elde edilen verilerin karşılaştırılması mümkün

olmaktadır. Ayrıca 9 farklı alternatif içinde model çalıştırılmış ve sonuçlar grafiklerle gösterilmiştir. Mevcut durum ve 9 alternatife ait denenen yatırım stratejileri aşağıda verilmiştir. Ayrıca ekler bölümünde verilen program çıktıları ve bu çıktılar kullanılarak elde edilen grafikler incelenebilir.

Senaryo 1 :

Mevcut durum	Tezgahlar									
Tezgah no :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tezgah adetleri	1	1	2	1	2	4	1	1	3	2

Senaryo 2 :

Alternatif 1	Tezgahlar									
Tezgah no :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tezgah adetleri	1	1	2	1	2	4	1	1	3	3

Senaryo 3 :

Alternatif 2	Tezgahlar									
Tezgah no :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tezgah adetleri	1	1	2	1	3	4	1	1	3	2

Senaryo 4 :

Alternatif 3	Tezgahlar									
Tezgah no :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tezgah adetleri	1	1	2	1	3	4	1	1	3	3

Senaryo 5 :

Alternatif 4	Tezgahlar									
Tezgah no :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tezgah adetleri	1	2	2	1	2	4	1	1	3	2

Senaryo 6 :

Alternatif 5	Tezgahlar									
Tezgah no :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tezgah adetleri	1	2	2	1	3	4	1	1	3	2

Senaryo 7 :

Alternatif 6	Tezgahlar									
Tezgah no :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tezgah adetleri	1	2	2	1	2	4	1	1	3	3

Senaryo 8 :

Alternatif 7	Tezgahlar									
Tezgah no :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tezgah adetleri	1	1	2	2	3	4	1	1	3	2

Senaryo 9 :

Alternatif 8	Tezgahlar									
Tezgah no :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tezgah adetleri	1	1	2	2	2	4	1	1	3	3

Senaryo 10 :

Alternatif 9	Tezgahlar									
Tezgah no :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tezgah adetleri	1	2	2	2	2	4	1	1	3	2

8.8. Benzetim sonuçlarının SIMAN çıktı işlemcisi ile analizi :

Bitişsiz bir sistemin benzetiminin sonuçlarını üç farklı biçimde analiz edebildiğimizi çıktı işlemcisini açıkladığımız Bölüm 9' de açıklanmıştır. Burada bu yöntemlerden sonuncusunu kullanacağız.

Bu yöntem "çıktı işlemcisi" bölümünde görülebilecek ilk beş denklemin uygulamasını içermektedir. İlk olarak sözkonusu değişkenin bulunduğu veri dosyasından, FILTER komutu ile başlangıçtaki geçici meyil bölgesindeki gözlemler gözardı edilerek gözlemler gruplara ayrılmakta ve grupların ortalamaları bir veri dosyasına aktarılmaktadır. Daha sonra INTERVALS komutu ile bu dosya kullanılarak değişkenin % 95 istatistiksel güvenilirlikte güvenlik aralığı saptanmaktadır (Bakınız... Bölüm 9).

8.9. Geçici meyil bölgesinin saptanması :

Geçici meyil bölgesinin saptanması için X(49) değişkeninin değişiminin kayıt edildiği veri dosyası kullanılmıştır. Ekler bölümünde ele alınan her bir senaryoya bağlı olarak sistemdeki parça sayısının grafiği PLOT komutu ile verilmektedir. Biz yalnızca mevcut durum için sistemdeki sayı ile benzetim süresi ilişkisini gösteren grafiği kullanarak Warm-up periyodu denilen ve sistemin kararlı bir duruma geçtiği zamanı belirten zaman dilimini bulmaya çalışacağız.

Mevcut durum için PLOT komutu ile elde edilen ve sistemdeki parça sayısını gösteren grafik incelendiğinde geçici meyil bölgesi ilk 10000 saattir.

8.10. Güven aralıklarının hesaplanması :

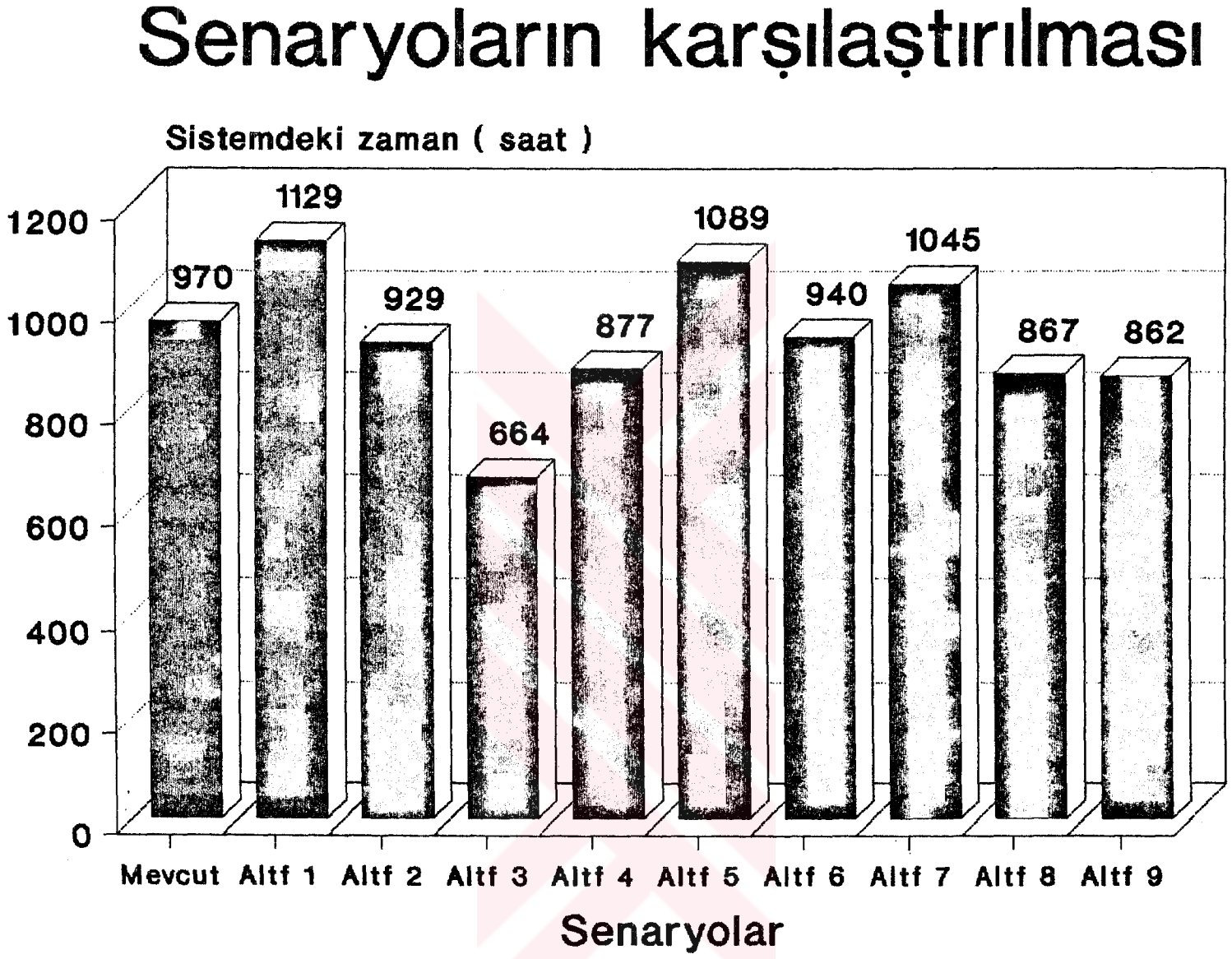
Modelden elde edilen veriler kullanılarak sistemdeki kalıplara ait parça sayıları ve kalıpların sistemde harcadığı zamanlarla ilgili güven aralıkları hesaplanabilir. İlerideki sayfalarda bu işlemlerle ilgili grafikler ve çıktılar yer almaktadır. Sonuç olarak,

İş parçalarının sistemde kalma sürelerinin % 95 güvenilirlik düzeyinde güvenlik aralıkları aşağıdaki gibidir :

	ortalama	Alt limiti	Üst limiti
Kalıpların sis. zamanı	1170 saat	260 saat	2080 saat
Sistemdeki parça sayısı	165 adet	235 adet	304 adet

8.11. Sonuçlar ve Yorumlar :

Senaryolar incelendiğinde bir kalıbın sistemde kalma süresinin en düşük olduğu senaryonun 4. senaryo olduğu görülebilir. Buradan atelyede mevcut tezgahlara 1 CNC Freze ve 1 Tel Erozyon tezgahı eklenmesi sistemin en verimli şekilde çalışmasını sağlamaktadır. Ayrıca diğer grafiklerde analiz edilirse en uygun senaryonun 4. senaryo olduğu görilebilir.



8.11. Senaryoların karşılaştırılması

```
SIMAN OUTPUT PROCESSOR VERSION 3.5
COPYRIGHT 1985,86,87 BY SYSTEMS MODELING CORP.

›filter,02,sistemdeki zaman, t/10000,t/1,71;
```

FILTER SUMMARY : SISTEMDEKI ZAMAN

INITIAL TIME TRUNCATED	1.0000E+04
TIME SPANNED PER BATCH	1.000
NUMBER OF BATCHES	14
TRAILING TIME TRUNCATED	7179.
EST. OF COV. BETWEEN BATCHES	7.3444E-03

Modelin çalıştırılması sonucunda kalıpların sistemde kalma sürelerine ›ait veriler grubundan geçici meyil bölgesinde bulunan verilerin FILTER komutu ile çıkarılması.

IDENTIFIER	AVERAGE	STANDARD DEVIATION	.950 C.I. HALF-WIDTH	MINIMUM VALUE	MAXIMUM VALUE	NUMBER OF OBS.
SISZAMAN	1.170E+03	1.576E+03	910.	448.	6.618E+03	14

INTERVALS : MEVCUT DURUM ANALIZI

```
                448.     1.170E+03                                  6.618E+03
SISZAMAN         (-<----X--------)-----------------------------------›
                260.           2.080E+03
```

< = MINIMUM	(= LOWER 95% CL	X = AVERAGE	) = UPPER 95% CL	> = MAXIMUM

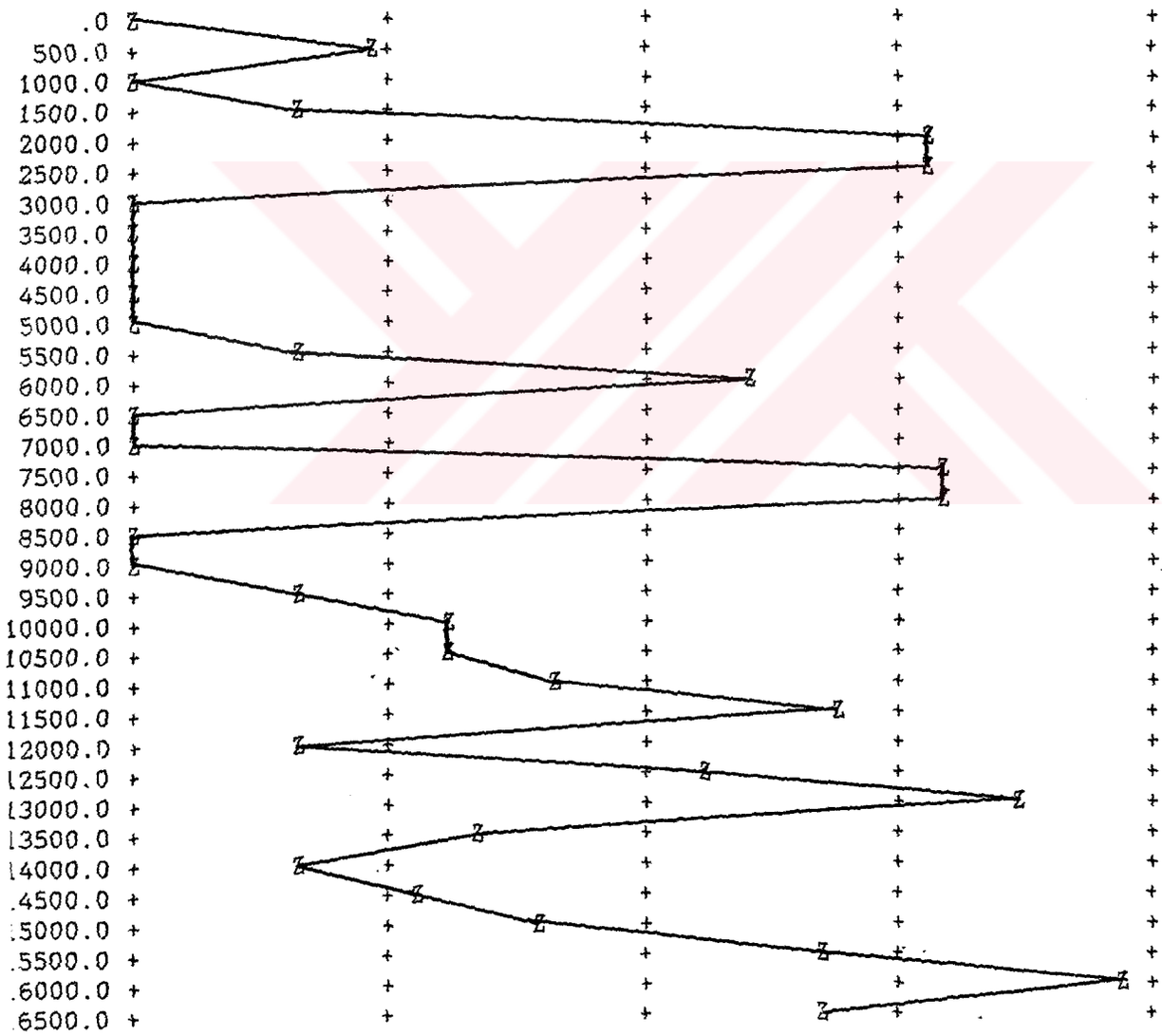
›

INTERVALS komutu ile kalıblara ait FILTER edilmiş veriler kullanılarak
% 95 seviyesinde güven aralığının hesabı.

MEVCUT DURUM ANALIZI
K - Y PLOT

Z=KALIP PARCALARI

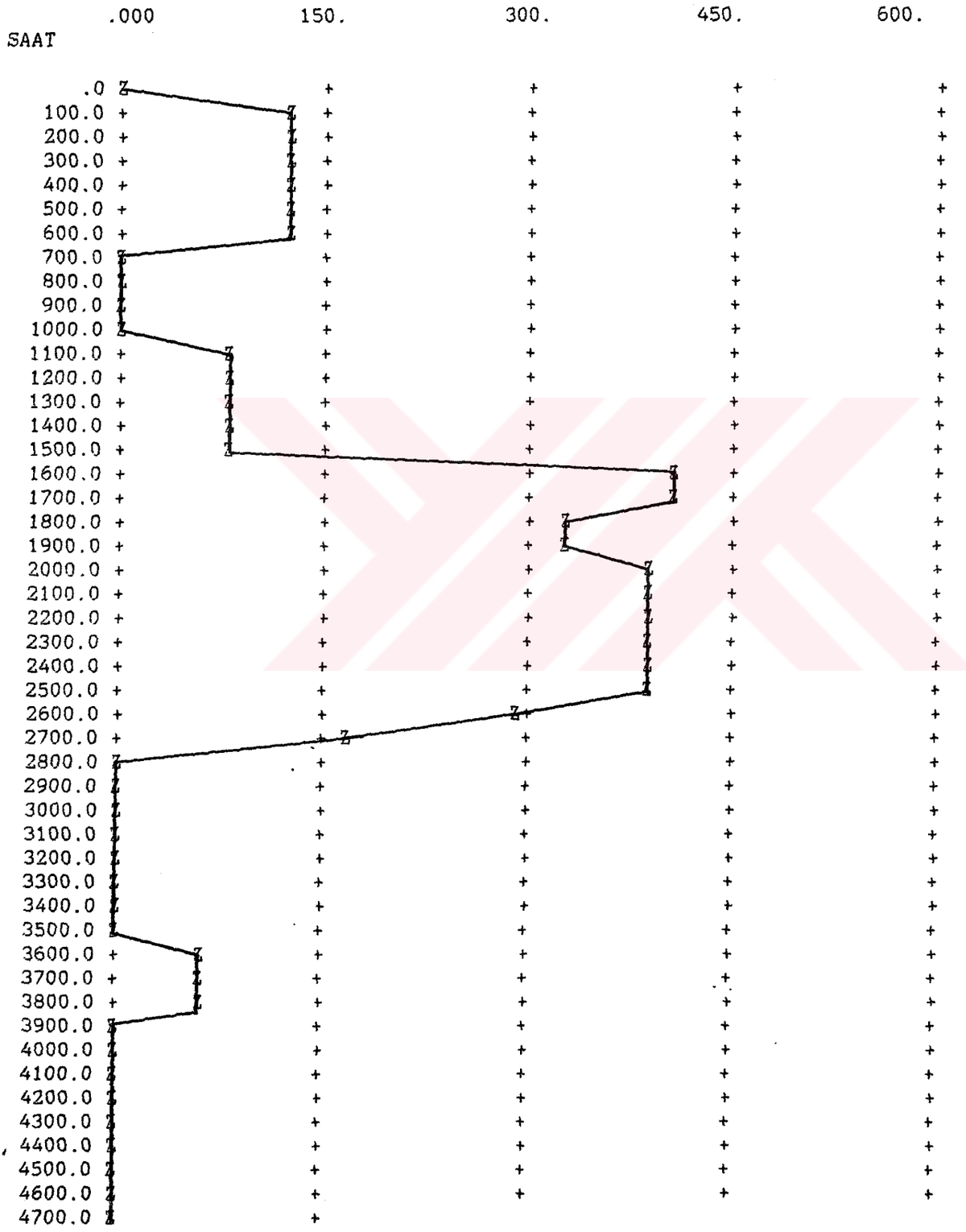
ISTEMDEKI PARCA SAYISI
.000 125. 250. 375. 500.
AAT



MEVCUT DURUM
X - Y PLOT

Z=KALIP PARCALARI

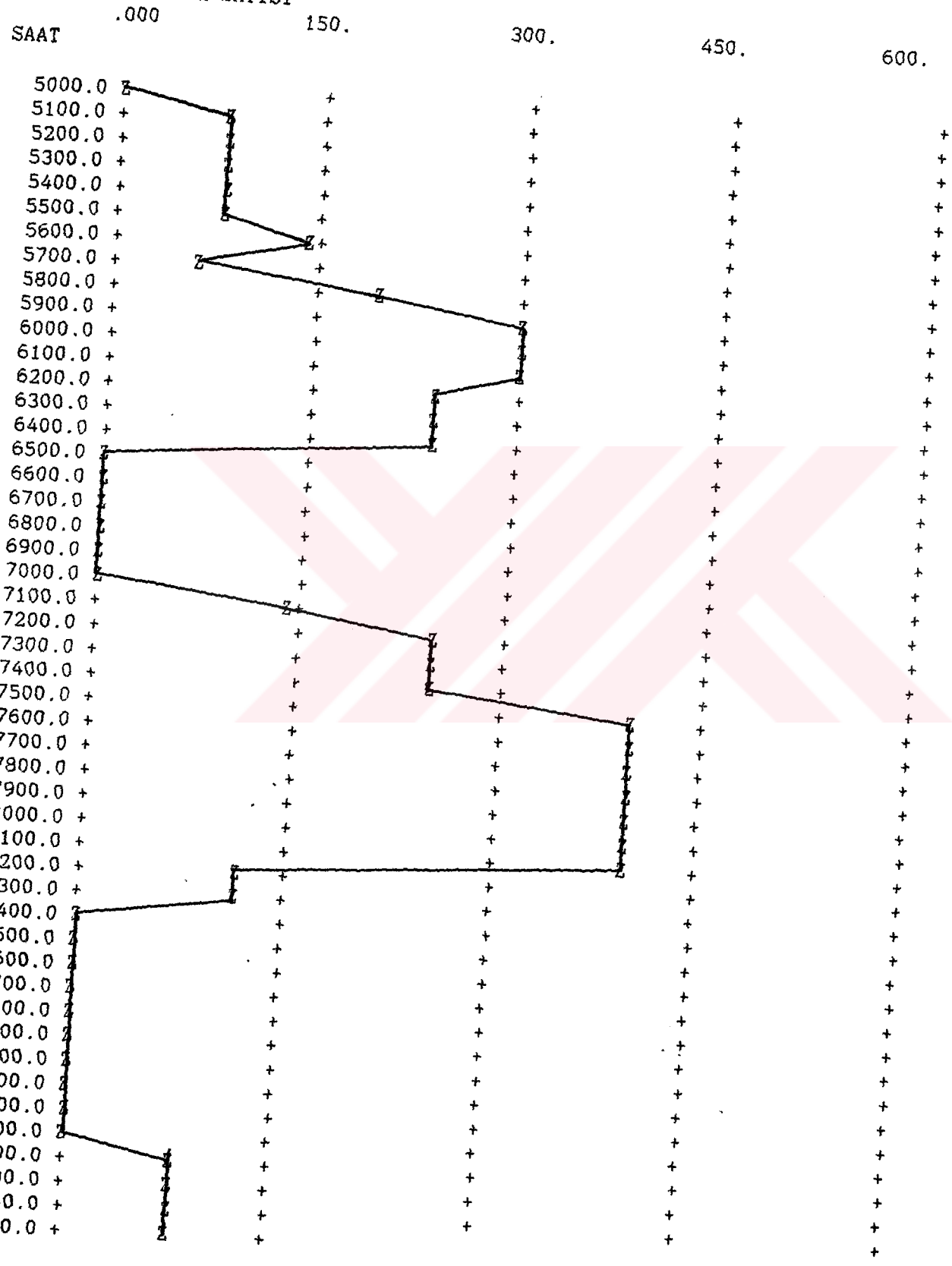
SISTEMDEKI PARCA SAYISI



MEVCUT DURUM
X - Y PLOT

Z=KALIP PARCALARI

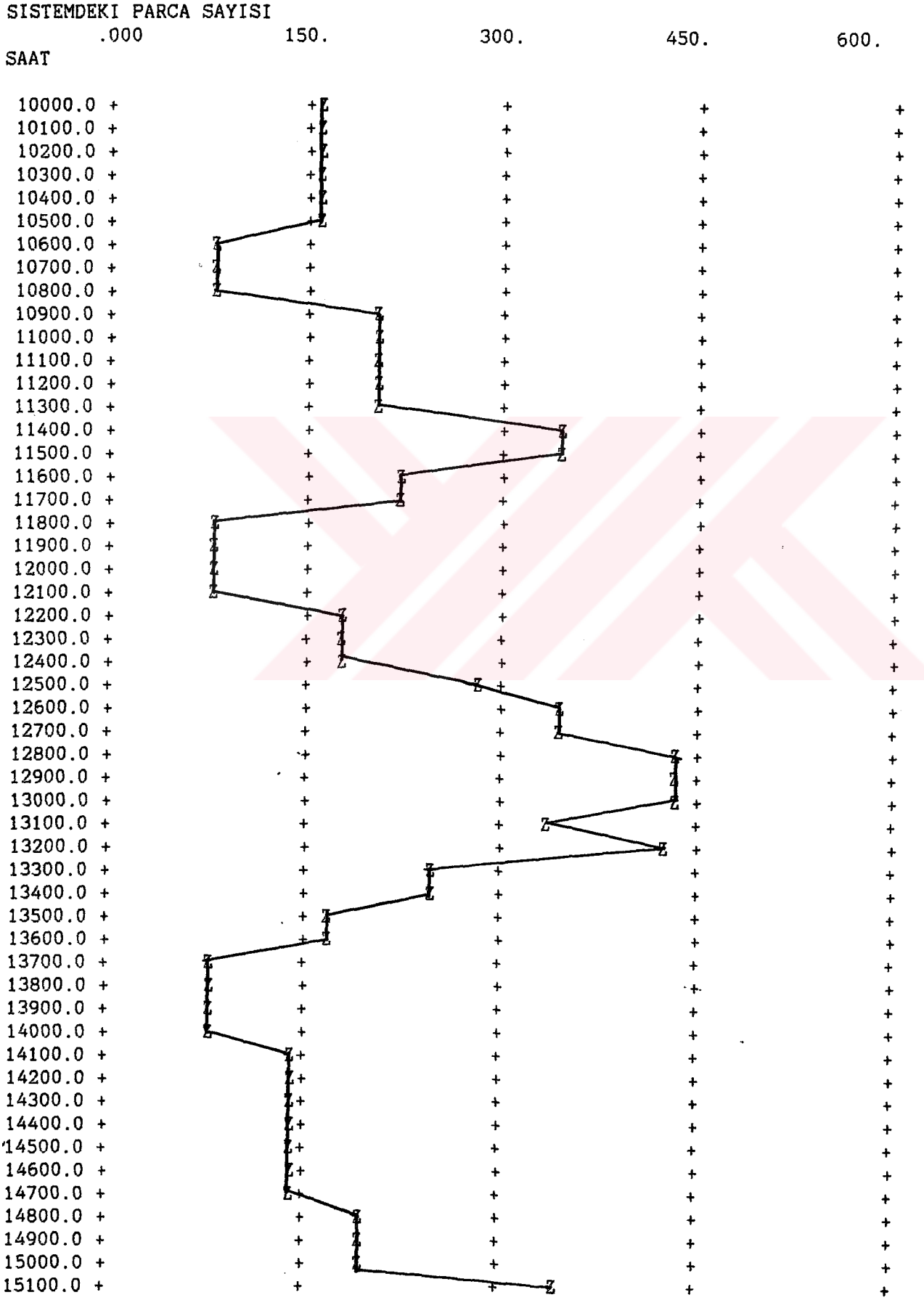
SISTEMDEKI PARCA SAYISI



MEVCUT DURUM
X - Y PLOT

Z=KALIP PARCALARI

SISTEMDEKI PARCA SAYISI

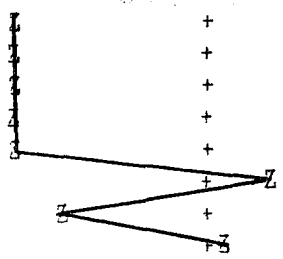


MEVCUT DURUM
X - Y PLOT

Z=KALIP PARCALARI

SISTEMDEKI PARCA SAYISI

SAAT	.000	150.	300.	450.	600.
15200.0	+	+	+	+	+
15300.0	+	+	+	+	+
15400.0	+	+	+	+	+
15500.0	+	+	+	+	+
15600.0	+	+	+	+	+
15700.0	+	+	+	+	+
15800.0	+	+	+	+	+
15900.0	+	+	+	+	+



```
›filter,01,sistemdeki parca say,t/10000,t/700,70;
```

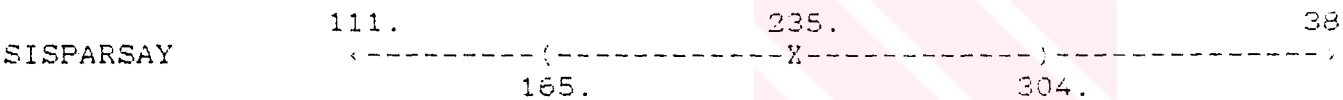
FILTER SUMMARY : SISTEMDEKI PARCA SAY

INITIAL TIME TRUNCATED	1.0000E+04
TIME SPANNED PER BATCH	700.0
NUMBER OF BATCHES	10
TRAILING TIME TRUNCATED	194.6
EST. OF CCV. BETWEEN BATCHES	.2813

Modelin gerçekleştirilmesi sırasında sistemdeki kalış zamanlarının ortalama değeri gibi veriler grafiksel olarak bulunmak istenirse bu durumda FILTER komutu ile gerçekleşir.

IDENTIFIER	AVERAGE	STANDARD DEVIATION	.950 C.I. HALF-WIDTH	MINIMUM VALUE	MAXIMUM VALUE	NUMBER OF OBS.
SISPARSAY	235.	96.7	69.2	111.	384.	10

INTERVALS : MEVCUT DURUM ANALIZI



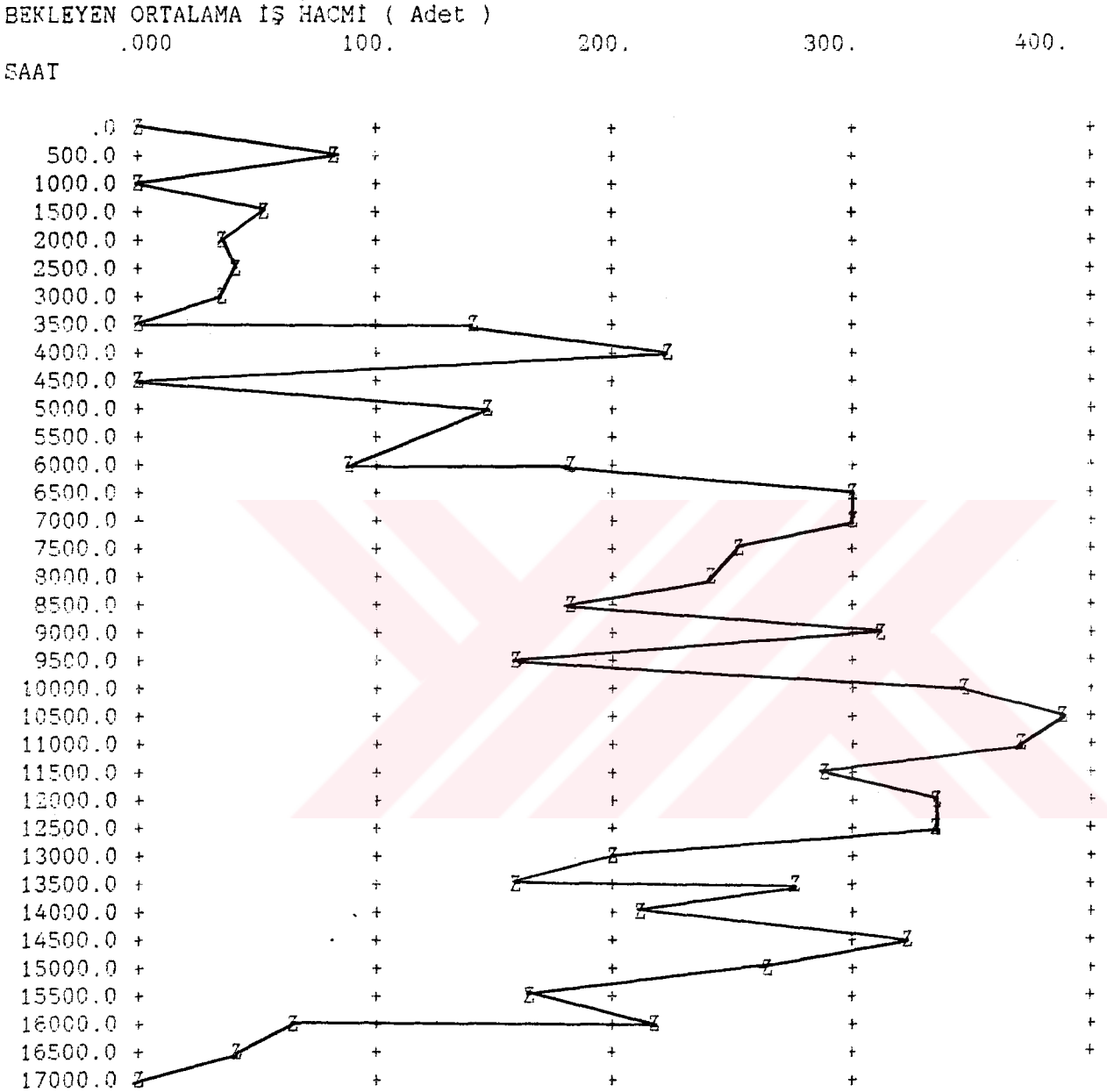
< = MINIMUM	(= LOWER 95% CL	X = AVERAGE	) = UPPER 95% CL	> = MAXIMUM

INTERVALS komutu ile sistemdeki kalıp parçalarına ait FILTER edilmiş veriler kullanılarak % 95 güvenilirlikle güven aralığının hesaplanması.

MEVCUT DURUM ANALİZİ
X - Y PLOT

Z=KALIP PARCALARI

BEKLEYEN ORTALAMA İŞ HACMİ (Adet)



BÖLÜM 9

9. SIMAN çıktı işlemcisi :

9.1. Giriş :

SIMAN özet raporu sistem hakkında bize genel bir bilgi kazandırsa da sistemin gerçek davranışını vermez. Bunun için sonuçların istatiksel güvenilirliliğini belirlememiz gerekir. Klasik bir istatistiksel çalışmada değer ortalamasını, şu şekilde bir aralıkla tahmin ederiz :

$$X_o - H \leq \mu \leq X_o + H \text{ , } 1 - \alpha \text{ olasılıkla} \quad \text{(Denklem 1)}$$

X_o = Gözlemlenen örnek ortalaması
H = Aralık yarım genişliği
$1 - \alpha$ = Aralığın güvenilirlik derecesi
μ = Tahmini ortalama

H değerini hesaplamak için kullanılan yöntem, bitişli yada bitişsiz sistemde farklıdır. Bitişli sistem benzetimin sonunu belirleyen bir olaya sahip sistemdir. Bitişli sisteme örnek her akşam kapanan bir banka olabilir. Bitişsiz sisteme örnek ise bir hastahane acil servisidir. Analiz amacıyla bitişsiz sistemleri, gözlem süresini belirleyerek bitişli varsayarız.

9.2. Bitişli sistemler :

Bitişli sistemlerde, sistemin başlangıç durumu ve bitiş koşulu tanımlanır. Sistemin başlangıç koşullarına ver-

diği geçici tepki ilgimiz dahilindedir.

Bitişli sistemlerde koşu süresi belirlenemediğinden örnek hacmi benzetimin farklı rassal sayılarla yinelenmesi yoluyla artırılabilir. Aynı koşu içindeki gözlemler arasında korelasyon olabilir. Fakat koşular kendi aralarında bağımsızdır.

Bir bitişli sistemin güven aralığını tespit etmek için modeli N kere koştururuz. Örnek ortalamasını şu denklemle buluruz :

$$X_o = \sum_{j=1}^{N} X_j / N \qquad \text{(Denklem 2)}$$

X_j = j. koşu için :

$$S^2(X) = \sum_{j=1}^{N} (X_j - X_o)^2 / (N - 1) \qquad \text{(Denklem 3)}$$

X_j' nin bağımsız olduğunu varsayarsak, örnek varyansı şu şekilde hesaplanır :

$$S^2(X_o) = S^2(X) / N \qquad \text{(Denklem 4)}$$

Eğer, X_j normal dağılıma sahip ise (1 - α) güvenlik aralığında $\mu = E(X)$ şu denklemle bulunur :

$$X_o - S(X_o) * t_{N-1,\alpha/2} \leq \mu \leq X_o + S(X_o) * t_{N-1,\alpha/2}$$

(Denklem 5)

Yeteri kadar büyük gözlem hacmine sahip olduğumuzda yukarıdaki denklemlerin oluşturduğu merkezi limit teoremi benzetimin değerlendirilmesinde yetkindir. X_j ortalamaları tanımlayan bir değişken ise sonuçlar güvenilir olabilir. Fakat değişken her koşunun en düşük ve en yüksek değerlerini veriyorsa normallik varsayımı şüphelidir.

9.3 Bitişsiz sistemler :

Bitişsiz sistemlerde, sistemin durgun hali (steady state) ile ilgileniyoruz. Sistemin durgun hali sistemin başlangıcından uzun bir süre sonra ulaştığı bir durumdur ve başlangıç durumundan bağımsızdır.

Durgun hal, benzetimde bütünüyle gerçekleştirilemeyen bir durumdur. Sistemin başlangıç durumu sonuçlarda bir sapmaya neden olur. Örneğin, bir atelyenin boş olarak çalışmaya başladığında elde edilecek ortalama iş akış süresi ve ortalama kuyruk uzunlukları durgun hal durumunda daha iyidir. Başlangıçtaki ortalamayı saptıran durgun hale doğru artım bölgesini üç yolla hesaplardan ayırabiliriz :

1. Benzetimi durgun hale yakın bir durumda başlatırız.

2. Benzetimi başlangıçtaki meyili ihmal edilebilir kılacak kadar uzun bir süre yaparız.

3. Hesaplamalarda sistemin durgun hale ulaştığı zamana kadar olan gözlemleri iptal ederiz.

Bitişsiz sistemlerde, örnek hacmini tek koşuyu uzun tutarak ya da benzetimi daha kısa sürelerde yenileyerek artırabiliriz. Yinelemede (replicating) her koşuda ayrı rassal sayılar kullanma avantajını getirir ki bu koşula-

rın sonuçlarının bağımsız olmasını sağlar. Bu sayede bitişli sistemler için kullandığımız istatistiksel yöntemleri kullanabiliriz. Bunun, benzetim için planlama periyodu tanımlamaya eşdeğer olduğuna dikkat etmek gerekir.

Eğer örnek hacmini koşuları yinelemek yerine uzun bir tek koşu yaparak artırırsak, her koşu başındaki meyili iptal etme işlemini bir kez yaparız. Fakat buna karşın aynı koşu içindeki gözlemler arasında otokorelasyon olması nedeniyle varyansın tahminini yapmak koveryans tahminlerini içerir. Fishman' nın yöntemini izlersek ortalamanın varyansını şu şekilde hesaplarız :

Örnek ortalaması :

$$X_o = \sum_{j=1}^{N} X_j / N \qquad \text{(Denklem 6)}$$

Örnek koveryansları :

$$C_h = \sum_{k=1}^{N-h} (X_k - X_o) * (X_{k+h} - X_o) / N \qquad \text{(Denklem 7)}$$

$$h = 0,1,2,3,\ldots,N$$

$$m = \frac{C_o + 2\sum_{k=1}^{h} (1 - k/h) * C_k}{N * (N - h)} \qquad \text{(Denklem 8)}$$

Örnek ortalamasının varyansının tahminini veren

$$S^2(X_o) = m / N \qquad \text{(Denklem 9)}$$

güvenlik aralığını veren

$$X_o - S(X_o) * t_{N-1,\alpha/2} \leq \alpha \leq X_o + S(X_o) * t_{N-1,\alpha/2}$$

formülünde kullanılabilir.

Denklem 8' de m değerini h değerine kadar olan yığınların koveryanslarıyla hesapladığımıza dikkat edin. H değeri sıfırdan farklı örnek korelasyonuna sahip en büyük yığın olarak seçilmelidir. H yığınında örnek korelasyonu C_h/C_o dur. H değerini seçmek için en pratik metod örneklerin korelogramını incelemektir. Korelogram korelasyonların yığına bağlı olarak fonksiyonudur.

Tek bir koşudan elde edilen gözlemleri analiz etmenin bir alternatifide koşuyu kümeler adını verdiğimiz N alt koşuya bölmektir. Önceki gibi ilk yapacağımız iş, geçiş bölgesinin gözlemlerini iptal etmektir. J nolu kümenin gözlemlerinin ortalamasına X_j diyeceğiz. Eğer yığın büyüdükçe otokorelasyon azalırsa, en büyük yığından daha büyük bir küme büyüklüğü seçilerek küme ortalamaları arasındaki korelasyon pratikte gözardı edilebilir. X merkezi limit teoremine göre normal dağılıma sahip olduğu kabul edilebilir. Küme ortalamaları 1 ve 5 arasındaki denklemlerde güvenlik aralığını belirlemek için kullanılabilir.

Yukarıdaki işlemler için küme büyüklüğünü belirlemek için iki faktör gözönüne alınır. Bir yandan 5. denklem için gereken güvenilirlik ve bağımsızlık varsayımını gerçekleştirmek için gereken büyük örnek hacmini sağlamak üzere küme hacmini küçültmek istiyoruz. Schmeiser' in islatladığı üzere küme hacminin 40' ı aşmasında güvenlik aralığının daralması açısından pek fazla bir fayda yoktur.

Toplam örnek hacmi ortalaması aşağıdaki şekilde hesaplanır

$$X_o = \frac{\sum_{j=1}^{N} X_j}{N} \qquad \text{(Denklem 10)}$$

ve test istatistiği şöyle bulunur :

$$C_b = 1 - \frac{\sum_{j=1}^{N-1} (X_j - X_{j+1})^2}{2\sum_{j=1}^{N} (X_j - X_o)^2} \qquad \text{(Denklem 11)}$$

X_j değerlerinin bağımsız ve normal dağılıma sahip olduğunu varsayarsak, C_b 0 ortalama ve (N - 1) / (N^2 - 1) varyanslı bir normal dağılıma sahip olur. Daha büyük N değeri için, C_b ardışık küme ortalamaları arasındaki korelasyonun tahminidir. Küme ortalamaları arasındaki korelasyonun negatif olmadığı biliniyorsa tek taraflı hipotez testi yaparız.

$$H_o : C_b = 0 \qquad \text{(Denklem 12)}$$

$$H_1 : C_b \geq 0$$

α yeterli önemde bir düzey iken ;

Eğer, Z_α standart normal eğrinin üst α noktasında olmak üzere

$$Z = C_b \,/\, ((N - 2) \,/\, (N^2 - 1))^{1/2} \qquad \text{(Denklem 13)}$$

Z_α 'dan büyükse H_o'ı reddederiz.

Eğer, korelasyonları pozitif ve negatif oluyorsa çift taraflı hipotez testi yaparız :

$$H_o : C_b = 0 \qquad \text{(Denklem 14)}$$

$$H_1 : C_b = 0$$

ve $Z_{\alpha/2}$, standart normal dağılımın $\alpha/2$ üst noktası iken Z nin mutlak değeri $Z_{\alpha/2}$ ' den büyük ise H_o ' reddederiz.

H_1 yerine H_o ' ı reddetme hatamızın kümelerin bağımsız olduğu yargısına varmamızı gerektirmediğine dikkat edilmelidir. Bu sadece, kümelerin arasında korelasyon olduğu varsayımına varmak için elde yeterli veri olmadığı anlamına gelir.

Durgun hal davranışını analiz etmek için kullanılan üç metoddan (koşuları yenileme - replication - , koveryansların tahmini ve kümelere ayırma) kümelere ayırma pratikte en kullanışlı olanıdır. Bu yöntem tek bir koşuda, koşu yenileme yoluyla analizin hesaplama kolaylığını sağlar. Yöntemde tek sorun, bağımsız alt-koşular yaratmak için uygun küme büyüklüğünü belirlemektedir.

9.3. Çıktı işlemcisi komutları :

SIMAN' nın çıktı işlemcisinde model çıktılarını analiz etmek için bir çok komut vardır. Bu bölümde sadece bu tezde kullanılan komutlar verilecektir.

9.3.1. Plot komutu :

Kesikli ya da sürekli değişkenlerin zamana bağlı olarak grafiğini hazırlar. Aynı grafikte on bağımlı değişken görüntglenebilir. Komut formatı şöyledir :

PLOT,	DEFAULT
BAŞLIK,	Boşluk
BAĞIMSIZDEĞİŞKENBAŞLIĞI,	Time
BAĞIMLIDEĞİŞKENBAŞLIĞI,	Y - Axis
ZAMANBAŞLANGICI,	Min
ZAMANBİTİMİ,	Max
KOORDİNATALTDEĞERİ,	Min
KOORDİNATÜSTDEĞERİ,	Max
ZAMANARTIMI:	(Bitiş-Baş) / 40
DOSYANO,	Hiç
DEĞİŞKENETİKETİ,	Tallies, Counters, Cstat Dstat ve Output'taki tanım veya Output.dosyano
DEĞİŞKENSEMBOLÜRENG:...;	Z, Y, X 16-tekrar sayısı

9.3.2. FILTERS Komutu :

Bu komut, bir veri dosyasından zamana bağlı sürekli değişkenleri okur ve parçalama ve kümeleme işleminden geçmiş bir çıktı dosyası yaratır. Bir sistemin benzetiminden elde

edilen bitişsiz gözlemlerden sabit, bağımsız ve normal dağılıma sahip gözlemler üretir. Baştan kesilip atılacak gözlem adedi (Tallies ve Counters değişkenleri için) ya da zaman uzunluğu (Cstat ve Dstat değişkenleri için) ve grup başına gözlem adedi veya zaman uzunluğu komutun operatörleridir.

Üretilen grupların ortalamalarının bulunduğu veri dosyasının yanısıra, FİLTER komutu bir özet raporu hazırlar. Bu rapor, oluşturulan grup sayısını, baştan ve sondan kesilip atılan gözlem sayısını,

$$C_b = 1 - \frac{\sum_{j=1}^{N-1} (X_j - X_{j+1})^2}{2\sum_{j=1}^{N} (X_j - X_o)^2}$$

ve Fishman'ın 11 nolu denklemde verilen test istatistiğini içerir. Ayrıca 0.05 güvenlik düzeyinde 8 ya da daha fazla küme için, tek veya çift taraflı hipotez testinde bağımsızlık hipotezi reddedilmişse bir uyarı yayımlanır.

Komut formatı şöyledir :

FILTER,	<u>DEFAULT</u>
DOSYANO,	Hiç
BAŞLIK,	Boşluk
BUDAMAŞEKLİ/	T : CSTAT, DSTAT O : TALLIES, COUNTERS

BAŞTANBUDANANADET,	0
KÜMELEMEŞEKLİ/	T : CSTAT, DSTAT O : TALLIES, COUNTERS
KÜMEBÜYÜKLÜĞÜ,	1
ÇIKTIDOSYANO;	Kayıt edilmez.

9.3.3. INTERVALS Komutu :

INTERVALS komutu, belirli bir gözlem kümeleri için güven aralığını belirler. Komut formatı şöyledir :

INTERVALS,	DEFAULTS
BAŞLIK:	Boşluk
DOSYANO,	Hiç
DEĞİŞKENBAŞLIĞI:...;	TALLIES, COUNTERS, CSTAT DSTAT ve OUTPUT' taki tanım veya OUTPUT.DOSYANO

Komut gözlemlerin bağımsız ve normal dağılıma sahip olduğunu varsayar. Girdi dosyası, bitişli bir sistemin çoklu koşularının sonuçlarını ya da bitişsiz bir sistemin koşusundan elde edilen verilerden oluşturulmuş kümeleri içerir. Her INTERVALS komutu en fazla 10 değişken için kullanılabilir. Komut, gözlem değerlerinin ortalamasını, standart sapmasını, % 95 güvenlik düzeyine sahip aralığını minimum ve maksimum gözlem değerleri ve gözlem adedini kapsayan bir tablo oluşturur.

Diğer çıktı komutları ise ;

1. Çubuk diyagramları
2. Histogramlar
3. Correlogram
4. Sdinter (Standard Deviation Intervals)
5. Meantest
6. Vartest
7. Stdintervals (Standardized Intervals)
8. Table
9. Diffile
10. Export
11. Import

Daha ayrıntılı bilgi SIMAN benzetim dili kılavuzu olan

INTRODUCTION TO SIMAN

elde edilebilir.

BÖLÜM 10

10. Sonuçlar ve Öneriler :

Avrupa ve Amerika' da sıkça kullanılan ve ülkemizde de son zamanlarda yaygın olarak kullanılmaya başlanan benzetim mikro ölçekli sistemlerden makro ölçekli sistemlere kadar bir çok yerlere başarıyla uygulanmaktadır. Ayrıca bilgisayar donanımlarındaki gelişmelere paralel olarak benzetim ile ilgili yazılımlar çoğalmış ve her yapılacak benzetim çalışmasına uygun bir dil bulunur hale gelmiştir. Bilgisayarların hızlılaşması, görüntü kalitelerinin artması animasyonlu dillerin gelişmesine de olanak tanımıştır. Animasyonlu diller sayesinde modellenen sistemin görüntüsü ekranda görülebilmekte ve sistemdeki değişiklikler anında saptanabilmektedir. Ayrıca kurulan modelin geçerliliğinin ispatlanması ve üst yönetimi tatmin bakımından oldukça önemli bir potansiyel oluşmuştur.

Bu paketler yardımıyla kullanıcının çok daha az zamanda daha hızlı model kurmasına olanak tanıdı. Son yıllarda oldukça popüler olan uzman sistem kavramı sayesinde de kullanıcının benzetim ile ilgili fazla bir bilgiye sahip olmadan paket-kullanıcı etkileşimi sayesinde modeli kurmak mümkün olabilmektedir.Bu da benzetim çalışmalarına oldukça önemli bir boyut kazandırmıştır. Ülkemizde animasyonlu benzetim programlarına örnek olabilecek oyun programları sayesinde görsel bir alışkanlık kazanılmıştır (örnek : Flight simülatör,bir şehrin yönetilmesi [simcity] vb.).

Bu tezde kullanılan SIMAN programlama dili ise komutlarındaki esneklik ve kullanışlılık bakımından oldukça üstün ve kullanıcıya büyük kolaylıklar sağlayan bir benzetim dilidir. Artık ülkemizde SIMAN ' ın yanında

CADMOTION, PCMODEL, vb.. diller kullanılmaya başlanmış ve sonucunda bu dalda deneyimli uzmanlara ihtiyaç duyulmaya başlanmıştır. Bu yüzden bu konuda eğitim veren kuruluşlara oldukça büyük görevler düşmektedir. Ülkemiz bu konuda büyük bir potansiyele sahiptir. Bu potansiyeli doğru bir şekilde geliştirmekte oldukça önemli olmaktadır. Ülkemizdeki firmaların bazı rekabet koşulları yüzünden otomasyona geçmeye başladığı şu günlerde yapacakları büyük miktarlardaki yatırımların uygulanabilirliğinin kontrolü açısından da şimdilerde ve yakın gelecekte de benzetim çok önemli bir karar destek elemanı olmaya devam edecektir. Bu konuda çalışan kişiler ise mevcut benzetim dillerinin hepsi hakkında az çok bilgi sahibi olmalı ve herhangi bir problemle karşılaştığında hangi dili kullanacağını iyi bilmek zorundadır.

Bu tezin konusu olan bir kalıp atelyesinin benzetimi sayesinde firma yeni kuracağı (daha modern bir hale getireceği) atelye için yapılacak yatırım stratejilerinin sonuçlarını görebilmiştir.

KAYNAKLAR

[1] GAINES, B.R., " Expert systems and simulation in the design of an FMS advisory system", 1986, University of Calgary, CANADA.

[2] DİNÇMEN, Murat, Üretim Planlama ve Kontrol Amaçlı Benzetim Uygulamaları, İ.T.Ü. İşletme Fak. Maçka, İSTANBUL.

[3] ALEV, Umut, Bir Montaj Hattının Benzetimi, Yüksek Lisans Tezi, 1991, İ.T.Ü.

[4] AYAĞ, Zeki; DİNÇMEN, Murat; Durmuşoğlu, Bülent; ERTAY, Tijen, " Üretim sistemlerinde benzetim amaçlı uzman sistemler ", 1991 Yöneylem Araştırması kongresi, Maçka, İST.

[5] DUNHAM, N.R; KOCHHAR, A.K, " Approaches to the computer simulation of production systems " University of Bradford, UK, 1986, Simulation, page 19-25.

[6] CARRIE, Allan, Simulations of Manufacturing Systems Department of design, Manufacture and Engineering Management, University of Strathclyde, 1988, John Wiley and Sons.

[7] SHANNON, R.E; MAYER, R.; ADELSBERGER, H.H, " Expert systems and simulation ", Simulation, Page 275-288, June 1985.

[8] HOROZ, Gökhan, " İmalata uygun benzetim dilinin seçimi ", İngilizce çeviri, 1990, Üretimde Benzetim dersi ödevi.

[9] KIRAN, Ali; SCHLOFFER, A ve HAWKINS, Duane, " An integration simulation approach to design of flexible manufacturing systems", Simulation, February 1989, Pages 47-56.

[10] HIGDON, Jim, " Planning a New Material Handling System ", November 1988, Industrial Engineering , Page 55-59.

[11] HARSHELL, James; DAHL, Susan, " Simulation Model Developed To Convert Production To Celluar Manufacturing Layout ", Industrial Engineering , December 1988, Page 40-45.

[12] AYANOĞLU, Murat, Uzman sistemler ve Bütünleşik Üretim Planlamasına Uygulanması, Doktara Tezi, Mart 1991.

[13] ÇAKAR, Tarık, Uzman Sistem Teknolojisi ve Çizelgeleme Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Haziran 1991.

[14] BARUT, Mehmet, Uzman sistemler ve Deterministik Yöneylem Araştırması Tekniklerinde Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Haziran 1991,İTÜ

[15] ÖZKUL, Semih, Uzman sistemler ve PROLOG dili ile ilgili bir uygulama, Yüksek Lisans Tezi, 1991,İ.T.Ü.

[16] CHARNIAK, Eugene, Introduction To Artificial Intelligence, Addison Wesley Publishing Company, USA, 1985.

[17] MOSER, J.G, " Integration of AI and simulation in a comprehensive decision-support system ", Simulation, December 1986, Pages 223-229.

[18] GENÇ, İ. Özmen, Benzetimde Uzman Sistemler ve PcModel ile Bir Uygulama, Bitirme Ödevi, Haziran 1991, İ.T.Ü.

[19] SHANNON, R.E; MAYER, R.; ADELSBERGER, H.H, " Exper systems and simulation",Simulation, Pages 275-288, June 1985.

[20] MELLICHAMP, Joseph M.; WAHAP, Ahmed E.A, "An expert system for FMS design ", Simulation, May 1987, Pages 201-211.

[21] KUSIAK, Andrew; HERAGU, S.S, " Knowledge-Based System Guides Machine Layout In FMS ", Nov 1988, Industrial Engineering, Pages 48-53.

[22/23] HADDOCK, Jorge, " A simulation generator for FMSs design and control ", IIE Transactions, March 1988 Vol.20 No.1, Pages 22-31.

[24] PRUETT, J.M; VASUDEV, V.K, " MOSES : Manufacturing Organization Simulation and Evaluation System ", Simulation, January 1990, pages 37-47.

[26] MELLICHAMP, Joseph M.; WAHAP, Ahmed E.A, " Process Planning simulation : An FMS modeling tool for engineers ", Simulation , May 1987, Pages 186-195.

[27] Pegden, S., Introduction To SIMAN , Systems Modeling Corp., 1986.

[28] GÖKAY, Cengiz, SIMAN benzetim dili ve üretim hattı analizi, Bitirme Ödevi, 1989, Y.Ü.

[29] LAW, Averill M, " Introduction To Simulation : A Powerful Tool For Analyzing Complex Manufacturing Systems ",Industrial Engineering May 1986, pages 46-52.

[30] KELTON, David W., " Statistical Analysis Methods Enhance Usefulness, Reliability Of Simulation Models ", Industrial Engineering, Sep 86, pages 74-83.

[31] ALEV, Umut, Esnek üretim sistemlerinde benzetim, Bitirme Ödevi, 1989 Haziran, i.T.Ü.

[32] UYGAN, Uğur, SIMAN programalama dili ile atölye tipi üretim benzetimi, Bitirme Ödevi, 1990 İ.T.Ü.

[33] AYAĞ, Zeki, Üretimde benzetim uygulamaları, Bitirme Ödevi, Şubat 1989, İ.T.Ü.

[34] MICROSTA iststistik analiz paketi.

[35] DİNÇMEM, Murat , Üretimde Benzetim dersi notları, 1990, İ.T.Ü.

[36] AYAĞ, Zeki, " İmalat sistemleri ile ilgili bir benzetim çalışmasında düşülebilecek hatalar" 1990, İngilizce çeviri, Üretimde benzetim dersi ödevi, İ.T.Ü.

[37] BOARDMAN, John, Systems Engineering, Prentice Hall, UK, 1990.

[38] GARNHAM, Alan, Artificial Intelligence, Routledge and Kegan Paul Ltd. London, 1988.

[39] WINSTON, P.H., An Introduction To AI, Addison Wesley, UK, 1984.

[40] YAZDANI, Masoud, Artificial Intelligence, Chapman and Hall, London, England, 1986.

[41] REEVES, Steve, Logic for computer science, Addison Wesley Publishing Company, UK, 1990.

[42] JAMES, Mike, Artificial Intelligence in Basic, Butterworth and Co Ltd., Kent, UK, 1984.

[43] GROOVER, M., Industrial Robotics, McGraw Hill Pb. Company, USA, 1986.

[44] FINLAY, Paul, " The validation of expert systems contrasts with traditional methods ", Operational Research Society Journal, Vol 39, No.10, Pages 933-938, 1988.

[45] FORD, D.R; SCHROER, B.J, " An Expert Manufacturing simulation System ", Simulation, May 1987 pages 193-201.

[46] CARSON, J.S, " Convincing users of model's validity is challenging aspect of modeler's job ", Industrial Engineering, June 1986, pages 74-82.

[47] AYAĞ, Zeki, " Bir kalıp atelyesinin SIMAN benzetim dili ile benzetimi ", 14. Yöneylem Araştırması Kongresi 1991, Maçka, İST.

EKLER :

```
;-------------------------------------------------------------;
:                                                             :
:                                                             :
:                      SIMAN Run Processor                    :
:                         Version 3.5                         :
:                     License Number 8710302                  :
:                                                             :
:-------------------------------------------------------------:
:                                                             :
:  Systems Modeling Corporation licenses this program for use by :
:                                                             :
:                        Bilkent University                   :
:                                                             :
:  This program may only be used or copied according to the terms
:  of that license.                                           :
:                                                             :
:-------------------------------------------------------------:
```

Please press <return> to begin the simulation.

Recalling the PROGRAM file simko.p

SIMAN Run Processor Version 3.5
Copyright 1985, 1986, 1987 by Systems Modeling Corp.

Beginning execution of run number 1

SIMAN Summary Report

Run Number 1 of 3

Project: SIMKO KALIPHANE
Analyst: ZEKI AYAG
Date : 11/14/1990

Run ended at time .1719E+05

Tally Variables

Number	Identifier	Average	Standard Deviation	Minimum Value	Maximum Value	Number of Obs.
1	TIP 1 NORZAMAN	678.73	176.05	448.24	1024.31	10
2	TIP 2 NORZAMAN	773.12770	148.36630	623.27730	990.03220	6
3	TIP 3 NORZAMAN	841.52	286.69	363.12	1244.60	9
4	TIP 4 NORZAMAN	2324.02	2878.46	641.04	6622.36	4

Discrete Change Variables

Number	Identifier	Average	Standard Deviation	Minimum Value	Maximum Value	Time Period
1	FORKLIFT	.62	6.12	.00	82.00	17194.60
2	TORKUYSAYKL	2.30	5.22	.00	29.00	17194.60
3	TORKUYSAYCNC	.91	2.72	.00	19.00	17194.60
4	FREKLKUY	.14	.79	.00	11.00	17194.60
5	FRENCKUY	1.12	3.01	.00	17.00	17194.60
6	FRECNCKUY	11.26	18.09	.00	82.00	17194.60
7	TASYUZKUY	.19	1.15	.00	15.00	17194.60
8	TASPROKUY	.43	1.63	.00	16.00	17194.60
9	TASSILKUY	.18	.84	.00	11.00	17194.60
10	DALMAEROZKUY	.31	1.63	.00	16.00	17194.60
11	TELEROZKUY	10.85	17.48	.00	74.00	17194.60
12	TEZVER1	.31	.46	.00	1.00	17194.60
13	TEZVER2	.23	.42	.00	1.00	17194.60
14	TEZVER3	.20	.52	.00	2.00	17194.60
15	TEZVER4	.26	.44	.00	1.00	17194.60
16	TEZVER5	.84	.98	.00	2.00	17194.60
17	TEZVER6	.37	.91	.00	4.00	17194.60
18	TEZVER7	.18	.39	.00	1.00	17194.60
19	TEZVER8	.12	.33	.00	1.00	17194.60
20	TEZVER9	.41	.83	.00	3.00	17194.60
21	TEZVER10	.84	.98	.00	2.00	17194.60
22	GRUP1	.14	.34	.00	1.00	17194.60

23	GRUP2	.13	.34	.00	1.00	17194.60
24	GRUP3	.11	.32	.00	1.00	17194.60
25	GRUP4	.09	.29	.00	1.00	17194.60
26	MON1KUY	.00	.00	.00	.00	17194.60
27	MON2KUY	.00	.00	.00	.00	17194.60
28	MON3KUY	.01	.08	.00	1.00	17194.60
29	MON4KUY	.00	.00	.00	.00	17194.60

Counters

Number	Identifier	Count	Limit
1	OPKALKONTSAY	3084	Infinite
2	MONGELKALSAY	29	Infinite
3	SISGIRPARSAY	3058	Infinite
4	YENIKALIPSAY	29	Infinite
5	TAMIRKALISAY	2	Infinite
6	TEZGAH1GPS	770	Infinite
7	TEZGAH2GPS	558	Infinite
8	TEZGAH3GPS	592	Infinite
9	TEZGAH4GPS	627	Infinite
10	TEZGAH5GPS	2008	Infinite
11	TEZGAH6GPS	905	Infinite
12	TEZGAH7GPS	440	Infinite
13	TEZGAH8GPS	311	Infinite
14	TEZGAH9GPS	861	Infinite
15	TEZGAH10GPS	2010	Infinite
16	IYIOPERSAY	7337	Infinite
17	TEKISLSAY	1230	Infinite
18	ISKARTASAY	349	Infinite
19	TIP1CIKSAY	997	Infinite
20	TIP2CIKSAY	592	Infinite
21	TIP3CIKSAY	793	Infinite
22	TIP4CIKSAY	347	Infinite
23	TEZ1TOPISHAC	2997	Infinite
24	TEZ2TOPISHAC	2318	Infinite
25	TEZ3TOPISHAC	1696	Infinite
26	TEZ4TOPISHAC	2580	Infinite
27	TEZ5TOPISHAC	8013	Infinite
28	TEZ6TOPISHAC	3180	Infinite
29	TEZ7TOPISHAC	1522	Infinite
30	TEZ8TOPISHAC	1329	Infinite
31	TEZ9TOPISHAC	3461	Infinite
32	TEZ10TOPISHAC	8015	Infinite
33	MONTAJ1HAC	5423	Infinite
34	MONTAJ2HAC	2053	Infinite
35	MONTAJ3HAC	1942	Infinite
36	MONTAJ4HAC	1435	Infinite

Run Time : 9 Minute(s) and 3 Second(s)

Beginning execution of run number 2

SIMAN Summary Report

Run Number 2 of 3

Project: SIMKO KALIPHANE
Analyst: ZEKI AYAG
Date : 11/14/1990

Run ended at time .1587E+05

Tally Variables

Number	Identifier	Average	Standard Deviation	Minimum Value	Maximum Value	Number of Obs.
1	TIP 1 NORZAMAN	991.25	598.59	331.84	2192.01	15
2	TIP 2 NORZAMAN	1273.08	660.07	645.61	2401.38	8
3	TIP 3 NORZAMAN	438.09960	.00000	438.09960	438.09960	1
4	TIP 4 NORZAMAN	945.78	600.82	518.42	2097.94	6

Discrete Change Variables

Number	Identifier	Average	Standard Deviation	Minimum Value	Maximum Value	Time Period
1	FORKLIFT	2.61	13.78	.00	99.00	15870.45
2	TORKUYSAYKL	3.10	7.88	.00	45.00	15870.45
3	TORKUYSAYCNC	1.81	5.10	.00	35.00	15870.45
4	FREKLKUY	.10	.65	.00	8.00	15870.45
5	FRENCKUY	2.18	5.86	.00	41.00	15870.45
6	FRECNCKUY	21.92	42.73	.00	196.00	15870.45
7	TASYUZKUY	.20	1.15	.00	14.00	15870.45
8	TASPROKUY	.90	3.36	.00	26.00	15870.45
9	TASSILKUY	.15	.74	.00	8.00	15870.45
10	DALMAEROZKUY	.34	1.56	.00	16.00	15870.45
11	TELEROZKUY	22.39	41.47	.00	196.00	15870.45
12	TEZVER1	.32	.47	.00	1.00	15870.45
13	TEZVER2	.28	.45	.00	1.00	15870.45
14	TEZVER3	.21	.53	.00	2.00	15870.45
15	TEZVER4	.29	.46	.00	1.00	15870.45
16	TEZVER5	.92	.99	.00	2.00	15870.45
17	TEZVER6	.41	.96	.00	4.00	15870.45
18	TEZVER7	.19	.39	.00	1.00	15870.45
19	TEZVER8	.13	.34	.00	1.00	15870.45
20	TEZVER9	.46	.89	.00	3.00	15870.45
21	TEZVER10	.93	.99	.00	2.00	15870.45
22	GRUP1	.20	.40	.00	1.00	15870.45
23	GRUP2	.18	.39	.00	1.00	15870.45
24	GRUP3	.01	.12	.00	1.00	15870.45
25	GRUP4	.13	.33	.00	1.00	15870.45
26	MON1KUY	.04	.22	.00	2.00	15870.45
27	MON2KUY	.04	.20	.00	2.00	15870.45
28	MON3KUY	.00	.00	.00	.00	15870.45
29	MON4KUY	.00	.00	.00	.00	15870.45

Counters

Number	Identifier	Count	Limit
1	OPKALKONTSAY	3125	Infinite
2	MONGELKALSAY	30	Infinite
3	SISGIRPARSAY	3019	Infinite
4	YENIKALIPSAY	30	Infinite
5	TAMIRKALISAY	0	Infinite
6	TEZGAH1GPS	748	Infinite
7	TEZGAH2GPS	610	Infinite
8	TEZGAH3GPS	591	Infinite
9	TEZGAH4GPS	653	Infinite
10	TEZGAH5GPS	2029	Infinite
11	TEZGAH6GPS	906	Infinite
12	TEZGAH7GPS	440	Infinite
13	TEZGAH8GPS	293	Infinite
14	TEZGAH9GPS	396	Infinite
15	TEZGAH10GPS	2046	Infinite
16	IYIOPERSAY	7414	Infinite
17	TEKISLSAY	1258	Infinite
18	ISKARTASAY	361	Infinite
19	TIP1CIKSAY	1430	Infinite
20	TIP2CIKSAY	746	Infinite
21	TIP3CIKSAY	89	Infinite
22	TIP4CIKSAY	554	Infinite
23	TEZ1TOPISHAC	3279	Infinite
24	TEZ2TOPISHAC	2307	Infinite
25	TEZ3TOPISHAC	1797	Infinite
26	TEZ4TOPISHAC	2540	Infinite
27	TEZ5TOPISHAC	7483	Infinite
28	TEZ6TOPISHAC	3696	Infinite
29	TEZ7TOPISHAC	1687	Infinite
30	TEZ8TOPISHAC	1099	Infinite
31	TEZ9TOPISHAC	3689	Infinite
32	TEZ10TOPISHAC	8333	Infinite
33	MONTAJ1HAC	6745	Infinite
34	MONTAJ2HAC	1853	Infinite
35	MONTAJ3HAC	235	Infinite
36	MONTAJ4HAC	1919	Infinite

Run Time : 9 Minute(s) and 13 Second(s)

Beginning execution of run number 3

SIMAN Summary Report

Run Number 3 of 3

Project: SIMKO KALIPHANE
Analyst: ZEKI AYAG
Date : 11/14/1990

Run ended at time .1238E+05

Tally Variables

Number	Identifier	Average	Standard Deviation	Minimum Value	Maximum Value	Number of Obs.
1	TIP 1 NORZAMAN	930.66	393.80	490.67	1855.91	14
2	TIP 2 NORZAMAN	1110.20	315.39	681.23	1403.90	6
3	TIP 3 NORZAMAN	678.05	376.40	288.02	1164.15	7
4	TIP 4 NORZAMAN	788.56650	59.10931	746.76950	830.36350	2

Discrete Change Variables

Number	Identifier	Average	Standard Deviation	Minimum Value	Maximum Value	Time Period
1	FORKLIFT	1.07	7.66	.00	67.00	12381.17
2	TORKUYSAYKL	2.85	5.60	.00	29.00	12381.17
3	TORKUYSAYCNC	2.40	4.99	.00	25.00	12381.17
4	FREKLKUY	.23	1.15	.00	14.00	12381.17
5	FRENCKUY	1.56	3.69	.00	21.00	12381.17
6	FRECNCKUY	17.73	25.50	.00	116.00	12381.17
7	TASYUZKUY	.18	1.05	.00	13.00	12381.17
8	TASPROKUY	.54	1.69	.00	14.00	12381.17
9	TASSILKUY	.11	.55	.00	6.00	12381.17
10	DALMAEROZKUY	.38	1.85	.00	22.00	12381.17
11	TELEROZKUY	15.94	23.74	.00	108.00	12381.17
12	TEZVER1	.39	.49	.00	1.00	12381.17
13	TEZVER2	.35	.48	.00	1.00	12381.17
14	TEZVER3	.27	.60	.00	2.00	12381.17
15	TEZVER4	.33	.47	.00	1.00	12381.17
16	TEZVER5	1.11	.98	.00	2.00	12381.17
17	TEZVER6	.43	.96	.00	4.00	12381.17
18	TEZVER7	.24	.43	.00	1.00	12381.17
19	TEZVER8	.13	.33	.00	1.00	12381.17
20	TEZVER9	.50	.90	.00	3.00	12381.17
21	TEZVER10	1.06	.98	.00	2.00	12381.17
22	GRUP1	.34	.47	.00	1.00	12381.17
23	GRUP2	.22	.41	.00	1.00	12381.17
24	GRUP3	.08	.26	.00	1.00	12381.17
25	GRUP4	.04	.21	.00	1.00	12381.17
26	MON1KUY	.03	.17	.00	1.00	12381.17
27	MON2KUY	.04	.19	.00	1.00	12381.17
28	MON3KUY	.01	.10	.00	1.00	12381.17
29	MON4KUY	.00	.00	.00	.00	12381.17

Counters

Number	Identifier	Count	Limit
1	OPKALKONTSAY	2878	Infinite
2	MONGELKALSAY	29	Infinite
3	SISGIRPARSAY	2852	Infinite

4	YENIKALIPSAY	29	Infinite
5	TAMIRKALISAY	1	Infinite
6	TEZGAH1GPS	725	Infinite
7	TEZGAH2GPS	613	Infinite
8	TEZGAH3GPS	589	Infinite
9	TEZGAH4GPS	583	Infinite
10	TEZGAH5GPS	1941	Infinite
11	TEZGAH6GPS	762	Infinite
12	TEZGAH7GPS	410	Infinite
13	TEZGAH8GPS	231	Infinite
14	TEZGAH9GPS	765	Infinite
15	TEZGAH10GPS	1851	Infinite
16	IYIOPERSAY	6829	Infinite
17	TEKISLSAY	1169	Infinite
18	ISKARTASAY	309	Infinite
19	TIP1CIKSAY	1366	Infinite
20	TIP2CIKSAY	608	Infinite
21	TIP3CIKSAY	675	Infinite
22	TIP4CIKSAY	163	Infinite
23	TEZ1TOPISHAC	3127	Infinite
24	TEZ2TOPISHAC	2131	Infinite
25	TEZ3TOPISHAC	1624	Infinite
26	TEZ4TOPISHAC	2325	Infinite
27	TEZ5TOPISHAC	8019	Infinite
28	TEZ6TOPISHAC	2722	Infinite
29	TEZ7TOPISHAC	1425	Infinite
30	TEZ8TOPISHAC	800	Infinite
31	TEZ9TOPISHAC	2952	Infinite
32	TEZ10TOPISHAC	7420	Infinite
33	MONTAJ1HAC	6365	Infinite
34	MONTAJ2HAC	1547	Infinite
35	MONTAJ3HAC	1327	Infinite
36	MONTAJ4HAC	15	Infinite

Run Time : 8 Minute(s) and 29 Second(s)

Stop - Program terminated.

```
;-------------------------------------------------------------;
:                                                             :
:                                                             :
:                      SIMAN Run Processor                    :
:                         Version 3.5                         :
:                     License Number 8710302                  :
:                                                             :
;-------------------------------------------------------------;
:                                                             :
:  Systems Modeling Corporation licenses this program for use by :
:                                                             :
:                        Bilkent University                   :
:                                                             :
:  This program may only be used or copied according to the terms
:  of that license.                                           :
:                                                             :
;-------------------------------------------------------------;
```

Please press <return> to begin the simulation.

Recalling the PROGRAM file simko.p

SIMAN Run Processor Version 3.5
Copyright 1985, 1986, 1987 by Systems Modeling Corp.

Beginning execution of run number 1

SIMAN Summary Report

Run Number 1 of 3

Project: SIMKO KALIPHANE
Analyst: ZEKI AYAG
Date : 11/14/1990

Run ended at time .1344E+05

Tally Variables

Number	Identifier	Average	Standard Deviation	Minimum Value	Maximum Value	Number of Obs.
1	TIP 1 NORZAMAN	1114.23	631.91	442.61	2466.70	12
2	TIP 2 NORZAMAN	1015.90	514.29	521.43	1387.67	5
3	TIP 3 NORZAMAN	925.92	546.60	447.95	2064.73	8
4	TIP 4 NORZAMAN	892.17	540.09	505.77	1702.67	5

Discrete Change Variables

Number	Identifier	Average	Standard Deviation	Minimum Value	Maximum Value	Time Period
1	FORKLIFT	.76	6.75	.00	82.00	13435.26
2	TORKUYSAYKL	3.19	5.48	.00	25.00	13435.26
3	TORKUYSAYCNC	1.41	3.11	.00	17.00	13435.26
4	FREKLKUY	.22	1.11	.00	11.00	13435.26
5	FRENCKUY	1.75	3.51	.00	20.00	13435.26
6	FRECNCKUY	25.74	37.23	.00	156.00	13435.26
7	TASYUZKUY	.38	1.78	.00	15.00	13435.26
8	TASPROKUY	.61	1.63	.00	9.00	13435.26
9	TASSILKUY	.19	.77	.00	7.00	13435.26
10	DALMAEROZKUY	.42	1.86	.00	16.00	13435.26
11	TELEROZKUY	5.75	11.06	.00	58.00	13435.26
12	TEZVER1	.41	.49	.00	1.00	13435.26
13	TEZVER2	.33	.47	.00	1.00	13435.26
14	TEZVER3	.29	.61	.00	2.00	13435.26
15	TEZVER4	.36	.48	.00	1.00	13435.26
16	TEZVER5	1.12	.99	.00	2.00	13435.26
17	TEZVER6	.52	1.10	.00	4.00	13435.26
18	TEZVER7	.25	.44	.00	1.00	13435.26
19	TEZVER8	.16	.37	.00	1.00	13435.26
20	TEZVER9	.52	.95	.00	3.00	13435.26
21	TEZVER10	1.14	1.35	.00	3.00	13435.26

22	GRUP1	.18	.39	.00	1.00	13435.26
23	GRUP2	.13	.33	.00	1.00	13435.26
24	GRUP3	.10	.30	.00	1.00	13435.26
25	GRUP4	.09	.29	.00	1.00	13435.26
26	MON1KUY	.07	.28	.00	2.00	13435.26
27	MON2KUY	.02	.15	.00	1.00	13435.26
28	MON3KUY	.05	.30	.00	2.00	13435.26
29	MON4KUY	.00	.00	.00	.00	13435.26

Counters

Number	Identifier	Count	Limit
1	OPKALKONTSAY	3139	Infinite
2	MONGELKALSAY	30	Infinite
3	SISGIRPARSAY	2997	Infinite
4	YENIKALIPSAY	30	Infinite
5	TAMIRKALISAY	0	Infinite
6	TEZGAH1GPS	779	Infinite
7	TEZGAH2GPS	618	Infinite
8	TEZGAH3GPS	640	Infinite
9	TEZGAH4GPS	670	Infinite
10	TEZGAH5GPS	2070	Infinite
11	TEZGAH6GPS	930	Infinite
12	TEZGAH7GPS	466	Infinite
13	TEZGAH8GPS	298	Infinite
14	TEZGAH9GPS	846	Infinite
15	TEZGAH10GPS	2031	Infinite
16	IYICPERSAY	7526	Infinite
17	TEKISLSAY	1271	Infinite
18	ISKARTASAY	380	Infinite
19	TIP1CIKSAY	934	Infinite
20	TIP2CIKSAY	408	Infinite
21	TIP3CIKSAY	646	Infinite
22	TIP4CIKSAY	558	Infinite
23	TEZ1TOPISHAC	3059	Infinite
24	TEZ2TOPISHAC	2345	Infinite
25	TEZ3TOPISHAC	1960	Infinite
26	TEZ4TOPISHAC	2452	Infinite
27	TEZ5TOPISHAC	7842	Infinite
28	TEZ6TOPISHAC	3411	Infinite
29	TEZ7TOPISHAC	1745	Infinite
30	TEZ8TOPISHAC	1905	Infinite
31	TEZ9TOPISHAC	3162	Infinite
32	TEZ10TOPISHAC	8638	Infinite
33	MONTAJ1HAC	5632	Infinite
34	MONTAJ2HAC	1376	Infinite
35	MONTAJ3HAC	1262	Infinite
36	MONTAJ4HAC	1270	Infinite

Run Time : 9 Minute(s) and 52 Second(s)

Beginning execution of run number 2

SIMAN Summary Report

Run Number 2 of 3

Project: SIMKO KALIPHANE
Analyst: ZEKI AYAG
Date : 11/14/1990

Run ended at time .1800E+05

Tally Variables

Number	Identifier	Average	Standard Deviation	Minimum Value	Maximum Value	Number of Obs.
1	TIP 1 NORZAMAN	1304.46	766.10	283.43	3169.57	13
2	TIP 2 NORZAMAN	763.15500	87.84632	667.01710	839.24370	3
3	TIP 3 NORZAMAN	957.48	839.32	364.00	1550.97	2
4	TIP 4 NORZAMAN	883.71	167.63	695.70	1073.41	4

Discrete Change Variables

Number	Identifier	Average	Standard Deviation	Minimum Value	Maximum Value	Time Period
1	FORKLIFT	.28	3.31	.00	54.00	18000.00
2	TORKUYSAYKL	5.42	10.11	.00	57.00	18000.00
3	TORKUYSAYCNC	.78	2.60	.00	24.00	18000.00
4	FREKLKUY	.09	.63	.00	10.00	18000.00
5	FRENCKUY	.73	2.47	.00	19.00	18000.00
6	FRECNCKUY	7.02	14.32	.00	74.00	18000.00
7	TASYUZKUY	.12	.99	.00	15.00	18000.00
8	TASPROKUY	.33	1.27	.00	12.00	18000.00
9	TASSILKUY	.06	.38	.00	5.00	18000.00
10	DALMAEROZKUY	.25	1.77	.00	31.00	18000.00
11	TELEROZKUY	2.37	7.57	.00	60.00	18000.00
12	TEZVER1	.44	.50	.00	1.00	18000.00
13	TEZVER2	.19	.39	.00	1.00	18000.00
14	TEZVER3	.17	.49	.00	2.00	18000.00
15	TEZVER4	.19	.39	.00	1.00	18000.00
16	TEZVER5	.61	.91	.00	2.00	18000.00
17	TEZVER6	.25	.75	.00	4.00	18000.00
18	TEZVER7	.14	.35	.00	1.00	18000.00
19	TEZVER8	.08	.27	.00	1.00	18000.00
20	TEZVER9	.30	.75	.00	3.00	18000.00
21	TEZVER10	.60	1.11	.00	3.00	18000.00
22	GRUP1	.21	.41	.00	1.00	18000.00
23	GRUP2	.06	.24	.00	1.00	18000.00
24	GRUP3	.01	.12	.00	1.00	18000.00
25	GRUP4	.06	.24	.00	1.00	18000.00
26	MON1KUY	.02	.15	.00	1.00	18000.00
27	MON2KUY	.00	.00	.00	.00	18000.00
28	MON3KUY	.00	.00	.00	.00	18000.00
29	MON4KUY	.02	.12	.00	1.00	18000.00

Counters

Number	Identifier	Count	Limit
1	OPKALKONTSAY	2326	Infinite
2	MONGELKALSAY	24	Infinite
3	SISGIRPARSAY	2299	Infinite
4	YENIKALIPSAY	25	Infinite
5	TAMIRKALISAY	3	Infinite
6	TEZGAH1GPS	1310	Infinite
7	TEZGAH2GPS	482	Infinite
8	TEZGAH3GPS	529	Infinite
9	TEZGAH4GPS	466	Infinite
10	TEZGAH5GPS	1541	Infinite
11	TEZGAH6GPS	636	Infinite
12	TEZGAH7GPS	348	Infinite
13	TEZGAH8GPS	206	Infinite
14	TEZGAH9GPS	683	Infinite
15	TEZGAH10GPS	1465	Infinite
16	IYIOPERSAY	5574	Infinite
17	TEKISLSAY	956	Infinite
18	ISKARTASAY	256	Infinite
19	TIP1CIKSAY	1272	Infinite
20	TIP2CIKSAY	268	Infinite
21	TIP3CIKSAY	190	Infinite
22	TIP4CIKSAY	227	Infinite
23	TEZ1TOPISHAC	3789	Infinite
24	TEZ2TOPISHAC	1634	Infinite
25	TEZ3TOPISHAC	1781	Infinite
26	TEZ4TOPISHAC	1737	Infinite
27	TEZ5TOPISHAC	5704	Infinite
28	TEZ6TOPISHAC	2398	Infinite
29	TEZ7TOPISHAC	1443	Infinite
30	TEZ8TOPISHAC	794	Infinite
31	TEZ9TOPISHAC	2984	Infinite
32	TEZ10TOPISHAC	5630	Infinite
33	MONTAJ1HAC	6081	Infinite
34	MONTAJ2HAC	1069	Infinite
35	MONTAJ3HAC	263	Infinite
36	MONTAJ4HAC	1074	Infinite

Run Time : 7 Minute(s) and 27 Second(s)

Beginning execution of run number 3

SIMAN Summary Report

Run Number 3 of 3

Project: SIMKO KALIPHANE
Analyst: ZEKI AYAG
Date : 11/14/1990

Run ended at time .1800E+05

Tally Variables

Number	Identifier	Average	Standard Deviation	Minimum Value	Maximum Value	Number of Obs.
1	TIP 1 NORZAMAN	1045.98	486.49	427.62	1838.18	8
2	TIP 2 NORZAMAN	1413.69	573.52	834.79	2303.64	5
3	TIP 3 NORZAMAN	1410.72	467.81	862.75	2048.77	5
4	TIP 4 NORZAMAN	1274.90	466.22	714.96	1873.70	8

Discrete Change Variables

Number	Identifier	Average	Standard Deviation	Minimum Value	Maximum Value	Time Period
1	FORKLIFT	.00	.00	.00	.00	18000.00
2	TORKUYSAYKL	7.98	13.89	.00	57.00	18000.00
3	TORKUYSAYCNC	1.56	4.58	.00	34.00	18000.00
4	FREKLKUY	.17	1.11	.00	16.00	18000.00
5	FRENCKUY	1.36	4.53	.00	37.00	18000.00
6	FRECNCKUY	20.06	35.19	.00	157.00	18000.00
7	TASYUZKUY	.29	2.10	.00	37.00	18000.00
8	TASPROKUY	.37	1.46	.00	17.00	18000.00
9	TASSILKUY	.11	.58	.00	7.00	18000.00
10	DALMAEROZKUY	.36	1.91	.00	26.00	18000.00
11	TELEROZKUY	5.37	14.20	.00	96.00	18000.00
12	TEZVER1	.47	.50	.00	1.00	18000.00
13	TEZVER2	.24	.43	.00	1.00	18000.00
14	TEZVER3	.21	.53	.00	2.00	18000.00
15	TEZVER4	.24	.42	.00	1.00	18000.00
16	TEZVER5	.79	.97	.00	2.00	18000.00
17	TEZVER6	.33	.89	.00	4.00	18000.00
18	TEZVER7	.16	.37	.00	1.00	18000.00
19	TEZVER8	.11	.31	.00	1.00	18000.00
20	TEZVER9	.36	.83	.00	3.00	18000.00
21	TEZVER10	.81	1.25	.00	3.00	18000.00
22	GRUP1	.12	.33	.00	1.00	18000.00
23	GRUP2	.19	.39	.00	1.00	18000.00
24	GRUP3	.06	.24	.00	1.00	18000.00
25	GRUP4	.18	.38	.00	1.00	18000.00
26	MON1KUY	.00	.00	.00	.00	18000.00
27	MON2KUY	.02	.15	.00	1.00	18000.00
28	MON3KUY	.01	.11	.00	1.00	18000.00
29	MON4KUY	.00	.00	.00	.00	18000.00

Counters

Number	Identifier	Count	Limit
1	OPKALKONTSAY	2980	Infinite

2	MONGELKALSAY	29	Infinite
3	SISGIRPARSAY	2927	Infinite
4	YENIKALIPSAY	28	Infinite
5	TAMIRKALISAY	5	Infinite
6	TEZGAH1GPS	1379	Infinite
7	TEZGAH2GPS	611	Infinite
8	TEZGAH3GPS	665	Infinite
9	TEZGAH4GPS	597	Infinite
10	TEZGAH5GPS	1948	Infinite
11	TEZGAH6GPS	874	Infinite
12	TEZGAH7GPS	385	Infinite
13	TEZGAH8GPS	274	Infinite
14	TEZGAH9GPS	809	Infinite
15	TEZGAH10GPS	1946	Infinite
16	IYIOPERSAY	7118	Infinite
17	TEKISLSAY	1200	Infinite
18	ISKARTASAY	325	Infinite
19	TIP1CIKSAY	768	Infinite
20	TIP2CIKSAY	444	Infinite
21	TIP3CIKSAY	396	Infinite
22	TIP4CIKSAY	697	Infinite
23	TEZ1TOPISHAC	4254	Infinite
24	TEZ2TOPISHAC	2623	Infinite
25	TEZ3TOPISHAC	2066	Infinite
26	TEZ4TOPISHAC	2456	Infinite
27	TEZ5TOPISHAC	6665	Infinite
28	TEZ6TOPISHAC	3398	Infinite
29	TEZ7TOPISHAC	1521	Infinite
30	TEZ8TOPISHAC	1199	Infinite
31	TEZ9TOPISHAC	3306	Infinite
32	TEZ10TOPISHAC	7394	Infinite
33	MONTAJ1HAC	5342	Infinite
34	MONTAJ2HAC	2761	Infinite
35	MONTAJ3HAC	1878	Infinite
36	MONTAJ4HAC	3111	Infinite

Run Time : 9 Minute(s) and 27 Second(s)

Stop - Program terminated.

```
:-------------------------------------------------------------:
:                                                             :
:                                                             :
:                      SIMAN Run Processor                    :
:                         Version 3.5                         :
:                     License Number 8710302                  :
:                                                             :
:-------------------------------------------------------------:
:                                                             :
:  Systems Modeling Corporation licenses this program for use by :
:                                                             :
:                      Bilkent University                     :
:                                                             :
:  This program may only be used or copied according to the terms
:  of that license.                                           :
:                                                             :
:-------------------------------------------------------------:
```

Please press <return> to begin the simulation.

Recalling the PROGRAM file simko.p

SIMAN Run Processor Version 3.5
Copyright 1985, 1986, 1987 by Systems Modeling Corp.

Beginning execution of run number 1

SIMAN Summary Report

Run Number 1 of 3

Project: SIMKO KALIPHANE
Analyst: ZEKI AYAG
Date : 11/14/1990

Run ended at time .1407E+05

Tally Variables

Number	Identifier	Average	Standard Deviation	Minimum Value	Maximum Value	Number of Obs.
1	TIP 1 NORZAMAN	807.31	375.86	279.19	1783.68	15
2	TIP 2 NORZAMAN	781.28	183.14	647.58	1092.60	5
3	TIP 3 NORZAMAN	767.13	368.10	355.40	1255.57	5
4	TIP 4 NORZAMAN	1112.89	353.65	706.92	1366.62	3

Discrete Change Variables

Number	Identifier	Average	Standard Deviation	Minimum Value	Maximum Value	Time Period
1	FORKLIFT	.67	6.52	.00	82.00	14065.73
2	TORKUYSAYKL	3.01	6.18	.00	32.00	14065.73
3	TORKUYSAYCNC	.81	2.10	.00	13.00	14065.73
4	FREKLKUY	.16	.88	.00	10.00	14065.73
5	FRENCKUY	1.86	4.64	.00	27.00	14065.73
6	FRECNCKUY	4.69	10.03	.00	59.00	14065.73
7	TASYUZKUY	.18	1.09	.00	15.00	14065.73
8	TASPROKUY	.50	1.45	.00	9.00	14065.73
9	TASSILKUY	.12	.66	.00	10.00	14065.73
10	DALMAEROZKUY	.34	1.78	.00	19.00	14065.73
11	TELEROZKUY	14.98	23.45	.00	90.00	14065.73
12	TEZVER1	.33	.47	.00	1.00	14065.73
13	TEZVER2	.25	.43	.00	1.00	14065.73
14	TEZVER3	.21	.55	.00	2.00	14065.73
15	TEZVER4	.30	.46	.00	1.00	14065.73
16	TEZVER5	.93	1.31	.00	3.00	14065.73
17	TEZVER6	.40	.93	.00	4.00	14065.73
18	TEZVER7	.21	.41	.00	1.00	14065.73
19	TEZVER8	.12	.33	.00	1.00	14065.73
20	TEZVER9	.44	.87	.00	3.00	14065.73
21	TEZVER10	.91	.99	.00	2.00	14065.73

22	GRUP1	.29	.45	.00	1.00	14065.73
23	GRUP2	.16	.37	.00	1.00	14065.73
24	GRUP3	.09	.28	.00	1.00	14065.73
25	GRUP4	.08	.28	.00	1.00	14065.73
26	MON1KUY	.07	.32	.00	2.00	14065.73
27	MON2KUY	.01	.11	.00	1.00	14065.73
28	MON3KUY	.00	.04	.00	1.00	14065.73
29	MON4KUY	.03	.16	.00	1.00	14065.73

Counters

Number	Identifier	Count	Limit
1	OPKALKONTSAY	2764	Infinite
2	MONGELKALSAY	29	Infinite
3	SISGIRPARSAY	2792	Infinite
4	YENIKALIPSAY	29	Infinite
5	TAMIRKALISAY	2	Infinite
6	TEZGAH1GPS	688	Infinite
7	TEZGAH2GPS	498	Infinite
8	TEZGAH3GPS	559	Infinite
9	TEZGAH4GPS	585	Infinite
10	TEZGAH5GPS	1826	Infinite
11	TEZGAH6GPS	801	Infinite
12	TEZGAH7GPS	404	Infinite
13	TEZGAH8GPS	243	Infinite
14	TEZGAH9GPS	773	Infinite
15	TEZGAH10GPS	1793	Infinite
16	IYIOPERSAY	6582	Infinite
17	TEKISLSAY	1076	Infinite
18	ISKARTASAY	327	Infinite
19	TIP1CIKSAY	1265	Infinite
20	TIP2CIKSAY	439	Infinite
21	TIP3CIKSAY	481	Infinite
22	TIP4CIKSAY	345	Infinite
23	TEZ1TOPISHAC	2829	Infinite
24	TEZ2TOPISHAC	1990	Infinite
25	TEZ3TOPISHAC	1631	Infinite
26	TEZ4TOPISHAC	2327	Infinite
27	TEZ5TOPISHAC	7116	Infinite
28	TEZ6TOPISHAC	2852	Infinite
29	TEZ7TOPISHAC	1442	Infinite
30	TEZ8TOPISHAC	959	Infinite
31	TEZ9TOPISHAC	3118	Infinite
32	TEZ10TOPISHAC	7530	Infinite
33	MONTAJ1HAC	6894	Infinite
34	MONTAJ2HAC	2259	Infinite
35	MONTAJ3HAC	1118	Infinite
36	MONTAJ4HAC	652	Infinite

Run Time : 8 Minute(s) and 16 Second(s)

Beginning execution of run number 2

SIMAN Summary Report

Run Number 2 of 3

Project: SIMKO KALIPHANE
Analyst: ZEKI AYAG
Date : 11/14/1990

Run ended at time .1289E+05

Tally Variables

Number	Identifier	Average	Standard Deviation	Minimum Value	Maximum Value	Number of Obs.
1	TIP 1 NORZAMAN	1129.75	437.75	453.53	1683.56	10
2	TIP 2 NORZAMAN	1025.53	572.75	521.08	2130.02	6
3	TIP 3 NORZAMAN	1166.08	592.37	541.79	2185.79	8
4	TIP 4 NORZAMAN	1073.16	656.08	538.66	2208.67	6

Discrete Change Variables

Number	Identifier	Average	Standard Deviation	Minimum Value	Maximum Value	Time Period
1	FORKLIFT	2.56	14.14	.00	107.00	12892.68
2	TORKUYSAYKL	4.21	7.53	.00	36.00	12892.68
3	TORKUYSAYCNC	2.04	4.01	.00	21.00	12892.68
4	FREKLKUY	.25	1.26	.00	18.00	12892.68
5	FRENCKUY	3.25	6.57	.00	31.00	12892.68
6	FRECNCKUY	7.97	15.08	.00	81.00	12892.68
7	TASYUZKUY	.24	1.42	.00	23.00	12892.68
8	TASPROKUY	.83	2.15	.00	13.00	12892.68
9	TASSILKUY	.16	.65	.00	5.00	12892.68
10	DALMAEROZKUY	.41	2.02	.00	24.00	12892.68
11	TELEROZKUY	29.72	42.35	.00	163.00	12892.68
12	TEZVER1	.43	.49	.00	1.00	12892.68
13	TEZVER2	.36	.48	.00	1.00	12892.68
14	TEZVER3	.27	.60	.00	2.00	12892.68
15	TEZVER4	.38	.48	.00	1.00	12892.68
16	TEZVER5	1.17	1.38	.00	3.00	12892.68
17	TEZVER6	.48	1.02	.00	4.00	12892.68
18	TEZVER7	.27	.44	.00	1.00	12892.68
19	TEZVER8	.16	.37	.00	1.00	12892.68
20	TEZVER9	.56	.95	.00	3.00	12892.68
21	TEZVER10	1.14	.98	.00	2.00	12892.68
22	GRUP1	.20	.40	.00	1.00	12892.68
23	GRUP2	.18	.39	.00	1.00	12892.68
24	GRUP3	.15	.36	.00	1.00	12892.68
25	GRUP4	.14	.34	.00	1.00	12892.68
26	MON1KUY	.12	.49	.00	3.00	12892.68
27	MON2KUY	.03	.16	.00	1.00	12892.68
28	MON3KUY	.05	.28	.00	2.00	12892.68
29	MON4KUY	.00	.00	.00	.00	12892.68

Counters

Number	Identifier	Count	Limit
1	OPKALKONTSAY	3043	Infinite
2	MONGELKALSAY	30	Infinite
3	SISGIRPARSAY	2921	Infinite
4	YENIKALIPSAY	30	Infinite
5	TAMIRKALISAY	0	Infinite
6	TEZGAH1GPS	762	Infinite
7	TEZGAH2GPS	614	Infinite
8	TEZGAH3GPS	597	Infinite
9	TEZGAH4GPS	646	Infinite
10	TEZGAH5GPS	1979	Infinite
11	TEZGAH6GPS	863	Infinite
12	TEZGAH7GPS	454	Infinite
13	TEZGAH8GPS	280	Infinite
14	TEZGAH9GPS	867	Infinite
15	TEZGAH10GPS	1941	Infinite
16	IYIOPERSAY	7229	Infinite
17	TEKISLSAY	1264	Infinite
18	ISKARTASAY	349	Infinite
19	TIP1CIKSAY	963	Infinite
20	TIP2CIKSAY	682	Infinite
21	TIP3CIKSAY	665	Infinite
22	TIP4CIKSAY	521	Infinite
23	TEZ1TOPISHAC	2863	Infinite
24	TEZ2TOPISHAC	2262	Infinite
25	TEZ3TOPISHAC	2101	Infinite
26	TEZ4TOPISHAC	2331	Infinite
27	TEZ5TOPISHAC	7786	Infinite
28	TEZ6TOPISHAC	3356	Infinite
29	TEZ7TOPISHAC	1545	Infinite
30	TEZ8TOPISHAC	1118	Infinite
31	TEZ9TOPISHAC	3604	Infinite
32	TEZ10TOPISHAC	7646	Infinite
33	MONTAJ1HAC	5373	Infinite
34	MONTAJ2HAC	2108	Infinite
35	MONTAJ3HAC	2379	Infinite
36	MONTAJ4HAC	1728	Infinite

Run Time : 9 Minute(s) and 7 Second(s)

Beginning execution of run number 3

SIMAN Summary Report

Run Number 3 of 3

Project: SIMKO KALIPHANE
Analyst: ZEKI AYAG
Date : 11/14/199(

Run ended at time .1576E+05

Tally Variables

Number	Identifier	Average	Standard Deviation	Minimum Value	Maximum Value	Number of Obs.
1	TIP 1 NORZAMAN	904.29	307.18	385.03	1457.58	15
2	TIP 2 NORZAMAN	577.84940	.00000	577.84940	577.84940	1
3	TIP 3 NORZAMAN	556.60150	53.02069	492.18210	614.92040	5
4	TIP 4 NORZAMAN	1020.51	442.83	491.93	1699.84	6

Discrete Change Variables

Number	Identifier	Average	Standard Deviation	Minimum Value	Maximum Value	Time Period
1	FORKLIFT	1.80	14.08	.00	144.00	15764.84
2	TORKUYSAYKL	3.41	6.31	.00	27.00	15764.84
3	TORKUYSAYCNC	1.26	2.99	.00	17.00	15764.84
4	FREKLKUY	.16	.88	.00	10.00	15764.84
5	FRENCKUY	1.22	3.36	.00	28.00	15764.84
6	FRECNCKUY	6.03	13.17	.00	68.00	15764.84
7	TASYUZKUY	.16	1.06	.00	15.00	15764.84
8	TASPROKUY	.40	1.57	.00	17.00	15764.84
9	TASSILKUY	.11	.52	.00	5.00	15764.84
10	DALMAEROZKUY	.32	1.63	.00	20.00	15764.84
11	TELEROZKUY	15.78	24.84	.00	120.00	15764.84
12	TEZVER1	.35	.48	.00	1.00	15764.84
13	TEZVER2	.28	.45	.00	1.00	15764.84
14	TEZVER3	.22	.56	.00	2.00	15764.84
15	TEZVER4	.27	.45	.00	1.00	15764.84
16	TEZVER5	.92	1.31	.00	3.00	15764.84
17	TEZVER6	.36	.90	.00	4.00	15764.84
18	TEZVER7	.19	.39	.00	1.00	15764.84
19	TEZVER8	.12	.33	.00	1.00	15764.84
20	TEZVER9	.44	.88	.00	3.00	15764.84
21	TEZVER10	.92	.99	.00	2.00	15764.84
22	GRUP1	.26	.44	.00	1.00	15764.84
23	GRUP2	.02	.13	.00	1.00	15764.84
24	GRUP3	.10	.30	.00	1.00	15764.84
25	GRUP4	.15	.35	.00	1.00	15764.84
26	MON1KUY	.11	.31	.00	2.00	15764.84
27	MON2KUY	.00	.00	.00	.00	15764.84
28	MON3KUY	.00	.00	.00	.00	15764.84
29	MON4KUY	.02	.14	.00	1.00	15764.84

Counters

Number	Identifier	Count	Limit
1	OPKALKONTSAY	3132	Infinite

2	MONGELKALSAY	30	Infinite
3	SISGIRPARSAY	2992	Infinite
4	YENIKALIPSAY	30	Infinite
5	TAMIRKALISAY	3	Infinite
6	TEZGAH1GPS	825	Infinite
7	TEZGAH2GPS	630	Infinite
8	TEZGAH3GPS	604	Infinite
9	TEZGAH4GPS	613	Infinite
10	TEZGAH5GPS	2050	Infinite
11	TEZGAH6GPS	843	Infinite
12	TEZGAH7GPS	432	Infinite
13	TEZGAH8GPS	283	Infinite
14	TEZGAH9GPS	891	Infinite
15	TEZGAH10GPS	2041	Infinite
16	IYIOPERSAY	7407	Infinite
17	TEKISLSAY	1270	Infinite
18	ISKARTASAY	366	Infinite
19	TIP1CIKSAY	1488	Infinite
20	TIP2CIKSAY	113	Infinite
21	TIP3CIKSAY	501	Infinite
22	TIP4CIKSAY	688	Infinite
23	TEZ1TOPISHAC	3436	Infinite
24	TEZ2TOPISHAC	2762	Infinite
25	TEZ3TOPISHAC	1928	Infinite
26	TEZ4TOPISHAC	2395	Infinite
27	TEZ5TOPISHAC	7943	Infinite
28	TEZ6TOPISHAC	3180	Infinite
29	TEZ7TOPISHAC	1606	Infinite
30	TEZ8TOPISHAC	1053	Infinite
31	TEZ9TOPISHAC	3591	Infinite
32	TEZ10TOPISHAC	7744	Infinite
33	MONTAJ1HAC	6873	Infinite
34	MONTAJ2HAC	252	Infinite
35	MONTAJ3HAC	1622	Infinite
36	MONTAJ4HAC	2140	Infinite

Run Time : 9 Minute(s) and 15 Second(s)

Stop - Program terminated.

```
:-------------------------------------------------------------:
:                                                             :
:                                                             :
:                      SIMAN Run Processor                    :
:                         Version 3.5                         :
:                      License Number 8710302                 :
:                                                             :
:-------------------------------------------------------------:
:                                                             :
:  Systems Modeling Corporation licenses this program for use by :
:                                                             :
:                        Bilkent University                   :
:                                                             :
:  This program may only be used or copied according to the terms
:  of that license.                                           :
:                                                             :
:-------------------------------------------------------------:
```

Please press <return> to begin the simulation.

Recalling the PROGRAM file simko.p

SIMAN Run Processor Version 3.5
Copyright 1985, 1986, 1987 by Systems Modeling Corp.

Beginning execution of run number 1

SIMAN Summary Report

Run Number 1 of 3

Project: SIMKO KALIPHANE
Analyst: ZEKI AYAG
Date : 11/14/1990

Run ended at time .1328E+05

Tally Variables

Number	Identifier	Average	Standard Deviation	Minimum Value	Maximum Value	Number of Obs.
1	TIP 1 NORZAMAN	568.91270	172.15680	353.83590	798.26900	10
2	TIP 2 NORZAMAN	653.79250	107.82450	558.09570	887.31250	7
3	TIP 3 NORZAMAN	457.72150	211.78200	293.48970	811.46190	5
4	TIP 4 NORZAMAN	560.63230	105.61490	382.82320	673.04390	6

Discrete Change Variables

Number	Identifier	Average	Standard Deviation	Minimum Value	Maximum Value	Time Period
1	FORKLIFT	1.04	8.42	.00	82.00	13281.66
2	TORKUYSAYKL	3.05	6.14	.00	32.00	13281.66
3	TORKUYSAYCNC	.93	2.26	.00	15.00	13281.66
4	FREKLKUY	.13	.76	.00	10.00	13281.66
5	FRENCKUY	1.57	3.29	.00	18.00	13281.66
6	FRECNCKUY	5.99	11.20	.00	61.00	13281.66
7	TASYUZKUY	.20	1.24	.00	20.00	13281.66
8	TASFROKUY	.56	1.47	.00	9.00	13281.66
9	TASSILKUY	.16	.64	.00	6.00	13281.66
10	DALMAEROZKUY	.22	1.14	.00	13.00	13281.66
11	TELEROZKUY	4.86	9.54	.00	48.00	13281.66
12	TEZVER1	.37	.48	.00	1.00	13281.66
13	TEZVER2	.27	.45	.00	1.00	13281.66
14	TEZVER3	.24	.58	.00	2.00	13281.66
15	TEZVER4	.32	.47	.00	1.00	13281.66
16	TEZVER5	1.05	1.40	.00	3.00	13281.66
17	TEZVER6	.43	1.00	.00	4.00	13281.66
18	TEZVER7	.24	.43	.00	1.00	13281.66
19	TEZVER8	.16	.36	.00	1.00	13281.66
20	TEZVER9	.47	.89	.00	3.00	13281.66
21	TEZVER10	1.00	1.36	.00	3.00	13281.66

22	GRUP1	.16	.37	.00	1.00	13281.66
23	GRUP2	.23	.42	.00	1.00	13281.66
24	GRUP3	.06	.25	.00	1.00	13281.66
25	GRUP4	.14	.34	.00	1.00	13281.66
26	MON1KUY	.00	.00	.00	.00	13281.66
27	MON2KUY	.02	.14	.00	1.00	13281.66
28	MON3KUY	.00	.00	.00	.00	13281.66
29	MON4KUY	.00	.00	.00	.00	13281.66

Counters

Number	Identifier	Count	Limit
1	OPKALKONTSAY	2778	Infinite
2	MONGELKALSAY	30	Infinite
3	SISGIRPARSAY	2649	Infinite
4	YENIKALIPSAY	30	Infinite
5	TAMIRKALISAY	2	Infinite
6	TEZGAH1GPS	699	Infinite
7	TEZGAH2GPS	503	Infinite
8	TEZGAH3GPS	543	Infinite
9	TEZGAH4GPS	584	Infinite
10	TEZGAH5GPS	1891	Infinite
11	TEZGAH6GPS	812	Infinite
12	TEZGAH7GPS	426	Infinite
13	TEZGAH8GPS	278	Infinite
14	TEZGAH9GPS	746	Infinite
15	TEZGAH10GPS	1782	Infinite
16	IYIOPERSAY	6645	Infinite
17	TEKISLSAY	1141	Infinite
18	ISKARTASAY	328	Infinite
19	TIP1CIKSAY	944	Infinite
20	TIP2CIKSAY	672	Infinite
21	TIP3CIKSAY	476	Infinite
22	TIP4CIKSAY	536	Infinite
23	TEZ1TOPISHAC	2766	Infinite
24	TEZ2TOPISHAC	2129	Infinite
25	TEZ3TOPISHAC	1747	Infinite
26	TEZ4TOPISHAC	2261	Infinite
27	TEZ5TOPISHAC	7388	Infinite
28	TEZ6TOPISHAC	3246	Infinite
29	TEZ7TOPISHAC	1540	Infinite
30	TEZ8TOPISHAC	1187	Infinite
31	TEZ9TOPISHAC	2973	Infinite
32	TEZ10TOPISHAC	6441	Infinite
33	MONTAJ1HAC	4876	Infinite
34	MONTAJ2HAC	2886	Infinite
35	MONTAJ3HAC	729	Infinite
36	MONTAJ4HAC	1334	Infinite

Run Time : 8 Minute(s) and 24 Second(s)

Beginning execution of run number 2

SIMAN Summary Report

Run Number 2 of 3

Project: SIMKO KALIPHANE
Analyst: ZEKI AYAG
Date : 11/14/1990

Run ended at time .1683E+05

Tally Variables

Number	Identifier	Average	Standard Deviation	Minimum Value	Maximum Value	Number of Obs.
1	TIP 1 NORZAMAN	638.77	277.92	239.49	1380.21	13
2	TIP 2 NORZAMAN	713.13170	104.46270	534.77250	814.14650	7
3	TIP 3 NORZAMAN	484.68340	29.99425	456.12080	521.15530	4
4	TIP 4 NORZAMAN	754.62	231.30	519.04	1016.62	5

Discrete Change Variables

Number	Identifier	Average	Standard Deviation	Minimum Value	Maximum Value	Time Period
1	FORKLIFT	1.56	12.60	.00	140.00	16831.86
2	TORKUYSAYKL	2.22	4.47	.00	24.00	16831.86
3	TORKUYSAYCNC	1.31	3.06	.00	17.00	16831.86
4	FREKLKUY	.14	.88	.00	16.00	16831.86
5	FRENCKUY	2.22	5.65	.00	33.00	16831.86
6	FRECNCKUY	5.30	10.50	.00	50.00	16831.86
7	TASYUZKUY	.09	.70	.00	11.00	16831.86
8	TASPROKUY	.47	1.80	.00	19.00	16831.86
9	TASSILKUY	.14	.67	.00	8.00	16831.86
10	DALMAEROZKUY	.30	1.62	.00	19.00	16831.86
11	TELEROZKUY	6.02	12.56	.00	73.00	16831.86
12	TEZVER1	.30	.46	.00	1.00	16831.86
13	TEZVER2	.26	.44	.00	1.00	16831.86
14	TEZVER3	.21	.55	.00	2.00	16831.86
15	TEZVER4	.28	.45	.00	1.00	16831.86
16	TEZVER5	.90	1.34	.00	3.00	16831.86
17	TEZVER6	.33	.85	.00	4.00	16831.86
18	TEZVER7	.18	.39	.00	1.00	16831.86
19	TEZVER8	.12	.32	.00	1.00	16831.86
20	TEZVER9	.42	.88	.00	3.00	16831.86
21	TEZVER10	.91	1.34	.00	3.00	16831.86
22	GRUP1	.22	.41	.00	1.00	16831.86
23	GRUP2	.16	.36	.00	1.00	16831.86
24	GRUP3	.06	.24	.00	1.00	16831.86
25	GRUP4	.10	.30	.00	1.00	16831.86
26	MON1KUY	.02	.15	.00	1.00	16831.86
27	MON2KUY	.01	.10	.00	1.00	16831.86
28	MON3KUY	.00	.00	.00	.00	16831.86
29	MON4KUY	.02	.12	.00	1.00	16831.86

Counters

Number	Identifier	Count	Limit
1	OPKALKONTSAY	3088	Infinite
2	MONGELKALSAY	30	Infinite
3	SISGIRPARSAY	2965	Infinite
4	YENIKALIPSAY	30	Infinite
5	TAMIRKALISAY	1	Infinite
6	TEZGAH1GPS	723	Infinite
7	TEZGAH2GPS	606	Infinite
8	TEZGAH3GPS	637	Infinite
9	TEZGAH4GPS	641	Infinite
10	TEZGAH5GPS	2038	Infinite
11	TEZGAH6GPS	816	Infinite
12	TEZGAH7GPS	425	Infinite
13	TEZGAH8GPS	294	Infinite
14	TEZGAH9GPS	883	Infinite
15	TEZGAH10GPS	2048	Infinite
16	IYIOPERSAY	7364	Infinite
17	TEKISLSAY	1239	Infinite
18	ISKARTASAY	336	Infinite
19	TIP1CIKSAY	1177	Infinite
20	TIP2CIKSAY	530	Infinite
21	TIP3CIKSAY	419	Infinite
22	TIP4CIKSAY	352	Infinite
23	TEZ1TOPISHAC	2931	Infinite
24	TEZ2TOPISHAC	2360	Infinite
25	TEZ3TOPISHAC	2021	Infinite
26	TEZ4TOPISHAC	2432	Infinite
27	TEZ5TOPISHAC	7846	Infinite
28	TEZ6TOPISHAC	3361	Infinite
29	TEZ7TOPISHAC	1893	Infinite
30	TEZ8TOPISHAC	1239	Infinite
31	TEZ9TOPISHAC	3667	Infinite
32	TEZ10TOPISHAC	7820	Infinite
33	MONTAJ1HAC	6702	Infinite
34	MONTAJ2HAC	2465	Infinite
35	MONTAJ3HAC	1021	Infinite
36	MONTAJ4HAC	2011	Infinite

Run Time : 9 Minute(s) and 17 Second(s)

Beginning execution of run number 3

SIMAN Summary Report

Run Number 3 of 3

Project: SIMKO KALIPHANE
Analyst: ZEKI AYAG
Date : 11/14/1990

Run ended at time .1225E+05

Tally Variables

Number	Identifier	Average	Standard Deviation	Minimum Value	Maximum Value	Number of Obs.
1	TIP 1 NORZAMAN	632.39	231.09	377.45	1221.51	12
2	TIP 2 NORZAMAN	1093.48	386.68	473.81	1531.92	6
3	TIP 3 NORZAMAN	771.68	340.69	417.99	1428.33	9
4	TIP 4 NORZAMAN	683.53010	195.57340	474.20610	861.58500	3

Discrete Change Variables

Number	Identifier	Average	Standard Deviation	Minimum Value	Maximum Value	Time Period
1	FORKLIFT	2.36	14.83	.00	112.00	12253.79
2	TORKUYSAYKL	6.61	10.40	.00	39.00	12253.79
3	TORKUYSAYCNC	3.27	5.75	.00	28.00	12253.79
4	FREKLKUY	.29	1.38	.00	14.00	12253.79
5	FRENCKUY	2.03	4.01	.00	21.00	12253.79
6	FRECNCKUY	11.71	20.61	.00	92.00	12253.79
7	TASYUZKUY	.23	1.34	.00	15.00	12253.79
8	TASPROKUY	.78	2.37	.00	20.00	12253.79
9	TASSILKUY	.18	.81	.00	11.00	12253.79
10	DALMAEROZKUY	.73	3.50	.00	37.00	12253.79
11	TELEROZKUY	12.41	23.44	.00	106.00	12253.79
12	TEZVER1	.47	.50	.00	1.00	12253.79
13	TEZVER2	.40	.49	.00	1.00	12253.79
14	TEZVER3	.31	.63	.00	2.00	12253.79
15	TEZVER4	.36	.48	.00	1.00	12253.79
16	TEZVER5	1.29	1.45	.00	3.00	12253.79
17	TEZVER6	.51	1.02	.00	4.00	12253.79
18	TEZVER7	.26	.44	.00	1.00	12253.79
19	TEZVER8	.16	.37	.00	1.00	12253.79
20	TEZVER9	.56	.98	.00	3.00	12253.79
21	TEZVER10	1.27	1.43	.00	3.00	12253.79
22	GRUP1	.24	.43	.00	1.00	12253.79
23	GRUP2	.23	.42	.00	1.00	12253.79
24	GRUP3	.16	.37	.00	1.00	12253.79
25	GRUP4	.05	.23	.00	1.00	12253.79
26	MON1KUY	.02	.14	.00	1.00	12253.79
27	MON2KUY	.06	.24	.00	1.00	12253.79
28	MON3KUY	.01	.11	.00	1.00	12253.79
29	MON4KUY	.00	.00	.00	.00	12253.79

Counters

Number	Identifier	Count	Limit
1	OPKALKONTSAY	3302	Infinite

2	MONGELKALSAY	30	Infinite
3	SISGIRPARSAY	3186	Infinite
4	YENIKALIPSAY	30	Infinite
5	TAMIRKALISAY	0	Infinite
6	TEZGAH1GPS	835	Infinite
7	TEZGAH2GPS	687	Infinite
8	TEZGAH3GPS	700	Infinite
9	TEZGAH4GPS	619	Infinite
10	TEZGAH5GPS	2164	Infinite
11	TEZGAH6GPS	923	Infinite
12	TEZGAH7GPS	443	Infinite
13	TEZGAH8GPS	304	Infinite
14	TEZGAH9GPS	902	Infinite
15	TEZGAH10GPS	2141	Infinite
16	IYIOPERSAY	7839	Infinite
17	TEKISLSAY	1314	Infinite
18	ISKARTASAY	381	Infinite
19	TIP1CIKSAY	1315	Infinite
20	TIP2CIKSAY	699	Infinite
21	TIP3CIKSAY	962	Infinite
22	TIP4CIKSAY	296	Infinite
23	TEZ1TOPISHAC	3313	Infinite
24	TEZ2TOPISHAC	3028	Infinite
25	TEZ3TOPISHAC	2145	Infinite
26	TEZ4TOPISHAC	2632	Infinite
27	TEZ5TOPISHAC	7670	Infinite
28	TEZ6TOPISHAC	3783	Infinite
29	TEZ7TOPISHAC	1614	Infinite
30	TEZ8TOPISHAC	1270	Infinite
31	TEZ9TOPISHAC	3775	Infinite
32	TEZ10TOPISHAC	8038	Infinite
33	MONTAJ1HAC	6183	Infinite
34	MONTAJ2HAC	2821	Infinite
35	MONTAJ3HAC	2282	Infinite
36	MONTAJ4HAC	954	Infinite

Run Time : 10 Minute(s) and 4 Second(s)

Stop - Program terminated.

```
:-------------------------------------------------------------:
:                                                             :
:                                                             :
:                      SIMAN Run Processor                    :
:                         Version 3.5                         :
:                     License Number 8710302                  :
:                                                             :
:-------------------------------------------------------------:
:                                                             :
:  Systems Modeling Corporation licenses this program for use by :
:                                                             :
:                        Bilkent University                   :
:                                                             :
:  This program may only be used or copied according to the terms
:  of that license.                                           :
:                                                             :
:-------------------------------------------------------------:
```

Please press <return> to begin the simulation.

Recalling the PROGRAM file simko.p

SIMAN Run Processor Version 3.5
Copyright 1985, 1986, 1987 by Systems Modeling Corp.

Beginning execution of run number 1

SIMAN Summary Report

Run Number 1 of 3

Project: SIMKO KALIPHANE
Analyst: ZEKI AYAG
Date : 11/14/1990

Run ended at time .1643E+05

Tally Variables

Number	Identifier	Average	Standard Deviation	Minimum Value	Maximum Value	Number of Obs.
1	TIP 1 NORZAMAN	750.09	301.47	368.08	1337.26	12
2	TIP 2 NORZAMAN	1027.12	338.51	609.52	1541.47	5
3	TIP 3 NORZAMAN	727.98	349.61	383.49	1189.26	5
4	TIP 4 NORZAMAN	672.35220	111.50790	552.11910	790.68360	5

Discrete Change Variables

Number	Identifier	Average	Standard Deviation	Minimum Value	Maximum Value	Time Period
1	FORKLIFT	2.05	10.55	.00	82.00	16434.79
2	TORKUYSAYKL	3.06	6.88	.00	36.00	16434.79
3	TORKUYSAYCNC	.26	1.24	.00	15.00	16434.79
4	FREKLKUY	.18	1.21	.00	18.00	16434.79
5	FRENCKUY	1.26	3.16	.00	19.00	16434.79
6	FRECNCKUY	14.17	22.56	.00	111.00	16434.79
7	TASYUZKUY	.26	1.52	.00	18.00	16434.79
8	TASPROKUY	.62	2.41	.00	22.00	16434.79
9	TASSILKUY	.12	.56	.00	5.00	16434.79
10	DALMAEROZKUY	.45	2.17	.00	24.00	16434.79
11	TELEROZKUY	10.85	17.62	.00	86.00	16434.79
12	TEZVER1	.34	.47	.00	1.00	16434.79
13	TEZVER2	.26	.59	.00	2.00	16434.79
14	TEZVER3	.23	.56	.00	2.00	16434.79
15	TEZVER4	.28	.45	.00	1.00	16434.79
16	TEZVER5	.93	.99	.00	2.00	16434.79
17	TEZVER6	.39	.96	.00	4.00	16434.79
18	TEZVER7	.21	.40	.00	1.00	16434.79
19	TEZVER8	.14	.34	.00	1.00	16434.79
20	TEZVER9	.44	.89	.00	3.00	16434.79
21	TEZVER10	.90	.98	.00	2.00	16434.79

22	GRUP1	.22	.41	.00	1.00	16434.79
23	GRUP2	.13	.33	.00	1.00	16434.79
24	GRUP3	.05	.22	.00	1.00	16434.79
25	GRUP4	.12	.33	.00	1.00	16434.79
26	MON1KUY	.01	.10	.00	1.00	16434.79
27	MON2KUY	.00	.06	.00	1.00	16434.79
28	MON3KUY	.00	.00	.00	.00	16434.79
29	MON4KUY	.00	.07	.00	1.00	16434.79

Counters

Number	Identifier	Count	Limit
1	OPKALKONTSAY	3255	Infinite
2	MONGELKALSAY	30	Infinite
3	SISGIRPARSAY	3131	Infinite
4	YENIKALIPSAY	30	Infinite
5	TAMIRKALISAY	3	Infinite
6	TEZGAH1GPS	823	Infinite
7	TEZGAH2GPS	629	Infinite
8	TEZGAH3GPS	680	Infinite
9	TEZGAH4GPS	666	Infinite
10	TEZGAH5GPS	2167	Infinite
11	TEZGAH6GPS	897	Infinite
12	TEZGAH7GPS	461	Infinite
13	TEZGAH8GPS	320	Infinite
14	TEZGAH9GPS	877	Infinite
15	TEZGAH10GPS	2078	Infinite
16	IYIOPERSAY	7691	Infinite
17	TEKISLSAY	1324	Infinite
18	ISKARTASAY	387	Infinite
19	TIP1CIKSAY	1264	Infinite
20	TIP2CIKSAY	563	Infinite
21	TIP3CIKSAY	581	Infinite
22	TIP4CIKSAY	457	Infinite
23	TEZ1TOPISHAC	3228	Infinite
24	TEZ2TOPISHAC	2562	Infinite
25	TEZ3TOPISHAC	2026	Infinite
26	TEZ4TOPISHAC	2665	Infinite
27	TEZ5TOPISHAC	8701	Infinite
28	TEZ6TOPISHAC	3270	Infinite
29	TEZ7TOPISHAC	1715	Infinite
30	TEZ3TOPISHAC	1206	Infinite
31	TEZ9TOPISHAC	3456	Infinite
32	TEZ10TOPISHAC	8378	Infinite
33	MONTAJ1HAC	7008	Infinite
34	MONTAJ2HAC	1913	Infinite
35	MONTAJ3HAC	1038	Infinite
36	MONTAJ4HAC	2049	Infinite

Run Time : 9 Minute(s) and 25 Second(s)

Beginning execution of run number 2

SIMAN Summary Report

Run Number 2 of 3

Project: SIMKO KALIPHANE
Analyst: ZEKI AYAG
Date : 11/14/1990

Run ended at time .1258E+05

Tally Variables

Number	Identifier	Average	Standard Deviation	Minimum Value	Maximum Value	Number of Obs.
1	TIP 1 NORZAMAN	1027.05	346.47	418.82	1473.07	7
2	TIP 2 NORZAMAN	1431.52	490.93	639.90	2075.05	10
3	TIP 3 NORZAMAN	707.71220	190.92360	478.09280	923.81050	6
4	TIP 4 NORZAMAN	916.54	410.60	447.82	1354.35	5

Discrete Change Variables

Number	Identifier	Average	Standard Deviation	Minimum Value	Maximum Value	Time Period
1	FORKLIFT	.97	6.96	.00	59.00	12576.14
2	TORKUYSAYKL	3.62	6.25	.00	30.00	12576.14
3	TORKUYSAYCNC	.34	1.45	.00	14.00	12576.14
4	FREKLKUY	.15	.80	.00	10.00	12576.14
5	FRENCKUY	2.39	5.05	.00	27.00	12576.14
6	FRECNCKUY	18.41	22.14	.00	85.00	12576.14
7	TASYUZKUY	.21	1.18	.00	17.00	12576.14
8	TASPROKUY	.61	2.01	.00	18.00	12576.14
9	TASSILKUY	.17	.84	.00	9.00	12576.14
10	DALMAEROZKUY	.43	1.98	.00	24.00	12576.14
11	TELEROZKUY	18.98	23.18	.00	89.00	12576.14
12	TEZVER1	.42	.49	.00	1.00	12576.14
13	TEZVER2	.34	.66	.00	2.00	12576.14
14	TEZVER3	.28	.59	.00	2.00	12576.14
15	TEZVER4	.38	.48	.00	1.00	12576.14
16	TEZVER5	1.15	.98	.00	2.00	12576.14
17	TEZVER6	.50	1.01	.00	4.00	12576.14
18	TEZVER7	.25	.43	.00	1.00	12576.14
19	TEZVER8	.15	.36	.00	1.00	12576.14
20	TEZVER9	.53	.93	.00	3.00	12576.14
21	TEZVER10	1.14	.98	.00	2.00	12576.14
22	GRUP1	.17	.38	.00	1.00	12576.14
23	GRUP2	.36	.48	.00	1.00	12576.14
24	GRUP3	.10	.31	.00	1.00	12576.14
25	GRUP4	.13	.34	.00	1.00	12576.14
26	MON1KUY	.02	.14	.00	1.00	12576.14
27	MON2KUY	.29	.64	.00	3.00	12576.14
28	MON3KUY	.00	.00	.00	.00	12576.14
29	MON4KUY	.00	.00	.00	.00	12576.14

Counters

Number	Identifier	Count	Limit
1	OPKALKONTSAY	3175	Infinite
2	MONGELKALSAY	30	Infinite
3	SISGIRPARSAY	3049	Infinite
4	YENIKALIPSAY	30	Infinite
5	TAMIRKALISAY	2	Infinite
6	TEZGAH1GPS	812	Infinite
7	TEZGAH2GPS	629	Infinite
8	TEZGAH3GPS	656	Infinite
9	TEZGAH4GPS	677	Infinite
10	TEZGAH5GPS	2071	Infinite
11	TEZGAH6GPS	905	Infinite
12	TEZGAH7GPS	455	Infinite
13	TEZGAH8GPS	277	Infinite
14	TEZGAH9GPS	363	Infinite
15	TEZGAH10GPS	2038	Infinite
16	IYIOPERSAY	7465	Infinite
17	TEKISLSAY	1336	Infinite
18	ISKARTASAY	385	Infinite
19	TIP1CIKSAY	750	Infinite
20	TIP2CIKSAY	967	Infinite
21	TIP3CIKSAY	582	Infinite
22	TIP4CIKSAY	531	Infinite
23	TEZ1TOPISHAC	3051	Infinite
24	TEZ2TOPISHAC	2339	Infinite
25	TEZ3TOPISHAC	1732	Infinite
26	TEZ4TOPISHAC	2655	Infinite
27	TEZ5TOPISHAC	8690	Infinite
28	TEZ6TOPISHAC	3627	Infinite
29	TEZ7TOPISHAC	1688	Infinite
30	TEZ8TOPISHAC	1166	Infinite
31	TEZ9TOPISHAC	3496	Infinite
32	TEZ10TOPISHAC	7830	Infinite
33	MONTAJ1HAC	4876	Infinite
34	MONTAJ2HAC	4076	Infinite
35	MONTAJ3HAC	1770	Infinite
36	MONTAJ4HAC	1626	Infinite

Run Time : 9 Minute(s) and 24 Second(s)

Beginning execution of run number 3

SIMAN Summary Report

Run Number 3 of 3

Project: SIMKO KALIPHANE
Analyst: ZEKI AYAG
Date : 11/14/1990

Run ended at time .1791E+05

Tally Variables

Number	Identifier	Average	Standard Deviation	Minimum Value	Maximum Value	Number of Obs.
1	TIP 1 NORZAMAN	759.92	234.34	461.46	1233.51	11
2	TIP 2 NORZAMAN	784.70	229.05	580.81	1230.28	8
3	TIP 3 NORZAMAN	631.30740	175.94720	439.52980	956.17240	6
4	TIP 4 NORZAMAN	961.95	331.34	583.22	1336.40	4

Discrete Change Variables

Number	Identifier	Average	Standard Deviation	Minimum Value	Maximum Value	Time Period
1	FORKLIFT	3.30	18.25	.00	125.00	17909.39
2	TORKUYSAYKL	1.84	4.02	.00	21.00	17909.39
3	TORKUYSAYCNC	.22	1.11	.00	13.00	17909.39
4	FREKLKUY	.13	.83	.00	10.00	17909.39
5	FRENCKUY	1.29	3.10	.00	19.00	17909.39
6	FRECNCKUY	10.36	16.50	.00	76.00	17909.39
7	TASYUZKUY	.17	1.10	.00	16.00	17909.39
8	TASFRKUY	.34	1.28	.00	12.00	17909.39
9	TASSILKUY	.17	.82	.00	9.00	17909.39
10	DALMAEROZKUY	.32	1.69	.00	16.00	17909.39
11	TELEROZKUY	9.62	14.52	.00	59.00	17909.39
12	TEZVER1	.30	.46	.00	1.00	17909.39
13	TEZVER2	.24	.57	.00	2.00	17909.39
14	TEZVER3	.20	.53	.00	2.00	17909.39
15	TEZVER4	.26	.44	.00	1.00	17909.39
16	TEZVER5	.84	.98	.00	2.00	17909.39
17	TEZVER6	.35	.87	.00	4.00	17909.39
18	TEZVER7	.19	.39	.00	1.00	17909.39
19	TEZVER8	.12	.33	.00	1.00	17909.39
20	TEZVER9	.41	.85	.00	3.00	17909.39
21	TEZVER10	.82	.97	.00	2.00	17909.39
22	GRUP1	.18	.39	.00	1.00	17909.39
23	GRUP2	.15	.36	.00	1.00	17909.39
24	GRUP3	.06	.23	.00	1.00	17909.39
25	GRUP4	.08	.28	.00	1.00	17909.39
26	MON1KUY	.01	.11	.00	1.00	17909.39
27	MON2KUY	.02	.15	.00	1.00	17909.39
28	MON3KUY	.00	.00	.00	.00	17909.39
29	MON4KUY	.00	.00	.00	.00	17909.39

Counters

Number	Identifier	Count	Limit
1	OPKALKONTSAY	3275	Infinite

2	MONGELKALSAY	30	Infinite
3	SISGIRPARSAY	3150	Infinite
4	YENIKALIPSAY	30	Infinite
5	TAMIRKALISAY	1	Infinite
6	TEZGAH1GPS	811	Infinite
7	TEZGAH2GPS	651	Infinite
8	TEZGAH3GPS	673	Infinite
9	TEZGAH4GPS	683	Infinite
10	TEZGAH5GPS	2158	Infinite
11	TEZGAH6GPS	922	Infinite
12	TEZGAH7GPS	473	Infinite
13	TEZGAH8GPS	316	Infinite
14	TEZGAH9GPS	937	Infinite
15	TEZGAH10GPS	2112	Infinite
16	IYIOPERSAY	7806	Infinite
17	TEKISLSAY	1393	Infinite
18	ISKARTASAY	369	Infinite
19	TIP1CIKSAY	1128	Infinite
20	TIP2CIKSAY	794	Infinite
21	TIP3CIKSAY	621	Infinite
22	TIP4CIKSAY	437	Infinite
23	TEZ1TOPISHAC	3714	Infinite
24	TEZ2TOPISHAC	2321	Infinite
25	TEZ3TOPISHAC	2025	Infinite
26	TEZ4TOPISHAC	2908	Infinite
27	TEZ5TOPISHAC	8446	Infinite
28	TEZ6TOPISHAC	3268	Infinite
29	TEZ7TOPISHAC	2161	Infinite
30	TEZ8TOPISHAC	1226	Infinite
31	TEZ9TOPISHAC	3775	Infinite
32	TEZ10TOPISHAC	7960	Infinite
33	MONTAJ1HAC	6828	Infinite
34	MONTAJ2HAC	2585	Infinite
35	MONTAJ3HAC	1464	Infinite
36	MONTAJ4HAC	1555	Infinite

Run Time : 9 Minute(s) and 40 Second(s)

Stop - Program terminated.

```
:-------------------------------------------------------------:
:                                                             :
:                                                             :
:                      SIMAN Run Processor                    :
:                         Version 3.5                         :
:                      License Number 8710302                 :
:                                                             :
:-------------------------------------------------------------:
:                                                             :
:  Systems Modeling Corporation licenses this program for use by :
:                                                             :
:                        Bilkent University                   :
:                                                             :
:  This program may only be used or copied according to the terms
:  of that license.                                           :
:                                                             :
:-------------------------------------------------------------:
```

Please press <return> to begin the simulation.

Recalling the PROGRAM file simko.p

SIMAN Run Processor Version 3.5
Copyright 1985, 1986, 1987 by Systems Modeling Corp.

Beginning execution of run number 1

SIMAN Summary Report

Run Number 1 of 3

Project: SIMKO KALIPHANE
Analyst: ZEKI AYAG
Date : 11/14/1990

Run ended at time .1800E+05

Tally Variables

Number	Identifier	Average	Standard Deviation	Minimum Value	Maximum Value	Number of Obs.
1	TIP 1 NORZAMAN	1211.36	424.51	768.28	1910.91	5
2	TIP 2 NORZAMAN	1740.80	1131.77	715.40	3893.55	6
3	TIP 3 NORZAMAN	1260.48	86.41	1186.03	1355.23	3
4	TIP 4 NORZAMAN	1161.13	408.65	506.71	1729.75	11

Discrete Change Variables

Number	Identifier	Average	Standard Deviation	Minimum Value	Maximum Value	Time Period
1	FORKLIFT	.74	7.03	.00	82.00	18000.00
2	TORKUYSAYKL	7.54	13.45	.00	61.00	18000.00
3	TORKUYSAYCNC	.17	.96	.00	14.00	18000.00
4	FREKLKUY	.11	.73	.00	10.00	18000.00
5	FRENCKUY	1.07	2.97	.00	18.00	18000.00
6	FRECNCKUY	3.32	8.36	.00	49.00	18000.00
7	TASYUZKUY	.15	.99	.00	12.00	18000.00
8	TASPROKUY	.33	1.23	.00	11.00	18000.00
9	TASSILKUY	.11	.60	.00	6.00	18000.00
10	DALMAEROZKUY	.23	1.34	.00	16.00	18000.00
11	TELEROZKUY	8.46	15.40	.00	72.00	18000.00
12	TEZVER1	.50	.50	.00	1.00	18000.00
13	TEZVER2	.20	.53	.00	2.00	18000.00
14	TEZVER3	.19	.51	.00	2.00	18000.00
15	TEZVER4	.21	.41	.00	1.00	18000.00
16	TEZVER5	.70	1.19	.00	3.00	18000.00
17	TEZVER6	.30	.85	.00	4.00	18000.00
18	TEZVER7	.14	.35	.00	1.00	18000.00
19	TEZVER8	.09	.29	.00	1.00	18000.00
20	TEZVER9	.32	.78	.00	3.00	18000.00
21	TEZVER10	.67	.93	.00	2.00	18000.00

22	GRUP1	.06	.24	.00	1.00	18000.00
23	GRUP2	.15	.36	.00	1.00	18000.00
24	GRUP3	.05	.22	.00	1.00	18000.00
25	GRUP4	.16	.37	.00	1.00	18000.00
26	MON1KUY	.00	.00	.00	.00	18000.00
27	MON2KUY	.00	.00	.00	.00	18000.00
28	MON3KUY	.00	.00	.00	.00	18000.00
29	MON4KUY	.02	.15	.00	1.00	18000.00

Counters

Number	Identifier	Count	Limit
1	OPKALKONTSAY	2724	Infinite
2	MONGELKALSAY	25	Infinite
3	SISGIRPARSAY	2893	Infinite
4	YENIKALIPSAY	27	Infinite
5	TAMIRKALISAY	4	Infinite
6	TEZGAH1GPS	1472	Infinite
7	TEZGAH2GPS	549	Infinite
8	TEZGAH3GPS	588	Infinite
9	TEZGAH4GPS	560	Infinite
10	TEZGAH5GPS	1787	Infinite
11	TEZGAH6GPS	792	Infinite
12	TEZGAH7GPS	379	Infinite
13	TEZGAH8GPS	249	Infinite
14	TEZGAH9GPS	745	Infinite
15	TEZGAH10GPS	1712	Infinite
16	IYIOPERSAY	6443	Infinite
17	TEKISLSAY	1097	Infinite
18	ISKARTASAY	295	Infinite
19	TIP1CIKSAY	443	Infinite
20	TIP2CIKSAY	590	Infinite
21	TIP3CIKSAY	266	Infinite
22	TIP4CIKSAY	1222	Infinite
23	TEZ1TOPISHAC	4859	Infinite
24	TEZ2TOPISHAC	2017	Infinite
25	TEZ3TOPISHAC	1661	Infinite
26	TEZ4TOPISHAC	2343	Infinite
27	TEZ5TOPISHAC	6860	Infinite
28	TEZ6TOPISHAC	2757	Infinite
29	TEZ7TOPISHAC	1388	Infinite
30	TEZ8TOPISHAC	976	Infinite
31	TEZ9TOPISHAC	2657	Infinite
32	TEZ10TOPISHAC	6313	Infinite
33	MONTAJ1HAC	3740	Infinite
34	MONTAJ2HAC	2447	Infinite
35	MONTAJ3HAC	829	Infinite
36	MONTAJ4HAC	2596	Infinite

Run Time : 8 Minute(s) and 51 Second(s)

Beginning execution of run number 2

SIMAN Summary Report

Run Number 2 of 3

Project: SIMKO KALIPHANE
Analyst: ZEKI AYAG
Date : 11/14/1990

Run ended at time .1800E+05

Tally Variables

Number	Identifier	Average	Standard Deviation	Minimum Value	Maximum Value	Number of Obs.
1	TIP 1 NORZAMAN	698.98	202.04	496.52	1179.82	9
2	TIP 2 NORZAMAN	890.66	555.88	367.87	1932.33	6
3	TIP 3 NORZAMAN	627.17980	133.96320	406.60770	733.35380	5
4	TIP 4 NORZAMAN	764.72	365.39	479.64	1285.57	4

Discrete Change Variables

Number	Identifier	Average	Standard Deviation	Minimum Value	Maximum Value	Time Period
1	FORKLIFT	.42	4.40	.00	58.00	18000.00
2	TORKUYSAYKL	3.00	6.11	.00	38.00	18000.00
3	TORKUYSAYCNC	.20	1.07	.00	14.00	18000.00
4	FREKLKUY	.12	.75	.00	11.00	18000.00
5	FRENCKUY	1.50	3.82	.00	23.00	18000.00
6	FRECNCKUY	4.34	10.33	.00	67.00	18000.00
7	TASYUZKUY	.24	1.47	.00	30.00	18000.00
8	TASPROKUY	.40	1.34	.00	11.00	18000.00
9	TASSILKUY	.12	.66	.00	8.00	18000.00
10	DALMAEROZKUY	.38	1.93	.00	25.00	18000.00
11	TELEROZKUY	10.75	17.24	.00	70.00	18000.00
12	TEZVER1	.37	.48	.00	1.00	18000.00
13	TEZVER2	.23	.56	.00	2.00	18000.00
14	TEZVER3	.19	.51	.00	2.00	18000.00
15	TEZVER4	.26	.44	.00	1.00	18000.00
16	TEZVER5	.79	1.25	.00	3.00	18000.00
17	TEZVER6	.37	.94	.00	4.00	18000.00
18	TEZVER7	.18	.39	.00	1.00	18000.00
19	TEZVER8	.11	.31	.00	1.00	18000.00
20	TEZVER9	.41	.85	.00	3.00	18000.00
21	TEZVER10	.80	.97	.00	2.00	18000.00
22	GRUP1	.15	.36	.00	1.00	18000.00
23	GRUP2	.11	.31	.00	1.00	18000.00
24	GRUP3	.08	.27	.00	1.00	18000.00
25	GRUP4	.09	.29	.00	1.00	18000.00
26	MON1KUY	.01	.11	.00	1.00	18000.00
27	MON2KUY	.00	.00	.00	.00	18000.00
28	MON3KUY	.00	.00	.00	.00	18000.00
29	MON4KUY	.00	.00	.00	.00	18000.00

Counters

Number	Identifier	Count	Limit
1	OPKALKONTSAY	3203	Infinite
2	MONGELKALSAY	28	Infinite
3	SISGIRPARSAY	3133	Infinite
4	YENIKALIPSAY	29	Infinite
5	TAMIRKALISAY	4	Infinite
6	TEZGAH1GPS	1029	Infinite
7	TEZGAH2GPS	626	Infinite
8	TEZGAH3GPS	625	Infinite
9	TEZGAH4GPS	676	Infinite
10	TEZGAH5GPS	2080	Infinite
11	TEZGAH6GPS	968	Infinite
12	TEZGAH7GPS	479	Infinite
13	TEZGAH8GPS	282	Infinite
14	TEZGAH9GPS	955	Infinite
15	TEZGAH10GPS	2062	Infinite
16	IYIOPERSAY	7639	Infinite
17	TEKISLSAY	1361	Infinite
18	ISKARTASAY	402	Infinite
19	TIP1CIKSAY	1044	Infinite
20	TIP2CIKSAY	691	Infinite
21	TIP3CIKSAY	466	Infinite
22	TIP4CIKSAY	485	Infinite
23	TEZ1TOPISHAC	3814	Infinite
24	TEZ2TOPISHAC	2387	Infinite
25	TEZ3TOPISHAC	1688	Infinite
26	TEZ4TOPISHAC	2629	Infinite
27	TEZ5TOPISHAC	8393	Infinite
28	TEZ6TOPISHAC	3667	Infinite
29	TEZ7TOPISHAC	1763	Infinite
30	TEZ8TOPISHAC	1025	Infinite
31	TEZ9TOPISHAC	3880	Infinite
32	TEZ10TOPISHAC	8159	Infinite
33	MONTAJ1HAC	5999	Infinite
34	MONTAJ2HAC	1848.	Infinite
35	MONTAJ3HAC	1601	Infinite
36	MONTAJ4HAC	1281	Infinite

Run Time : 9 Minute(s) and 43 Second(s)

Beginning execution of run number 3

SIMAN Summary Report

Run Number 3 of 3

Project: SIMKO KALIPHANE
Analyst: ZEKI AYAG
Date : 11/14/1990

Run ended at time .1800E+05

Tally Variables

Number	Identifier	Average	Standard Deviation	Minimum Value	Maximum Value	Number of Obs.
1	TIP 1 NORZAMAN	742.06	390.22	227.37	1375.23	8
2	TIP 2 NORZAMAN	836.46	199.35	678.35	1060.39	3
3	TIP 3 NORZAMAN	2690.03	4640.66	393.38	10977.29	5
4	TIP 4 NORZAMAN	768.35	309.90	401.12	1272.17	6

Discrete Change Variables

Number	Identifier	Average	Standard Deviation	Minimum Value	Maximum Value	Time Period
1	FORKLIFT	1.03	9.31	.00	106.00	18000.00
2	TORKUYSAYKL	2.52	5.73	.00	35.00	18000.00
3	TORKUYSAYCNC	.22	1.09	.00	11.00	18000.00
4	FREKLKUY	.10	.63	.00	9.00	18000.00
5	FRENCKUY	.85	2.47	.00	19.00	18000.00
6	FRECNCKUY	4.01	10.14	.00	65.00	18000.00
7	TASYUZKUY	.16	1.06	.00	15.00	18000.00
8	TASPROKUY	.31	1.14	.00	10.00	18000.00
9	TASSILKUY	.13	.66	.00	8.00	18000.00
10	DALMAEROZKUY	.31	1.61	.00	18.00	18000.00
11	TELEROZKUY	11.25	23.09	.00	134.00	18000.00
12	TEZVER1	.27	.44	.00	1.00	18000.00
13	TEZVER2	.22	.56	.00	2.00	18000.00
14	TEZVER3	.17	.50	.00	2.00	18000.00
15	TEZVER4	.22	.41	.00	1.00	18000.00
16	TEZVER5	.73	1.22	.00	3.00	18000.00
17	TEZVER6	.32	.87	.00	4.00	18000.00
18	TEZVER7	.16	.37	.00	1.00	18000.00
19	TEZVER8	.10	.30	.00	1.00	18000.00
20	TEZVER9	.35	.82	.00	3.00	18000.00
21	TEZVER10	.73	.96	.00	2.00	18000.00
22	GRUP1	.11	.31	.00	1.00	18000.00
23	GRUP2	.10	.30	.00	1.00	18000.00
24	GRUP3	.05	.23	.00	1.00	18000.00
25	GRUP4	.09	.29	.00	1.00	18000.00
26	MON1KUY	.01	.09	.00	1.00	18000.00
27	MON2KUY	.00	.00	.00	.00	18000.00
28	MON3KUY	.00	.00	.00	.00	18000.00
29	MON4KUY	.00	.00	.00	.00	18000.00

Counters

Number	Identifier	Count	Limit
1	OPKALKONTSAY	2872	Infinite

2	MONGELKALSAY	26	Infinite
3	SISGIRPARSAY	3014	Infinite
4	YENIKALIPSAY	28	Infinite
5	TAMIRKALISAY	6	Infinite
6	TEZGAH1GPS	720	Infinite
7	TEZGAH2GPS	584	Infinite
8	TEZGAH3GPS	561	Infinite
9	TEZGAH4GPS	565	Infinite
10	TEZGAH5GPS	1886	Infinite
11	TEZGAH6GPS	836	Infinite
12	TEZGAH7GPS	402	Infinite
13	TEZGAH8GPS	271	Infinite
14	TEZGAH9GPS	835	Infinite
15	TEZGAH10GPS	1895	Infinite
16	IYIOPERSAY	6847	Infinite
17	TEKISLSAY	1202	Infinite
18	ISKARTASAY	338	Infinite
19	TIP1CIKSAY	837	Infinite
20	TIP2CIKSAY	298	Infinite
21	TIP3CIKSAY	512	Infinite
22	TIP4CIKSAY	574	Infinite
23	TEZ1TOPISHAC	3019	Infinite
24	TEZ2TOPISHAC	2173	Infinite
25	TEZ3TOPISHAC	1593	Infinite
26	TEZ4TOPISHAC	2620	Infinite
27	TEZ5TOPISHAC	7549	Infinite
28	TEZ6TOPISHAC	3271	Infinite
29	TEZ7TOPISHAC	1496	Infinite
30	TEZ8TOPISHAC	1103	Infinite
31	TEZ9TOPISHAC	3297	Infinite
32	TEZ10TOPISHAC	7165	Infinite
33	MONTAJ1HAC	4596	Infinite
34	MONTAJ2HAC	1833	Infinite
35	MONTAJ3HAC	948	Infinite
36	MONTAJ4HAC	1725	Infinite

Run Time : 8 Minute(s) and 36 Second(s)

Stop - Program terminated.

```
:-------------------------------------------------------------:
:                                                             :
:                                                             :
:                      SIMAN Run Processor                    :
:                        Version 3.5                          :
:                     License Number 8710302                  :
:                                                             :
:-------------------------------------------------------------:
:                                                             :
:  Systems Modeling Corporation licenses this program for use by :
:                                                             :
:                       Bilkent University                    :
:                                                             :
:  This program may only be used or copied according to the terms
:  of that license.                                           :
:                                                             :
:-------------------------------------------------------------:
```

Please press <return> to begin the simulation.

Recalling the PROGRAM file simko.p

SIMAN Run Processor Version 3.5
Copyright 1985, 1986, 1987 by Systems Modeling Corp.

Beginning execution of run number 1

SIMAN Summary Report

Run Number 1 of 3

Project: SIMKO KALIPHANE
Analyst: ZEKI AYAG
Date : 11/14/1990

Run ended at time .1300E+05

Tally Variables

Number	Identifier	Average	Standard Deviation	Minimum Value	Maximum Value	Number of Obs.
1	TIP 1 NORZAMAN	889.12	311.87	543.08	1448.16	12
2	TIP 2 NORZAMAN	878.49	222.90	585.43	1128.22	6
3	TIP 3 NORZAMAN	603.97330	178.71430	466.14110	857.37790	4
4	TIP 4 NORZAMAN	489.14840	.00000	489.14840	489.14840	1

Discrete Change Variables

Number	Identifier	Average	Standard Deviation	Minimum Value	Maximum Value	Time Period
1	FORKLIFT	2.19	12.53	.00	82.00	18000.00
2	TORKUYSAYKL	2.16	5.30	.00	30.00	18000.00
3	TORKUYSAYCNC	.22	1.17	.00	14.00	18000.00
4	FREKLKUY	.10	.65	.00	7.00	18000.00
5	FRENCKUY	1.15	3.49	.00	24.00	18000.00
6	FRECNCKUY	9.89	20.37	.00	108.00	18000.00
7	TASYUZKUY	.16	1.17	.00	19.00	18000.00
8	TASPROKUY	.39	1.48	.00	14.00	18000.00
9	TASSILKUY	.11	.64	.00	8.00	18000.00
10	DALMAEROZKUY	.21	1.45	.00	25.00	18000.00
11	TELEROZKUY	3.41	9.65	.00	60.00	18000.00
12	TEZVER1	.23	.42	.00	1.00	18000.00
13	TEZVER2	.18	.53	.00	2.00	18000.00
14	TEZVER3	.15	.48	.00	2.00	18000.00
15	TEZVER4	.20	.40	.00	1.00	18000.00
16	TEZVER5	.63	.92	.00	2.00	18000.00
17	TEZVER6	.27	.82	.00	4.00	18000.00
18	TEZVER7	.14	.35	.00	1.00	18000.00
19	TEZVER8	.09	.29	.00	1.00	18000.00
20	TEZVER9	.30	.74	.00	3.00	18000.00
21	TEZVER10	.62	1.15	.00	3.00	18000.00

22	GRUP1	.20	.40	.00	1.00	18000.00
23	GRUP2	.16	.37	.00	1.00	18000.00
24	GRUP3	.06	.24	.00	1.00	18000.00
25	GRUP4	.01	.11	.00	1.00	18000.00
26	MON1KUY	.07	.30	.00	2.00	18000.00
27	MON2KUY	.02	.12	.00	1.00	18000.00
28	MON3KUY	.00	.00	.00	.00	18000.00
29	MON4KUY	.00	.00	.00	.00	18000.00

Counters

Number	Identifier	Count	Limit
1	OPKALKONTSAY	2446	Infinite
2	MONGELKALSAY	24	Infinite
3	SISGIRPARSAY	2384	Infinite
4	YENIKALIPSAY	26	Infinite
5	TAMIRKALISAY	1	Infinite
6	TEZGAH1GPS	630	Infinite
7	TEZGAH2GPS	481	Infinite
8	TEZGAH3GPS	491	Infinite
9	TEZGAH4GPS	519	Infinite
10	TEZGAH5GPS	1589	Infinite
11	TEZGAH6GPS	676	Infinite
12	TEZGAH7GPS	364	Infinite
13	TEZGAH8GPS	234	Infinite
14	TEZGAH9GPS	670	Infinite
15	TEZGAH10GPS	1553	Infinite
16	IYIOPERSAY	5923	Infinite
17	TEKISLSAY	925	Infinite
18	ISKARTASAY	292	Infinite
19	TIP1CIKSAY	889	Infinite
20	TIP2CIKSAY	520	Infinite
21	TIP3CIKSAY	313	Infinite
22	TIP4CIKSAY	112	Infinite
23	TEZ1TOPISHAC	2573	Infinite
24	TEZ2TOPISHAC	1786	Infinite
25	TEZ3TOPISHAC	1486	Infinite
26	TEZ4TOPISHAC	2227	Infinite
27	TEZ5TOPISHAC	6387	Infinite
28	TEZ6TOPISHAC	2390	Infinite
29	TEZ7TOPISHAC	1467	Infinite
30	TEZ8TOPISHAC	867	Infinite
31	TEZ9TOPISHAC	2785	Infinite
32	TEZ10TOPISHAC	5620	Infinite
33	MONTAJ1HAC	6295	Infinite
34	MONTAJ2HAC	2861	Infinite
35	MONTAJ3HAC	1480	Infinite
36	MONTAJ4HAC	233	Infinite

Run Time : 7 Minute(s) and 12 Second(s)

Beginning execution of run number 2

SIMAN Summary Report

Run Number 2 of 3

Project: SIMKO KALIPHANE
Analyst: ZEKI AYAG
Date : 11/14/1990

Run ended at time .1800E+05

Tally Variables

Number	Identifier	Average	Standard Deviation	Minimum Value	Maximum Value	Number of Obs.
1	TIP 1 NORZAMAN	1190.61	393.10	521.91	1886.87	12
2	TIP 2 NORZAMAN	1143.82	250.87	854.16	1291.38	3
3	TIP 3 NORZAMAN	999.90	435.99	656.03	2016.09	8
4	TIP 4 NORZAMAN	1471.24	552.58	895.10	1996.78	3

Discrete Change Variables

Number	Identifier	Average	Standard Deviation	Minimum Value	Maximum Value	Time Period
1	FORKLIFT	33.05	5.25	.00	34.00	18000.00
2	TORKUYSAYKL	9.36	15.01	.00	63.00	18000.00
3	TORKUYSAYCNC	.19	1.05	.00	11.00	18000.00
4	FREKLKUY	.12	.74	.00	11.00	18000.00
5	FRENCKUY	1.31	3.16	.00	22.00	18000.00
6	FRECNCKUY	11.47	19.68	.00	107.00	18000.00
7	TASYUZKUY	.17	1.11	.00	14.00	18000.00
8	TASPROKUY	.38	1.34	.00	12.00	18000.00
9	TASSILKUY	.11	.67	.00	9.00	18000.00
10	DALMAEROZKUY	.28	1.49	.00	19.00	18000.00
11	TELEROZKUY	3.53	9.17	.00	66.00	18000.00
12	TEZVER1	.60	.49	.00	1.00	18000.00
13	TEZVER2	.22	.55	.00	2.00	18000.00
14	TEZVER3	.22	.52	.00	2.00	18000.00
15	TEZVER4	.25	.43	.00	1.00	18000.00
16	TEZVER5	.81	.97	.00	2.00	18000.00
17	TEZVER6	.33	.88	.00	4.00	18000.00
18	TEZVER7	.18	.38	.00	1.00	18000.00
19	TEZVER8	.10	.30	.00	1.00	18000.00
20	TEZVER9	.39	.83	.00	3.00	18000.00
21	TEZVER10	.78	1.21	.00	3.00	18000.00
22	GRUP1	.16	.36	.00	1.00	18000.00
23	GRUP2	.08	.27	.00	1.00	18000.00
24	GRUP3	.09	.29	.00	1.00	18000.00
25	GRUP4	.06	.23	.00	1.00	18000.00
26	MON1KUY	.01	.11	.00	1.00	18000.00
27	MON2KUY	.00	.00	.00	.00	18000.00
28	MON3KUY	.00	.00	.00	.00	18000.00
29	MON4KUY	.00	.00	.00	.00	18000.00

Counters

Number	Identifier	Count	Limit
1	OPKALKONTSAY	3135	Infinite
2	MONGELKALSAY	27	Infinite
3	SISGIRPARSAY	3122	Infinite
4	YENIKALIPSAY	28	Infinite
5	TAMIRKALISAY	3	Infinite
6	TEZGAH1GPS	1802	Infinite
7	TEZGAH2GPS	651	Infinite
8	TEZGAH3GPS	671	Infinite
9	TEZGAH4GPS	667	Infinite
10	TEZGAH5GPS	2064	Infinite
11	TEZGAH6GPS	900	Infinite
12	TEZGAH7GPS	458	Infinite
13	TEZGAH8GPS	275	Infinite
14	TEZGAH9GPS	939	Infinite
15	TEZGAH10GPS	1984	Infinite
16	IYIOPERSAY	7482	Infinite
17	TEKISLSAY	1314	Infinite
18	ISKARTASAY	352	Infinite
19	TIP1CIKSAY	1336	Infinite
20	TIP2CIKSAY	331	Infinite
21	TIP3CIKSAY	974	Infinite
22	TIP4CIKSAY	258	Infinite
23	TEZ1TOPISHAC	5387	Infinite
24	TEZ2TOPISHAC	2278	Infinite
25	TEZ3TOPISHAC	2083	Infinite
26	TEZ4TOPISHAC	2690	Infinite
27	TEZ5TOPISHAC	7995	Infinite
28	TEZ6TOPISHAC	3485	Infinite
29	TEZ7TOPISHAC	1695	Infinite
30	TEZ8TOPISHAC	1176	Infinite
31	TEZ9TOPISHAC	3894	Infinite
32	TEZ10TOPISHAC	7234	Infinite
33	MONTAJ1HAC	5607	Infinite
34	MONTAJ2HAC	1178	Infinite
35	MONTAJ3HAC	1658	Infinite
36	MONTAJ4HAC	924	Infinite

Run Time : 10 Minute(s) and 14 Second(s)

Beginning execution of run number 3

SIMAN Summary Report

Run Number 3 of 3

Project: SIMKO KALIPHANE
Analyst: ZEKI AYAG
Date : 11/14/1990

Run ended at time .1747E+05

Tally Variables

Number	Identifier	Average	Standard Deviation	Minimum Value	Maximum Value	Number of Obs.
1	TIP 1 NORZAMAN	695.02	437.17	359.10	1699.85	9
2	TIP 2 NORZAMAN	892.87	573.35	477.42	2168.32	7
3	TIP 3 NORZAMAN	1019.87	178.52	812.01	1227.41	5
4	TIP 4 NORZAMAN	853.27	562.37	471.22	1942.38	8

Discrete Change Variables

Number	Identifier	Average	Standard Deviation	Minimum Value	Maximum Value	Time Period
1	FORKLIFT	3.52	18.03	.00	110.00	17470.77
2	TORKUYSAYKL	3.02	7.13	.00	40.00	17470.77
3	TORKUYSAYCNC	.36	1.58	.00	17.00	17470.77
4	FREKLKUY	.18	.99	.00	11.00	17470.77
5	FRENCKUY	1.88	4.41	.00	28.00	17470.77
6	FRECNCKUY	17.62	33.93	.00	161.00	17470.77
7	TASYUZKUY	.29	1.92	.00	29.00	17470.77
8	TASPROKUY	.44	1.53	.00	12.00	17470.77
9	TASSILKUY	.17	.82	.00	8.00	17470.77
10	DALMAEROZKUY	.30	1.55	.00	17.00	17470.77
11	TELEROZKUY	4.77	11.77	.00	83.00	17470.77
12	TEZVER1	.30	.46	.00	1.00	17470.77
13	TEZVER2	.27	.62	.00	2.00	17470.77
14	TEZVER3	.22	.55	.00	2.00	17470.77
15	TEZVER4	.28	.45	.00	1.00	17470.77
16	TEZVER5	.83	.98	.00	2.00	17470.77
17	TEZVER6	.38	.96	.00	4.00	17470.77
18	TEZVER7	.17	.38	.00	1.00	17470.77
19	TEZVER8	.12	.32	.00	1.00	17470.77
20	TEZVER9	.39	.85	.00	3.00	17470.77
21	TEZVER10	.85	1.28	.00	3.00	17470.77
22	GRUP1	.12	.32	.00	1.00	17470.77
23	GRUP2	.14	.34	.00	1.00	17470.77
24	GRUP3	.06	.25	.00	1.00	17470.77
25	GRUP4	.12	.33	.00	1.00	17470.77
26	MON1KUY	.02	.13	.00	1.00	17470.77
27	MON2KUY	.00	.00	.00	.00	17470.77
28	MON3KUY	.01	.12	.00	1.00	17470.77
29	MON4KUY	.02	.12	.00	1.00	17470.77

Counters

Number	Identifier	Count	Limit
1	OPKALKONTSAY	3223	Infinite

2	MONGELKALSAY	30	Infinite
3	SISGIRPARSAY	3108	Infinite
4	YENIKALIPSAY	30	Infinite
5	TAMIRKALISAY	1	Infinite
6	TEZGAH1GPS	763	Infinite
7	TEZGAH2GPS	682	Infinite
8	TEZGAH3GPS	655	Infinite
9	TEZGAH4GPS	678	Infinite
10	TEZGAH5GPS	2014	Infinite
11	TEZGAH6GPS	948	Infinite
12	TEZGAH7GPS	431	Infinite
13	TEZGAH8GPS	299	Infinite
14	TEZGAH9GPS	872	Infinite
15	TEZGAH10GPS	2051	Infinite
16	IYIOPERSAY	7549	Infinite
17	TEKISLSAY	1343	Infinite
18	ISKARTASAY	343	Infinite
19	TIP1CIKSAY	872	Infinite
20	TIP2CIKSAY	729	Infinite
21	TIP3CIKSAY	539	Infinite
22	TIP4CIKSAY	848	Infinite
23	TEZ1TOPISHAC	3193	Infinite
24	TEZ2TOPISHAC	2819	Infinite
25	TEZ3TOPISHAC	2270	Infinite
26	TEZ4TOPISHAC	2889	Infinite
27	TEZ5TOPISHAC	7590	Infinite
28	TEZ6TOPISHAC	3789	Infinite
29	TEZ7TOPISHAC	1670	Infinite
30	TEZ8TOPISHAC	1062	Infinite
31	TEZ9TOPISHAC	3600	Infinite
32	TEZ10TOPISHAC	7772	Infinite
33	MONTAJ1HAC	5576	Infinite
34	MONTAJ2HAC	1697	Infinite
35	MONTAJ3HAC	1210	Infinite
36	MONTAJ4HAC	2390	Infinite

Run Time : 9 Minute(s) and 33 Second(s)

Stop - Program terminated.

```
:-------------------------------------------------------------:
:                                                             :
:                                                             :
:                      SIMAN Run Processor                    :
:                         Version 3.5                         :
:                     License Number 8710302                  :
:                                                             :
:-------------------------------------------------------------:
:                                                             :
:  Systems Modeling Corporation licenses this program for use by :
:                                                             :
:                       Bilkent University                    :
:                                                             :
:  This program may only be used or copied according to the terms :
:  of that license.                                           :
:                                                             :
:-------------------------------------------------------------:
```

Please press <return> to begin the simulation.

Recalling the PROGRAM file simko.p

SIMAN Run Processor Version 3.5
Copyright 1985, 1986, 1987 by Systems Modeling Corp.

Beginning execution of run number 1

SIMAN Summary Report

Run Number 1 of 3

Project: SIMKO KALIPHANE
Analyst: ZEKI AYAG
Date : 11/14/1990

Run ended at time .1368E+05

Tally Variables

Number	Identifier	Average	Standard Deviation	Minimum Value	Maximum Value	Number of Obs.
1	TIP 1 NORZAMAN	1290.22	464.88	571.62	1889.69	9
2	TIP 2 NORZAMAN	1145.27	522.51	766.92	2013.04	6
3	TIP 3 NORZAMAN	1065.59	290.56	791.97	1421.32	5
4	TIP 4 NORZAMAN	1245.47	500.65	567.37	1865.05	7

Discrete Change Variables

Number	Identifier	Average	Standard Deviation	Minimum Value	Maximum Value	Time Period
1	FORKLIFT	1.25	8.46	.00	82.00	13683.08
2	TORKUYSAYKL	3.96	6.55	.00	28.00	13683.08
3	TORKUYSAYCNC	1.85	4.31	.00	24.00	13683.08
4	FREKLKUY	.27	1.26	.00	13.00	13683.08
5	FRENCKUY	.46	1.71	.00	15.00	13683.08
6	FRECNCKUY	7.86	13.89	.00	67.00	13683.08
7	TASYUZKUY	.34	1.63	.00	18.00	13683.08
8	TASPROKUY	.71	2.05	.00	17.00	13683.08
9	TASSILKUY	.15	.61	.00	7.00	13683.08
10	DALMAEROZKUY	.43	1.85	.00	18.00	13683.08
11	TELEROZKUY	30.47	38.76	.00	129.00	13683.08
12	TEZVER1	.42	.49	.00	1.00	13683.08
13	TEZVER2	.31	.46	.00	1.00	13683.08
14	TEZVER3	.26	.60	.00	2.00	13683.08
15	TEZVER4	.36	.69	.00	2.00	13683.08
16	TEZVER5	1.15	1.38	.00	3.00	13683.08
17	TEZVER6	.51	1.09	.00	4.00	13683.08
18	TEZVER7	.25	.43	.00	1.00	13683.08
19	TEZVER8	.16	.37	.00	1.00	13683.08
20	TEZVER9	.56	.96	.00	3.00	13683.08
21	TEZVER10	1.13	.99	.00	2.00	13683.08

22	GRUP1	.24	.43	.00	1.00	13683.08
23	GRUP2	.23	.42	.00	1.00	13683.08
24	GRUP3	.08	.28	.00	1.00	13683.08
25	GRUP4	.13	.34	.00	1.00	13683.08
26	MON1KUY	.05	.22	.00	1.00	13683.08
27	MON2KUY	.00	.00	.00	.00	13683.08
28	MON3KUY	.00	.00	.00	.00	13683.08
29	MON4KUY	.09	.40	.00	2.00	13683.08

Counters

Number	Identifier	Count	Limit
1	OPKALKONTSAY	3213	Infinite
2	MONGELKALSAY	30	Infinite
3	SISGIRPARSAY	3088	Infinite
4	YENIKALIPSAY	30	Infinite
5	TAMIRKALISAY	3	Infinite
6	TEZGAH1GPS	811	Infinite
7	TEZGAH2GPS	593	Infinite
8	TEZGAH3GPS	629	Infinite
9	TEZGAH4GPS	663	Infinite
10	TEZGAH5GPS	2127	Infinite
11	TEZGAH6GPS	928	Infinite
12	TEZGAH7GPS	452	Infinite
13	TEZGAH8GPS	293	Infinite
14	TEZGAH9GPS	925	Infinite
15	TEZGAH10GPS	2102	Infinite
16	IYIOPERSAY	7687	Infinite
17	TEKISLSAY	1294	Infinite
18	ISKARTASAY	367	Infinite
19	TIP1CIKSAY	675	Infinite
20	TIP2CIKSAY	567	Infinite
21	TIP3CIKSAY	538	Infinite
22	TIP4CIKSAY	535	Infinite
23	TEZ1TOPISHAC	3236	Infinite
24	TEZ2TOPISHAC	2509	Infinite
25	TEZ3TOPISHAC	1736	Infinite
26	TEZ4TOPISHAC	2490	Infinite
27	TEZ5TOPISHAC	8640	Infinite
28	TEZ6TOPISHAC	3421	Infinite
29	TEZ7TOPISHAC	1733	Infinite
30	TEZ8TOPISHAC	916	Infinite
31	TEZ9TOPISHAC	3622	Infinite
32	TEZ10TOPISHAC	8512	Infinite
33	MONTAJ1HAC	5624	Infinite
34	MONTAJ2HAC	2473	Infinite
35	MONTAJ3HAC	1407	Infinite
36	MONTAJ4HAC	1757	Infinite

Run Time : 9 Minute(s) and 42 Second(s)

Beginning execution of run number 2

SIMAN Summary Report

Run Number 2 of 3

Project: SIMKO KALIPHANE
Analyst: ZEKI AYAG
Date : 11/14/1990

Run ended at time .1487E+05

Tally Variables

Number	Identifier	Average	Standard Deviation	Minimum Value	Maximum Value	Number of Obs.
1	TIP 1 NORZAMAN	690.14830	191.45520	398.23070	968.61240	10
2	TIP 2 NORZAMAN	737.93480	65.84486	634.29740	801.50220	6
3	TIP 3 NORZAMAN	668.57800	162.50210	426.98190	906.18700	10
4	TIP 4 NORZAMAN	725.90840	205.83180	491.29440	980.31100	4

Discrete Change Variables

Number	Identifier	Average	Standard Deviation	Minimum Value	Maximum Value	Time Period
1	FORKLIFT	2.13	11.65	.00	82.00	14868.31
2	TORKUYSAYKL	1.89	4.15	.00	28.00	14868.31
3	TORKUYSAYCNC	1.48	3.90	.00	24.00	14868.31
4	FREKLKUY	.11	.68	.00	8.00	14868.31
5	FRENCKUY	.29	1.26	.00	13.00	14868.31
6	FRECNCKUY	4.60	9.72	.00	51.00	14868.31
7	TASYUZKUY	.20	1.18	.00	13.00	14868.31
8	TASPROKUY	.44	1.50	.00	12.00	14868.31
9	TASSILKUY	.11	.68	.00	10.00	14868.31
10	DALMAEROZKUY	.33	1.55	.00	16.00	14868.31
11	TELEROZKUY	11.42	16.38	.00	64.00	14868.31
12	TEZVER1	.32	.47	.00	1.00	14868.31
13	TEZVER2	.27	.44	.00	1.00	14868.31
14	TEZVER3	.21	.53	.00	2.00	14868.31
15	TEZVER4	.29	.63	.00	2.00	14868.31
16	TEZVER5	.92	1.32	.00	3.00	14868.31
17	TEZVER6	.39	.94	.00	4.00	14868.31
18	TEZVER7	.18	.39	.00	1.00	14868.31
19	TEZVER8	.11	.31	.00	1.00	14868.31
20	TEZVER9	.45	.89	.00	3.00	14868.31
21	TEZVER10	.89	.99	.00	2.00	14868.31
22	GRUP1	.14	.35	.00	1.00	14868.31
23	GRUP2	.12	.33	.00	1.00	14868.31
24	GRUP3	.16	.37	.00	1.00	14868.31
25	GRUP4	.09	.29	.00	1.00	14868.31
26	MON1KUY	.04	.20	.00	1.00	14868.31
27	MON2KUY	.00	.00	.00	.00	14868.31
28	MON3KUY	.01	.08	.00	1.00	14868.31
29	MON4KUY	.00	.00	.00	.00	14868.31

Counters

Number	Identifier	Count	Limit
1	OPKALKONTSAY	2906	Infinite
2	MONGELKALSAY	30	Infinite
3	SISGIRPARSAY	2792	Infinite
4	YENIKALIPSAY	30	Infinite
5	TAMIRKALISAY	0	Infinite
6	TEZGAH1GPS	704	Infinite
7	TEZGAH2GPS	567	Infinite
8	TEZGAH3GPS	577	Infinite
9	TEZGAH4GPS	632	Infinite
10	TEZGAH5GPS	1916	Infinite
11	TEZGAH6GPS	858	Infinite
12	TEZGAH7GPS	383	Infinite
13	TEZGAH8GPS	244	Infinite
14	TEZGAH9GPS	361	Infinite
15	TEZGAH10GPS	1928	Infinite
16	IYIOPERSAY	6935	Infinite
17	TEKISLSAY	1173	Infinite
18	ISKARTASAY	313	Infinite
19	TIP1CIKSAY	1017	Infinite
20	TIP2CIKSAY	534	Infinite
21	TIP3CIKSAY	939	Infinite
22	TIP4CIKSAY	395	Infinite
23	TEZ1TOPISHAC	2974	Infinite
24	TEZ2TOPISHAC	2176	Infinite
25	TEZ3TOPISHAC	1750	Infinite
26	TEZ4TOPISHAC	2299	Infinite
27	TEZ5TOPISHAC	7538	Infinite
28	TEZ6TOPISHAC	3268	Infinite
29	TEZ7TOPISHAC	1469	Infinite
30	TEZ8TOPISHAC	996	Infinite
31	TEZ9TOPISHAC	3542	Infinite
32	TEZ10TOPISHAC	7512	Infinite
33	MONTAJ1HAC	4913	Infinite
34	MONTAJ2HAC	1630	Infinite
35	MONTAJ3HAC	2365	Infinite
36	MONTAJ4HAC	1151	Infinite

Run Time : 8 Minute(s) and 35 Second(s)

Beginning execution of run number 3

SIMAN Summary Report

Run Number 3 of 3

Project: SIMKO KALIPHANE
Analyst: ZEKI AYAG
Date : 11/14/1990

Run ended at time .1504E+05

Tally Variables

Number	Identifier	Average	Standard Deviation	Minimum Value	Maximum Value	Number of Obs.
1	TIP 1 NORZAMAN	963.90	571.43	246.30	2029.31	13
2	TIP 2 NORZAMAN	1216.55	557.05	726.66	2236.12	6
3	TIP 3 NORZAMAN	1747.81	366.28	1125.84	2224.05	6
4	TIP 4 NORZAMAN	1371.00	666.42	469.67	2095.43	5

Discrete Change Variables

Number	Identifier	Average	Standard Deviation	Minimum Value	Maximum Value	Time Period
1	FORKLIFT	2.35	16.25	.00	146.00	15039.14
2	TORKUYSAYKL	5.03	10.40	.00	58.00	15039.14
3	TORKUYSAYCNC	2.04	4.75	.00	26.00	15039.14
4	FREKLKUY	.15	.89	.00	11.00	15039.14
5	FRENCKUY	.37	1.68	.00	16.00	15039.14
6	FREDNCKUY	7.21	15.37	.00	81.00	15039.14
7	TASYUZKUY	.22	1.35	.00	20.00	15039.14
8	TASPROKUY	.44	1.47	.00	13.00	15039.14
9	TASSILKUY	.21	.99	.00	9.00	15039.14
10	DALMAEROZKUY	.41	1.96	.00	22.00	15039.14
11	TELEROZKUY	30.41	46.45	.00	177.00	15039.14
12	TEZVER1	.36	.48	.00	1.00	15039.14
13	TEZVER2	.29	.45	.00	1.00	15039.14
14	TEZVER3	.22	.55	.00	2.00	15039.14
15	TEZVER4	.28	.62	.00	2.00	15039.14
16	TEZVER5	.95	1.33	.00	3.00	15039.14
17	TEZVER6	.39	.94	.00	4.00	15039.14
18	TEZVER7	.19	.39	.00	1.00	15039.14
19	TEZVER8	.14	.34	.00	1.00	15039.14
20	TEZVER9	.46	.91	.00	3.00	15039.14
21	TEZVER10	.94	1.00	.00	2.00	15039.14
22	GRUP1	.17	.38	.00	1.00	15039.14
23	GRUP2	.16	.37	.00	1.00	15039.14
24	GRUP3	.09	.29	.00	1.00	15039.14
25	GRUP4	.10	.30	.00	1.00	15039.14
26	MON1KUY	.02	.15	.00	2.00	15039.14
27	MON2KUY	.00	.00	.00	.00	15039.14
28	MON3KUY	.05	.21	.00	2.00	15039.14
29	MON4KUY	.02	.12	.00	1.00	15039.14

Counters

Number	Identifier	Count	Limit
1	OPKALKONTSAY	3005	Infinite

2	MONGELKALSAY	30	Infinite
3	SISGIRPARSAY	2893	Infinite
4	YENIKALIPSAY	30	Infinite
5	TAMISKALISAY	0	Infinite
6	TEZGAH1GPS	762	Infinite
7	TEZGAH2GPS	577	Infinite
8	TEZGAH3GPS	593	Infinite
9	TEZGAH4GPS	597	Infinite
10	TEZGAH5GPS	1928	Infinite
11	TEZGAH6GPS	841	Infinite
12	TEZGAH7GPS	405	Infinite
13	TEZGAH8GPS	283	Infinite
14	TEZGAH9GPS	856	Infinite
15	TEZGAH10GPS	1935	Infinite
16	IYIOPERSAY	7122	Infinite
17	TEKISLSAY	1172	Infinite
18	ISKARTASAY	319	Infinite
19	TIP1CIKSAY	1238	Infinite
20	TIP2CIKSAY	458	Infinite
21	TIP3CIKSAY	414	Infinite
22	TIP4CIKSAY	407	Infinite
23	TEZ1TOPISHAC	2818	Infinite
24	TEZ2TOPISHAC	2377	Infinite
25	TEZ3TOPISHAC	1770	Infinite
26	TEZ4TOPISHAC	2258	Infinite
27	TEZ5TOPISHAC	7541	Infinite
28	TEZ6TOPISHAC	3318	Infinite
29	TEZ7TOPISHAC	1379	Infinite
30	TEZ8TOPISHAC	1294	Infinite
31	TEZ9TOPISHAC	3268	Infinite
32	TEZ10TOPISHAC	7823	Infinite
33	MONTAJ1HAC	6126	Infinite
34	MONTAJ2HAC	1663	Infinite
35	MONTAJ3HAC	1484	Infinite
36	MONTAJ4HAC	1368	Infinite

Run Time : 8 Minute(s) and 57 Second(s)

Stop - Program terminated.

```
;-------------------------------------------------------------;
:                                                             :
:                                                             :
:                      SIMAN Run Processor                    :
:                         Version 3.5                         :
:                      License Number 8710302                 :
:                                                             :
;-------------------------------------------------------------;
:                                                             :
:  Systems Modeling Corporation licenses this program for use by :
:                                                             :
:                        Bilkent University                   :
:                                                             :
:  This program may only be used or copied according to the terms
:  of that license.                                           :
:                                                             :
;-------------------------------------------------------------;
```

Please press <return> to begin the simulation.

Recalling the PROGRAM file simko.p

SIMAN Run Processor Version 3.5
Copyright 1985, 1986, 1987 by Systems Modeling Corp.

Beginning execution of run number 1

SIMAN Summary Report

Run Number 1 of 3

Project: SIMKO KALIPHANE
Analyst: ZEKI AYAG
Date : 11/14/1990

Run ended at time .1800E+05

Tally Variables

Number	Identifier	Average	Standard Deviation	Minimum Value	Maximum Value	Number of Obs.
1	TIP 1 NORZAMAN	825.84	200.82	585.41	1276.72	9
2	TIP 2 NORZAMAN	1047.69	235.60	726.04	1320.90	5
3	TIP 3 NORZAMAN	794.34	175.22	567.17	1086.69	8
4	TIP 4 NORZAMAN	740.99350	94.91297	670.43070	848.89840	3

Discrete Change Variables

Number	Identifier	Average	Standard Deviation	Minimum Value	Maximum Value	Time Period
1	FORKLIFT	2.02	11.86	.00	82.00	18000.00
2	TORKUYSAYKL	3.96	6.56	.00	41.00	18000.00
3	TORKUYSAYCNC	.79	2.27	.00	16.00	18000.00
4	FREKLKUY	.13	.75	.00	9.00	18000.00
5	FRENCKUY	.28	1.28	.00	11.00	18000.00
6	FRECNCKUY	8.53	14.26	.00	62.00	18000.00
7	TASYUZKUY	.18	1.14	.00	15.00	18000.00
8	TASPROKUY	.43	1.48	.00	12.00	18000.00
9	TASSILKUY	.13	.65	.00	7.00	18000.00
10	DALMAEROZKUY	.16	.97	.00	13.00	18000.00
11	TELEROZKUY	3.29	7.78	.00	45.00	18000.00
12	TEZVER1	.51	.50	.00	1.00	18000.00
13	TEZVER2	.22	.42	.00	1.00	18000.00
14	TEZVER3	.21	.53	.00	2.00	18000.00
15	TEZVER4	.25	.59	.00	2.00	18000.00
16	TEZVER5	.75	.96	.00	2.00	18000.00
17	TEZVER6	.34	.89	.00	4.00	18000.00
18	TEZVER7	.17	.37	.00	1.00	18000.00
19	TEZVER8	.11	.31	.00	1.00	18000.00
20	TEZVER9	.35	.78	.00	3.00	18000.00
21	TEZVER10	.76	1.23	.00	3.00	18000.00

22	GRUP1	.13	.33	.00	1.00	18000.00
23	GRUP2	.11	.31	.00	1.00	18000.00
24	GRUP3	.10	.30	.00	1.00	18000.00
25	GRUP4	.06	.23	.00	1.00	18000.00
26	MON1KUY	.01	.10	.00	2.00	18000.00
27	MON2KUY	.00	.00	.00	.00	18000.00
28	MON3KUY	.00	.00	.00	.00	18000.00
29	MON4KUY	.00	.04	.00	1.00	18000.00

Counters

Number	Identifier	Count	Limit
1	OPKALKONTSAY	2884	Infinite
2	MONGELKALSAY	28	Infinite
3	SISGIRPARSAY	2832	Infinite
4	YENIKALIPSAY	29	Infinite
5	TAMIRKALISAY	4	Infinite
6	TEZGAH1GPS	1514	Infinite
7	TEZGAH2GPS	572	Infinite
8	TEZGAH3GPS	631	Infinite
9	TEZGAH4GPS	603	Infinite
10	TEZGAH5GPS	1878	Infinite
11	TEZGAH6GPS	824	Infinite
12	TEZGAH7GPS	420	Infinite
13	TEZGAH8GPS	264	Infinite
14	TEZGAH9GPS	775	Infinite
15	TEZGAH10GPS	1863	Infinite
16	IYIOPERSAY	6826	Infinite
17	TEKISLSAY	1181	Infinite
18	ISKARTASAY	338	Infinite
19	TIP1CIKSAY	865	Infinite
20	TIP2CIKSAY	512	Infinite
21	TIP3CIKSAY	788	Infinite
22	TIP4CIKSAY	237	Infinite
23	TEZ1TOPISHAC	4610	Infinite
24	TEZ2TOPISHAC	2118	Infinite
25	TEZ3TOPISHAC	1884	Infinite
26	TEZ4TOPISHAC	2237	Infinite
27	TEZ5TOPISHAC	7002	Infinite
28	TEZ6TOPISHAC	2986	Infinite
29	TEZ7TOPISHAC	1526	Infinite
30	TEZ8TOPISHAC	1004	Infinite
31	TEZ9TOPISHAC	3044	Infinite
32	TEZ10TOPISHAC	7339	Infinite
33	MONTAJ1HAC	5075	Infinite
34	MONTAJ2HAC	1673	Infinite
35	MONTAJ3HAC	1960	Infinite
36	MONTAJ4HAC	1028	Infinite

Run Time : 9 Minute(s) and 4 Second(s)

Beginning execution of run number 2

SIMAN Summary Report

Run Number 2 of 3

Project: SIMKO KALIPHANE
Analyst: ZEKI AYAG
Date : 11/14/1990

Run ended at time .1597E+05

Tally Variables

Number	Identifier	Average	Standard Deviation	Minimum Value	Maximum Value	Number of Obs.
1	TIP 1 NORZAMAN	779.62	368.33	435.78	1592.66	13
2	TIP 2 NORZAMAN	881.13	349.73	617.75	1503.07	6
3	TIP 3 NORZAMAN	1153.94	435.35	517.05	1622.88	5
4	TIP 4 NORZAMAN	1022.12	245.20	682.14	1244.67	5

Discrete Change Variables

Number	Identifier	Average	Standard Deviation	Minimum Value	Maximum Value	Time Period
1	FORKLIFT	1.93	13.81	.00	143.00	15970.60
2	TORKUYSAYKL	2.13	4.68	.00	24.00	15970.60
3	TORKUYSAYCNC	1.32	3.19	.00	21.00	15970.60
4	FREKLKUY	.16	.95	.00	12.00	15970.60
5	FRENCKUY	.26	1.35	.00	18.00	15970.60
6	FRECNCKUY	19.34	32.24	.00	140.00	15970.60
7	TASYUZKUY	.29	2.07	.00	35.00	15970.60
8	TASPROKUY	.58	1.86	.00	12.00	15970.60
9	TASSILKUY	.12	.65	.00	8.00	15970.60
10	DALMAEROZKUY	.27	1.45	.00	15.00	15970.60
11	TELEROZKUY	4.15	9.58	.00	59.00	15970.60
12	TEZVER1	.31	.46	.00	1.00	15970.60
13	TEZVER2	.26	.44	.00	1.00	15970.60
14	TEZVER3	.21	.54	.00	2.00	15970.60
15	TEZVER4	.26	.60	.00	2.00	15970.60
16	TEZVER5	.89	.99	.00	2.00	15970.60
17	TEZVER6	.36	.93	.00	4.00	15970.60
18	TEZVER7	.20	.40	.00	1.00	15970.60
19	TEZVER8	.11	.32	.00	1.00	15970.60
20	TEZVER9	.41	.86	.00	3.00	15970.60
21	TEZVER10	.86	1.27	.00	3.00	15970.60
22	GRUP1	.20	.40	.00	1.00	15970.60
23	GRUP2	.12	.33	.00	1.00	15970.60
24	GRUP3	.08	.27	.00	1.00	15970.60
25	GRUP4	.11	.31	.00	1.00	15970.60
26	MON1KUY	.01	.08	.00	1.00	15970.60
27	MON2KUY	.02	.14	.00	1.00	15970.60
28	MON3KUY	.02	.15	.00	1.00	15970.60
29	MON4KUY	.00	.00	.00	.00	15970.60

Counters

Number	Identifier	Count	Limit
1	OPKALKONTSAY	2985	Infinite
2	MONGELKALSAY	29	Infinite
3	SISGIRPARSAY	3027	Infinite
4	YENIKALIPSAY	29	Infinite
5	TAMIRKALISAY	1	Infinite
6	TEZGAH1GPS	713	Infinite
7	TEZGAH2GPS	587	Infinite
8	TEZGAH3GPS	615	Infinite
9	TEZGAH4GPS	604	Infinite
10	TEZGAH5GPS	1947	Infinite
11	TEZGAH6GPS	870	Infinite
12	TEZGAH7GPS	445	Infinite
13	TEZGAH8GPS	271	Infinite
14	TEZGAH9GPS	848	Infinite
15	TEZGAH10GPS	1880	Infinite
16	IYIOPERSAY	7100	Infinite
17	TEKISLSAY	1207	Infinite
18	ISKARTASAY	319	Infinite
19	TIP1CIKSAY	1377	Infinite
20	TIP2CIKSAY	548	Infinite
21	TIP3CIKSAY	716	Infinite
22	TIP4CIKSAY	587	Infinite
23	TEZ1TOPISHAC	2470	Infinite
24	TEZ2TOPISHAC	2490	Infinite
25	TEZ3TOPISHAC	1840	Infinite
26	TEZ4TOPISHAC	2238	Infinite
27	TEZ5TOPISHAC	7929	Infinite
28	TEZ6TOPISHAC	3217	Infinite
29	TEZ7TOPISHAC	1823	Infinite
30	TEZ8TOPISHAC	972	Infinite
31	TEZ9TOPISHAC	3604	Infinite
32	TEZ10TOPISHAC	7145	Infinite
33	MONTAJ1HAC	6674	Infinite
34	MONTAJ2HAC	2014	Infinite
35	MONTAJ3HAC	1156	Infinite
36	MONTAJ4HAC	1696	Infinite

Run Time : 9 Minute(s) and 12 Second(s)

Beginning execution of run number 3

SIMAN Summary Report

Run Number 3 of 3

Project: SIMKO KALIPHANE
Analyst: ZEKI AYAG
Date : 11/14/1990

Run ended at time .1630E+05

Tally Variables

Number	Identifier	Average	Standard Deviation	Minimum Value	Maximum Value	Number of Obs.
1	TIP 1 NORZAMAN	824.33	423.67	420.69	2015.19	13
2	TIP 2 NORZAMAN	1618.89	643.01	792.01	2361.94	4
3	TIP 3 NORZAMAN	612.57	319.18	357.96	1469.13	10
4	TIP 4 NORZAMAN	619.61670	246.23540	445.50200	793.73140	2

Discrete Change Variables

Number	Identifier	Average	Standard Deviation	Minimum Value	Maximum Value	Time Period
1	FORKLIFT	1.14	9.87	.00	113.00	16302.30
2	TORKUYSAYKL	2.99	5.97	.00	30.00	16302.30
3	TORKUYSAYCNC	1.53	3.63	.00	20.00	16302.30
4	FREKLKUY	.17	.89	.00	10.00	16302.30
5	FRENCKUY	.30	1.30	.00	14.00	16302.30
6	FRECNCKUY	18.33	31.68	.00	146.00	16302.30
7	TASYUZKUY	.20	1.24	.00	18.00	16302.30
8	TASFROKUY	.39	1.29	.00	9.00	16302.30
9	TASSILKUY	.15	.74	.00	7.00	16302.30
10	DALMAEROZKUY	.35	1.73	.00	21.00	16302.30
11	TELEROZKUY	6.27	13.13	.00	79.00	16302.30
12	TEZVER1	.33	.47	.00	1.00	16302.30
13	TEZVER2	.27	.44	.00	1.00	16302.30
14	TEZVER3	.23	.56	.00	2.00	16302.30
15	TEZVER4	.28	.62	.00	2.00	16302.30
16	TEZVER5	.90	.99	.00	2.00	16302.30
17	TEZVER6	.38	.94	.00	4.00	16302.30
18	TEZVER7	.19	.40	.00	1.00	16302.30
19	TEZVER8	.12	.33	.00	1.00	16302.30
20	TEZVER9	.46	.90	.00	3.00	16302.30
21	TEZVER10	.93	1.32	.00	3.00	16302.30
22	GRUP1	.16	.37	.00	1.00	16302.30
23	GRUP2	.13	.33	.00	1.00	16302.30
24	GRUP3	.10	.30	.00	1.00	16302.30
25	GRUP4	.03	.16	.00	1.00	16302.30
26	MON1KUY	.02	.16	.00	2.00	16302.30
27	MON2KUY	.04	.23	.00	2.00	16302.30
28	MON3KUY	.00	.00	.00	.00	16302.30
29	MON4KUY	.00	.00	.00	.00	16302.30

Counters

Number	Identifier	Count	Limit
1	OPKALKONTSAY	3197	Infinite

2	MONGELKALSAY	30	Infinite
3	SISGIRPARSAY	3062	Infinite
4	YENIKALIPSAY	30	Infinite
5	TAMIRKALISAY	1	Infinite
6	TEZGAH1GPS	772	Infinite
7	TEZGAH2GPS	611	Infinite
8	TEZGAH3GPS	658	Infinite
9	TEZGAH4GPS	641	Infinite
10	TEZGAH5GPS	2024	Infinite
11	TEZGAH6GPS	887	Infinite
12	TEZGAH7GPS	435	Infinite
13	TEZGAH8GPS	296	Infinite
14	TEZGAH9GPS	925	Infinite
15	TEZGAH10GPS	2058	Infinite
16	IYIOPERSAY	7456	Infinite
17	TEKISLSAY	1315	Infinite
18	ISKARTASAY	354	Infinite
19	TIP1CIKSAY	1395	Infinite
20	TIP2CIKSAY	498	Infinite
21	TIP3CIKSAY	1007	Infinite
22	TIP4CIKSAY	204	Infinite
23	TEZ1TOPISHAC	3081	Infinite
24	TEZ2TOPISHAC	2507	Infinite
25	TEZ3TOPISHAC	1947	Infinite
26	TEZ4TOPISHAC	2314	Infinite
27	TEZ5TOPISHAC	7931	Infinite
28	TEZ6TOPISHAC	3366	Infinite
29	TEZ7TOPISHAC	1504	Infinite
30	TEZ8TOPISHAC	1133	Infinite
31	TEZ9TOPISHAC	3586	Infinite
32	TEZ10TOPISHAC	8368	Infinite
33	MONTAJ1HAC	5500	Infinite
34	MONTAJ2HAC	1434	Infinite
35	MONTAJ3HAC	1911	Infinite
36	MONTAJ4HAC	470	Infinite

Run Time : 9 Minute(s) and 24 Second(s)

Stop - Program terminated.

```
;-------------------------------------------------------------;
:                                                             :
:                                                             :
:                      SIMAN Run Processor                    :
:                        Version 3.5                          :
:                     License Number 8710302                  :
:                                                             :
;-------------------------------------------------------------;
:                                                             :
:  Systems Modeling Corporation licenses this program for use by :
:                                                             :
:                       Bilkent University                    :
:                                                             :
:  This program may only be used or copied according to the terms
:  of that license.                                           :
:                                                             :
;-------------------------------------------------------------;
```

Please press <return> to begin the simulation.

Recalling the PROGRAM file simko.p

SIMAN Run Processor Version 3.5
Copyright 1985, 1986, 1987 by Systems Modeling Corp.

Beginning execution of run number 1

SIMAN Summary Report

Run Number 1 of 3

Project: SIMKO KALIPHANE
Analyst: ZEKI AYAG
Date : 11/14/1990

Run ended at time .1701E+05

Tally Variables

Number	Identifier	Average	Standard Deviation	Minimum Value	Maximum Value	Number of Obs.
1	TIP 1 NORZAMAN	923.04	438.09	407.33	1735.22	8
2	TIP 2 NORZAMAN	837.65820	87.99201	775.43850	899.87790	2
3	TIP 3 NORZAMAN	739.51	373.42	434.70	1515.91	12
4	TIP 4 NORZAMAN	959.99	638.80	395.97	2276.80	7

Discrete Change Variables

Number	Identifier	Average	Standard Deviation	Minimum Value	Maximum Value	Time Period
1	FORKLIFT	.78	6.95	.00	82.00	17012.17
2	TORKUYSAYKL	3.67	8.63	.00	51.00	17012.17
3	TORKUYSAYCNC	.18	1.03	.00	14.00	17012.17
4	FREKLKUY	.09	.64	.00	9.00	17012.17
5	FRENCKUY	.26	1.20	.00	13.00	17012.17
6	FRECNCKUY	17.54	31.10	.00	154.00	17012.17
7	TASYUZKUY	.19	1.22	.00	17.00	17012.17
8	TASPROKUY	.49	1.61	.00	13.00	17012.17
9	TASSILKUY	.13	.70	.00	9.00	17012.17
10	DALMAEROZKUY	.36	1.72	.00	17.00	17012.17
11	TELEROZKUY	12.73	23.72	.00	122.00	17012.17
12	TEZVER1	.33	.47	.00	1.00	17012.17
13	TEZVER2	.21	.55	.00	2.00	17012.17
14	TEZVER3	.19	.51	.00	2.00	17012.17
15	TEZVER4	.24	.59	.00	2.00	17012.17
16	TEZVER5	.88	.99	.00	2.00	17012.17
17	TEZVER6	.38	.92	.00	4.00	17012.17
18	TEZVER7	.19	.39	.00	1.00	17012.17
19	TEZVER8	.10	.30	.00	1.00	17012.17
20	TEZVER9	.42	.85	.00	3.00	17012.17
21	TEZVER10	.84	.97	.00	2.00	17012.17

22	GRUP1	.11	.31	.00	1.00	17012.17
23	GRUP2	.06	.23	.00	1.00	17012.17
24	GRUP3	.14	.35	.00	1.00	17012.17
25	GRUP4	.12	.32	.00	1.00	17012.17
26	MON1KUY	.01	.07	.00	1.00	17012.17
27	MON2KUY	.00	.00	.00	.00	17012.17
28	MON3KUY	.00	.00	.00	.00	17012.17
29	MON4KUY	.02	.13	.00	1.00	17012.17

Counters

Number	Identifier	Count	Limit
1	OPKALKONTSAY	3179	Infinite
2	MONGELKALSAY	30	Infinite
3	SISGIRPARSAY	3044	Infinite
4	YENIKALIPSAY	30	Infinite
5	TAMIRKALISAY	1	Infinite
6	TEZGAH1GPS	833	Infinite
7	TEZGAH2GPS	562	Infinite
8	TEZGAH3GPS	603	Infinite
9	TEZGAH4GPS	614	Infinite
10	TEZGAH5GPS	2142	Infinite
11	TEZGAH6GPS	955	Infinite
12	TEZGAH7GPS	480	Infinite
13	TEZGAH8GPS	267	Infinite
14	TEZGAH9GPS	927	Infinite
15	TEZGAH10GPS	2021	Infinite
16	IYIOPERSAY	7592	Infinite
17	TEKISLSAY	1287	Infinite
18	I3KARTASAY	357	Infinite
19	TIP1CIKSAY	780	Infinite
20	TIP2CIKSAY	264	Infinite
21	TIP3CIKSAY	1327	Infinite
22	TIP4CIKSAY	782	Infinite
23	TEZ1TOPISHAC	3662	Infinite
24	TEZ2TOPISHAC	2236	Infinite
25	TEZ3TOPISHAC	1850	Infinite
26	TEZ4TOPISHAC	2584	Infinite
27	TEZ5TOPISHAC	8974	Infinite
28	TEZ6TOPISHAC	3631	Infinite
29	TEZ7TOPISHAC	1968	Infinite
30	TEZ8TOPISHAC	1010	Infinite
31	TEZ9TOPISHAC	3873	Infinite
32	TEZ10TOPISHAC	7576	Infinite
33	MONTAJ1HAC	5173	Infinite
34	MONTAJ2HAC	1133	Infinite
35	MONTAJ3HAC	2408	Infinite
36	MONTAJ4HAC	1867	Infinite

Run Time : 9 Minute(s) and 18 Second(s)

Beginning execution of run number 2

SIMAN Summary Report

Run Number 2 of 3

Project: SIMKO KALIPHANE
Analyst: ZEKI AYAG
Date : 11/14/1990

Run ended at time .1800E+05

Tally Variables

Number	Identifier	Average	Standard Deviation	Minimum Value	Maximum Value	Number of Obs.
1	TIP 1 NORZAMAN	759.64	211.80	405.84	1076.59	10
2	TIP 2 NORZAMAN	723.69	265.87	502.71	1156.93	6
3	TIP 3 NORZAMAN	640.87	361.48	412.53	1057.63	3
4	TIP 4 NORZAMAN	765.63	269.57	372.60	1095.42	5

Discrete Change Variables

Number	Identifier	Average	Standard Deviation	Minimum Value	Maximum Value	Time Period
1	FORKLIFT	4.15	20.07	.00	134.00	18000.00
2	TORKUYSAYKL	1.67	3.86	.00	24.00	18000.00
3	TORKUYSAYCNC	.21	1.01	.00	10.00	18000.00
4	FREKLKUY	.13	.82	.00	11.00	18000.00
5	FRENCKUY	.20	.98	.00	12.00	18000.00
6	FRECNCKUY	10.35	17.81	.00	105.00	18000.00
7	TASYUZKUY	.20	1.22	.00	15.00	18000.00
8	TASPROKUY	.38	1.40	.00	11.00	18000.00
9	TASSILKUY	.08	.44	.00	5.00	18000.00
10	DALMAEROZKUY	.38	1.78	.00	17.00	18000.00
11	TELEROZKUY	10.05	16.73	.00	88.00	18000.00
12	TEZVER1	.28	.45	.00	1.00	18000.00
13	TEZVER2	.24	.58	.00	2.00	18000.00
14	TEZVER3	.20	.52	.00	2.00	18000.00
15	TEZVER4	.24	.58	.00	2.00	18000.00
16	TEZVER5	.79	.97	.00	2.00	18000.00
17	TEZVER6	.34	.91	.00	4.00	18000.00
18	TEZVER7	.15	.36	.00	1.00	18000.00
19	TEZVER8	.10	.30	.00	1.00	18000.00
20	TEZVER9	.38	.84	.00	3.00	18000.00
21	TEZVER10	.78	.96	.00	2.00	18000.00
22	GRUP1	.16	.36	.00	1.00	18000.00
23	GRUP2	.13	.34	.00	1.00	18000.00
24	GRUP3	.03	.17	.00	1.00	18000.00
25	GRUP4	.09	.29	.00	1.00	18000.00
26	MON1KUY	.02	.15	.00	2.00	18000.00
27	MON2KUY	.00	.00	.00	.00	18000.00
28	MON3KUY	.00	.00	.00	.00	18000.00
29	MON4KUY	.03	.17	.00	1.00	18000.00

Counters

Number	Identifier	Count	Limit
1	OPKALKONTSAY	3067	Infinite
2	MONGELKALSAY	27	Infinite
3	SISGIRFARSAY	2973	Infinite
4	YENIKALIPSAY	29	Infinite
5	TAMIRKALISAY	3	Infinite
6	TEZGAH1GPS	756	Infinite
7	TEZGAH2GPS	615	Infinite
8	TEZGAH3GPS	614	Infinite
9	TEZGAH4GPS	627	Infinite
10	TEZGAH5GPS	2045	Infinite
11	TEZGAH6GPS	903	Infinite
12	TEZGAH7GPS	409	Infinite
13	TEZGAH8GPS	267	Infinite
14	TEZGAH9GPS	908	Infinite
15	TEZGAH10GPS	2015	Infinite
16	IYIOPERSAY	7346	Infinite
17	TEKISLSAY	1329	Infinite
18	ISKARTASAY	328	Infinite
19	TIP1CIKSAY	1038	Infinite
20	TIP2CIKSAY	357	Infinite
21	TIP3CIKSAY	271	Infinite
22	TIP4CIKSAY	624	Infinite
23	TEZ1TOPISHAC	3239	Infinite
24	TEZ2TOPISHAC	2307	Infinite
25	TEZ3TOPISHAC	1805	Infinite
26	TEZ4TOPISHAC	2375	Infinite
27	TEZ5TOPISHAC	3671	Infinite
28	TEZ6TOPISHAC	3330	Infinite
29	TEZ7TOPISHAC	1607	Infinite
30	TEZ8TOPISHAC	999	Infinite
31	TEZ9TOPISHAC	3491	Infinite
32	TEZ10TOPISHAC	8078	Infinite
33	MONTAJ1HAC	6092	Infinite
34	MONTAJ2HAC	2107	Infinite
35	MONTAJ3HAC	588	Infinite
36	MONTAJ4HAC	1619	Infinite

Run Time : 9 Minute(s) and 6 Second(s)

Beginning execution of run number 3

SIMAN Summary Report

Run Number 3 of 3

Project: SIMKO KALIPHANE
Analyst: ZEKI AYAG
Date : 11/14/1990

Run ended at time .1800E+05

Tally Variables

Number	Identifier	Average	Standard Deviation	Minimum Value	Maximum Value	Number of Obs.
1	TIP 1 NORZAMAN	1130.92	482.67	528.99	1985.32	11
2	TIP 2 NORZAMAN	874.09420	71.53471	808.58840	973.17970	6
3	TIP 3 NORZAMAN	1059.96	309.42	657.01	1433.76	7
4	TIP 4 NORZAMAN	724.02330	223.89240	429.23390	972.66700	4

Discrete Change Variables

Number	Identifier	Average	Standard Deviation	Minimum Value	Maximum Value	Time Period
1	FORKLIFT	2.75	16.55	.00	123.00	18000.00
2	TORKUYSAYKL	4.38	8.01	.00	41.00	18000.00
3	TORKUYSAYCNC	.26	1.28	.00	13.00	18000.00
4	FREKLKUY	.10	.73	.00	11.00	18000.00
5	FRENCKUY	.22	1.15	.00	14.00	18000.00
6	FRECNCKUY	12.29	22.48	.00	120.00	18000.00
7	TASYUZKUY	.19	1.20	.00	14.00	18000.00
8	TASPROKUY	.41	1.44	.00	11.00	18000.00
9	TASSILKUY	.16	.84	.00	9.00	18000.00
10	DALMAEROZKUY	.23	1.35	.00	15.00	18000.00
11	TELEROZKUY	9.49	17.88	.00	100.00	18000.00
12	TEZVER1	.45	.50	.00	1.00	18000.00
13	TEZVER2	.24	.59	.00	2.00	18000.00
14	TEZVER3	.19	.50	.00	2.00	18000.00
15	TEZVER4	.21	.55	.00	2.00	18000.00
16	TEZVER5	.78	.96	.00	2.00	18000.00
17	TEZVER6	.33	.87	.00	4.00	18000.00
18	TEZVER7	.17	.38	.00	1.00	18000.00
19	TEZVER8	.11	.31	.00	1.00	18000.00
20	TEZVER9	.35	.79	.00	3.00	18000.00
21	TEZVER10	.75	.95	.00	2.00	18000.00
22	GRUP1	.16	.37	.00	1.00	18000.00
23	GRUP2	.13	.34	.00	1.00	18000.00
24	GRUP3	.08	.27	.00	1.00	18000.00
25	GRUP4	.05	.21	.00	1.00	18000.00
26	MON1KUY	.05	.27	.00	2.00	18000.00
27	MON2KUY	.00	.00	.00	.00	18000.00
28	MON3KUY	.01	.10	.00	1.00	18000.00
29	MON4KUY	.00	.00	.00	.00	18000.00

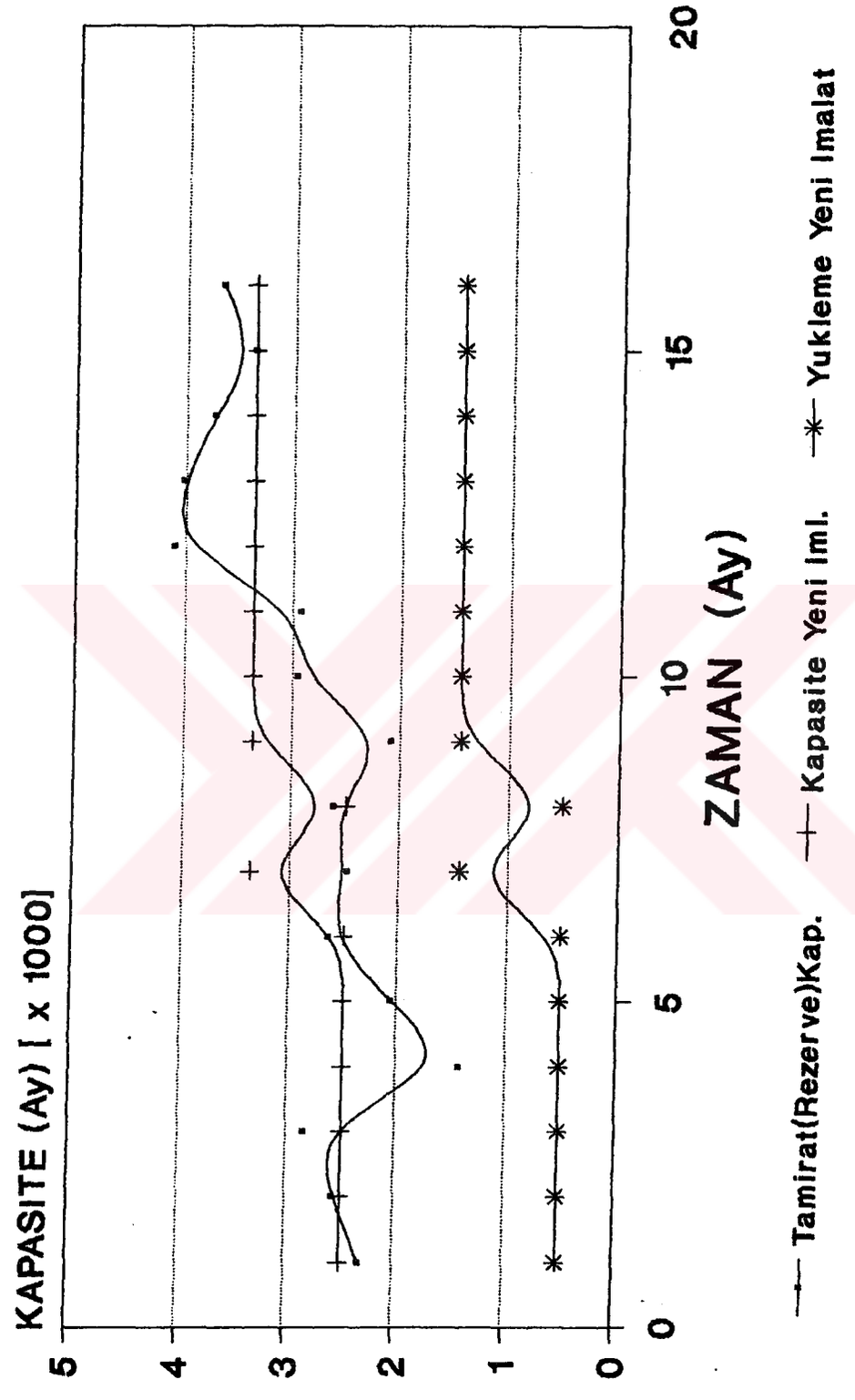
Counters

Number	Identifier	Count	Limit
1	OPKALKONTSAY	3016	Infinite

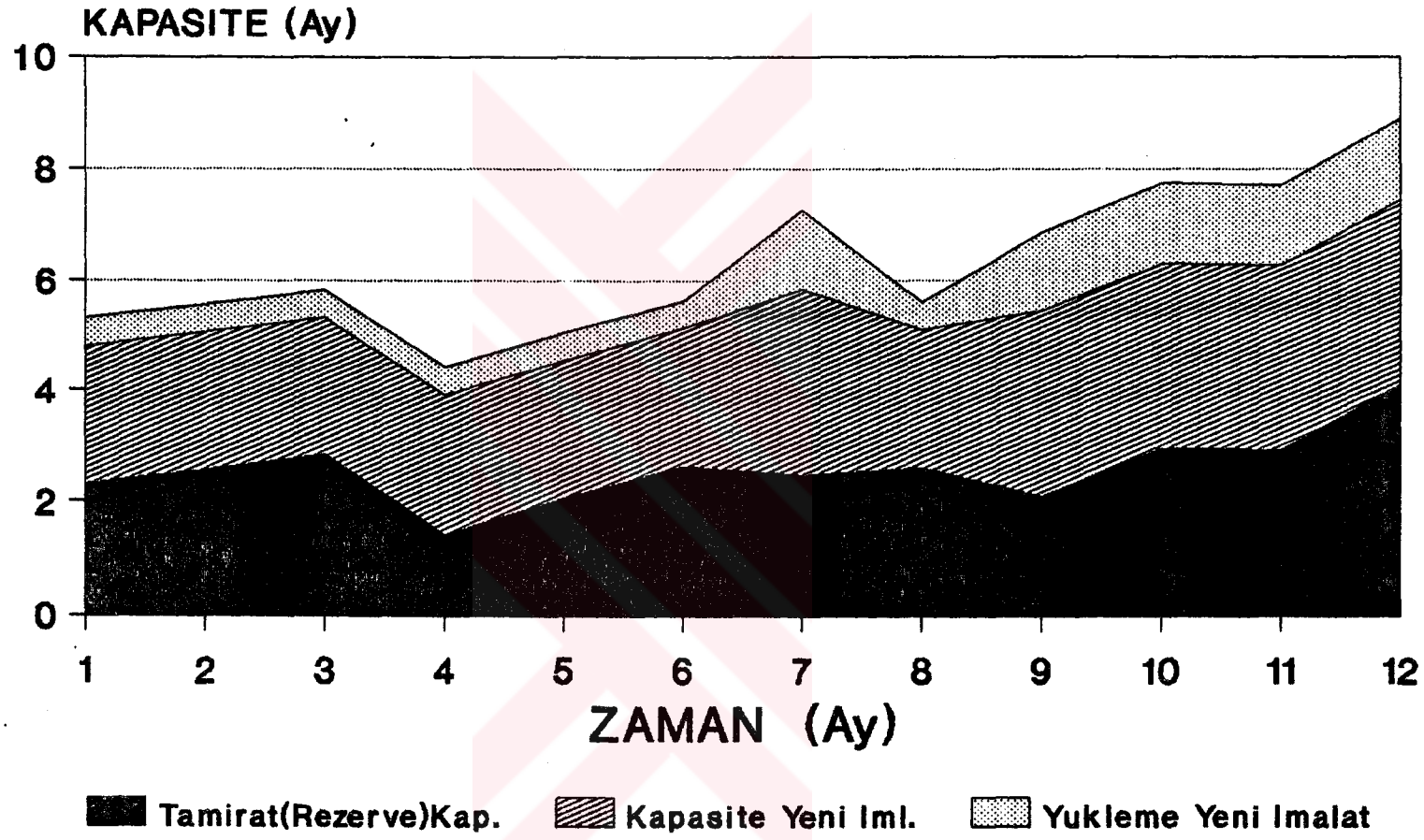
2	MONGELKALSAY	29	Infinite
3	SISGIRPARSAY	2888	Infinite
4	YENIKALIPSAY	30	Infinite
5	TAMIRKALISAY	1	Infinite
6	TEZGAH1GPS	1298	Infinite
7	TEZGAH2GPS	657	Infinite
8	TEZGAH3GPS	629	Infinite
9	TEZGAH4GPS	578	Infinite
10	TEZGAH5GPS	1993	Infinite
11	TEZGAH6GPS	866	Infinite
12	TEZGAH7GPS	450	Infinite
13	TEZGAH8GPS	291	Infinite
14	TEZGAH9GPS	820	Infinite
15	TEZGAH10GPS	1925	Infinite
16	IYIGPERSAY	7127	Infinite
17	TEKISLSAY	1310	Infinite
18	ISKARTASAY	347	Infinite
19	TIP1CIKSAY	990	Infinite
20	TIP2CIKSAY	544	Infinite
21	TIP3CIKSAY	648	Infinite
22	TIP4CIKSAY	432	Infinite
23	TEZ1TOPISHAC	4598	Infinite
24	TEZ2TOPISHAC	2271	Infinite
25	TEZ3TOPISHAC	1760	Infinite
26	TEZ4TOPISHAC	2074	Infinite
27	TEZ5TOPISHAC	8100	Infinite
28	TEZ6TOPISHAC	3096	Infinite
29	TEZ7TOPISHAC	1803	Infinite
30	TEZ8TOPISHAC	1196	Infinite
31	TEZ9TOPISHAC	3095	Infinite
32	TEZ10TOPISHAC	7314	Infinite
33	MONTAJ1HAC	6188	Infinite
34	MONTAJ2HAC	2006	Infinite
35	MONTAJ3HAC	1480	Infinite
36	MONTAJ4HAC	1332	Infinite

Run Time : 9 Minute(s) and 23 Second(s)

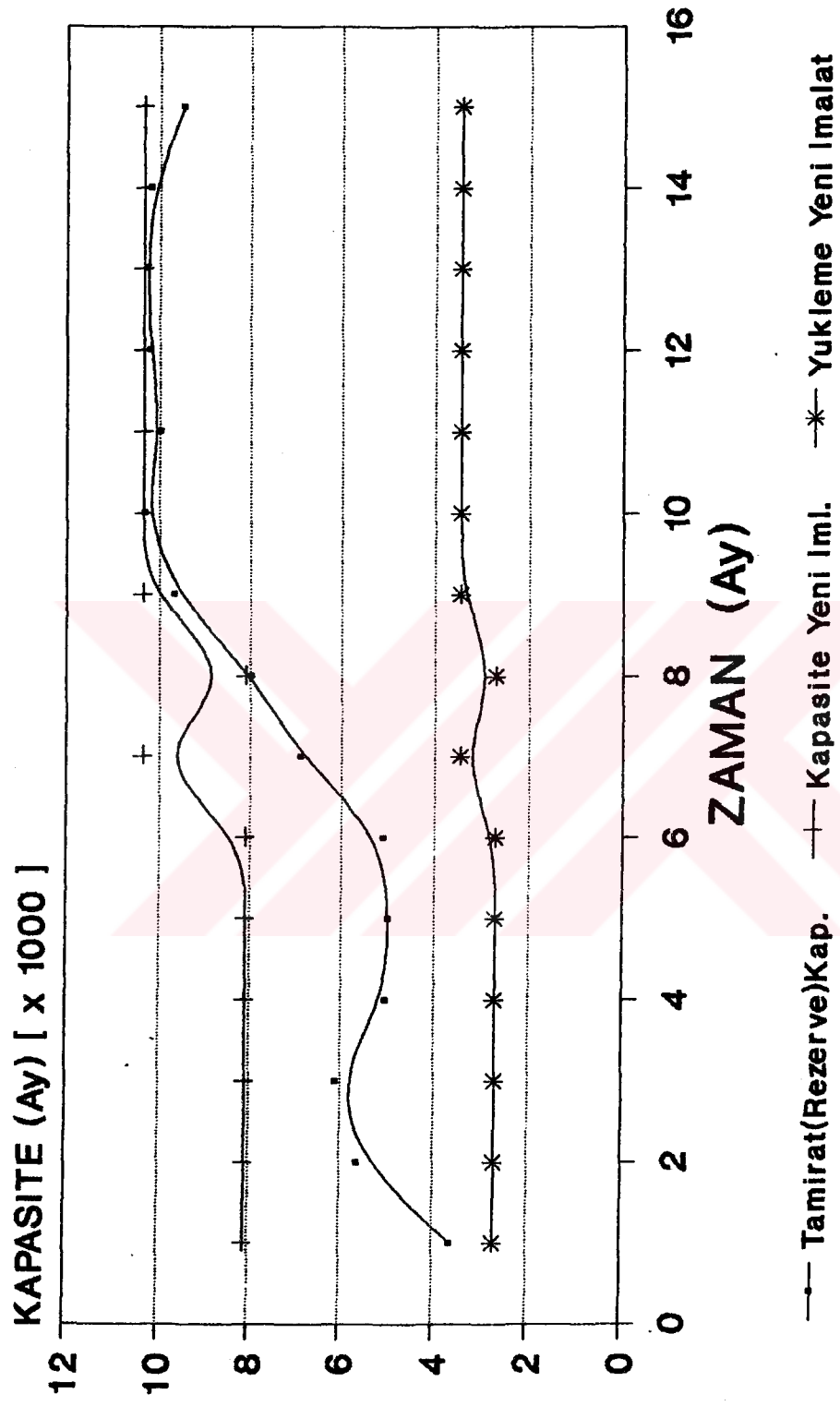
Stop - Program terminated.


KALIPHANE ATELYESI
TORNA GRUBU
KAPASITE (Ay) [x 1000]
5
4
3
2
1
0
0
5
10
15
20
ZAMAN (Ay)
Tamirat(Rezerve)Kap.
Kapasite Yeni Iml.
Yukleme Yeni Imalat

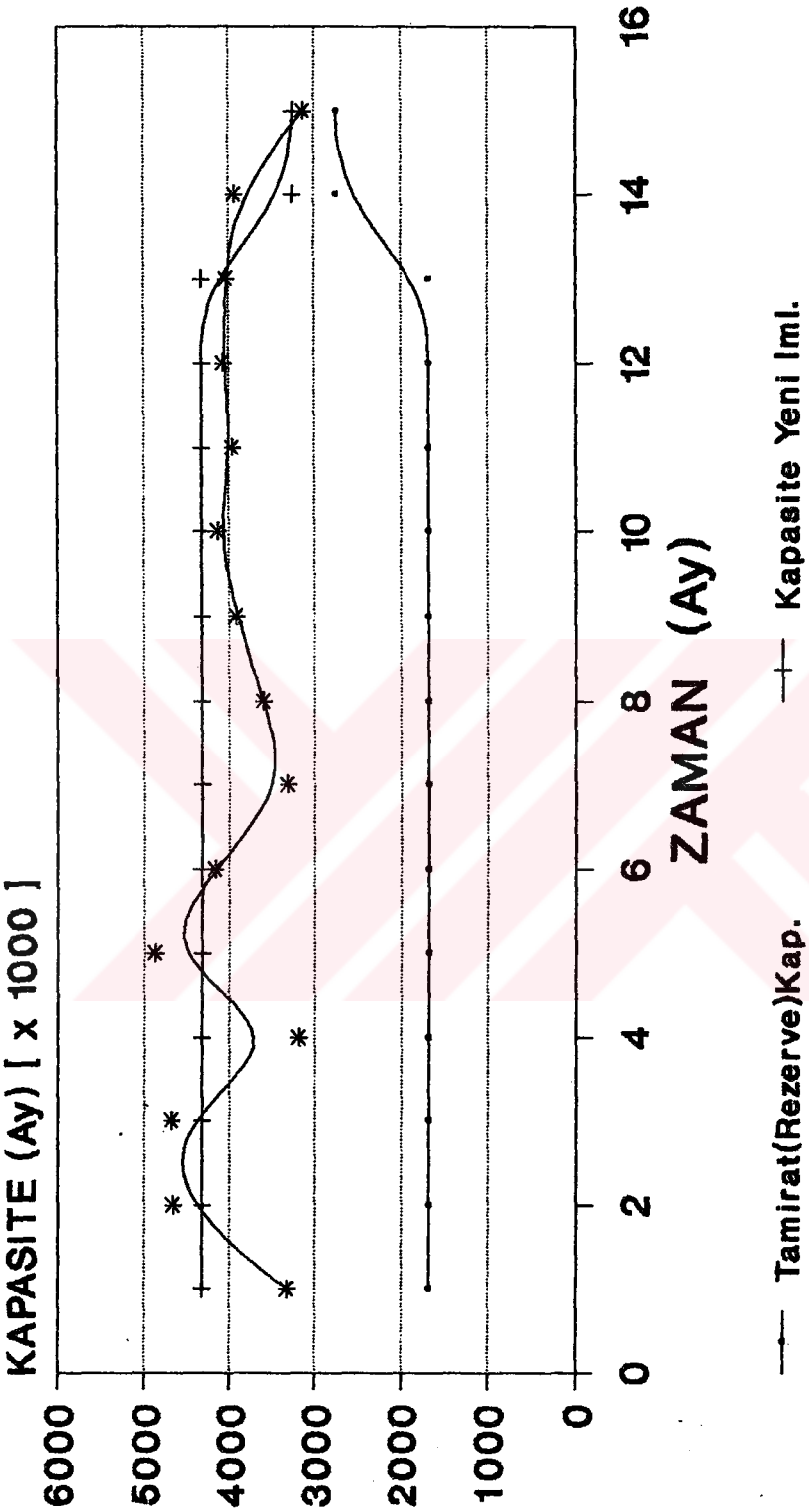
KALIPHANE ATELYESI
TORNA GRUBU



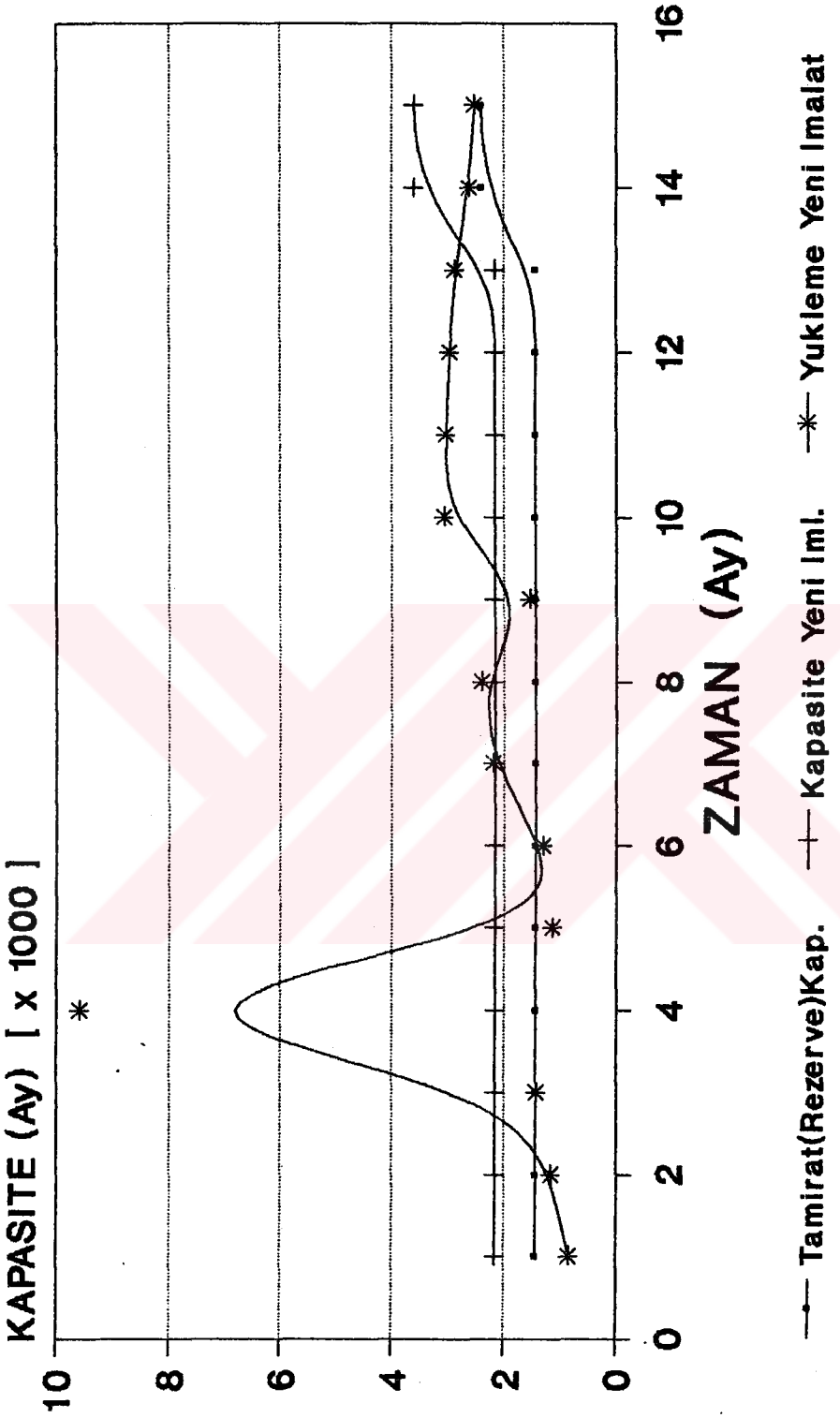
KALIPHANE ATELYESI
FREZE GRUBU



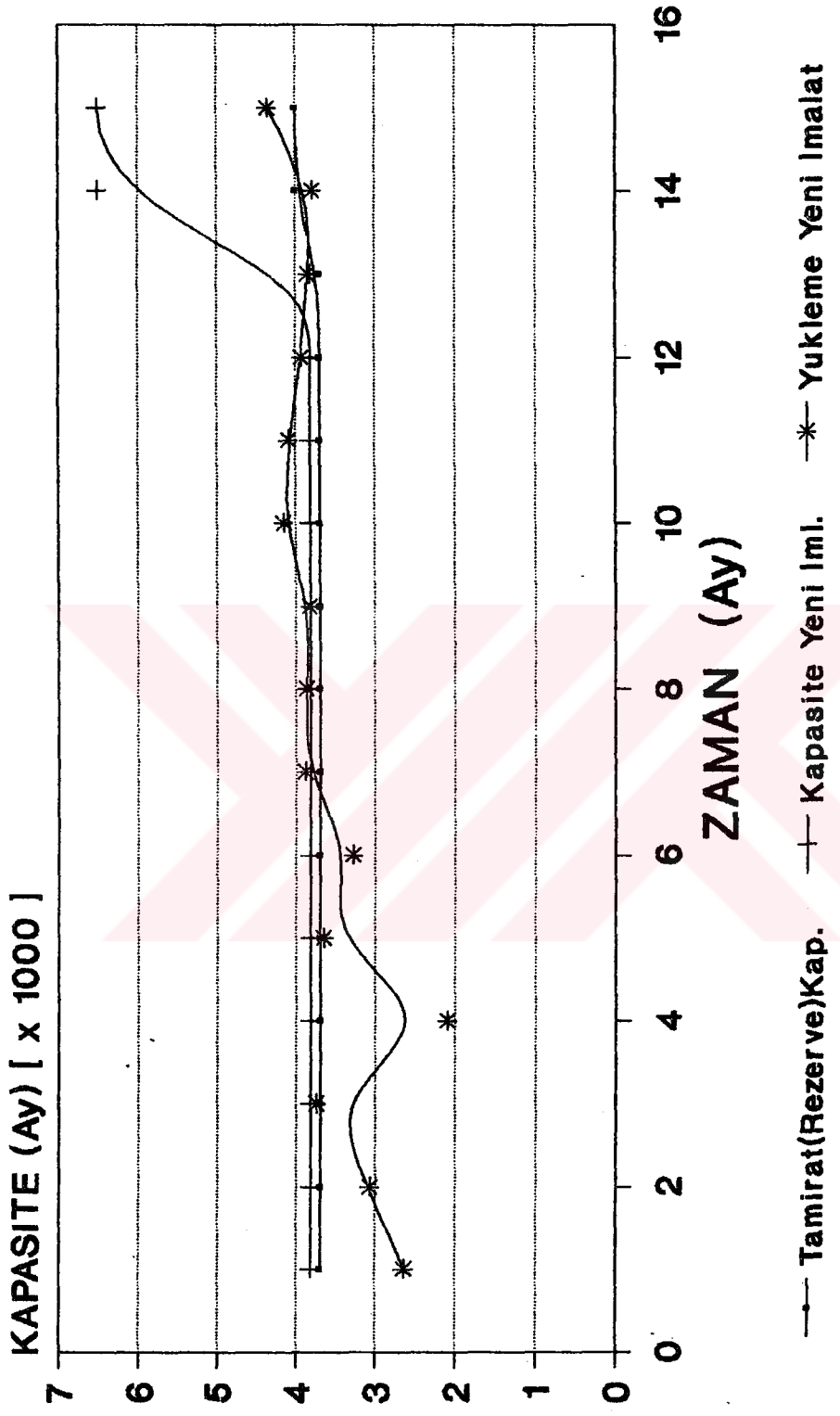
KALIPHANE ATELYESI
PROFIL TASLAMA



KALIPHANE ATELYESI
SATIH TASLAMA

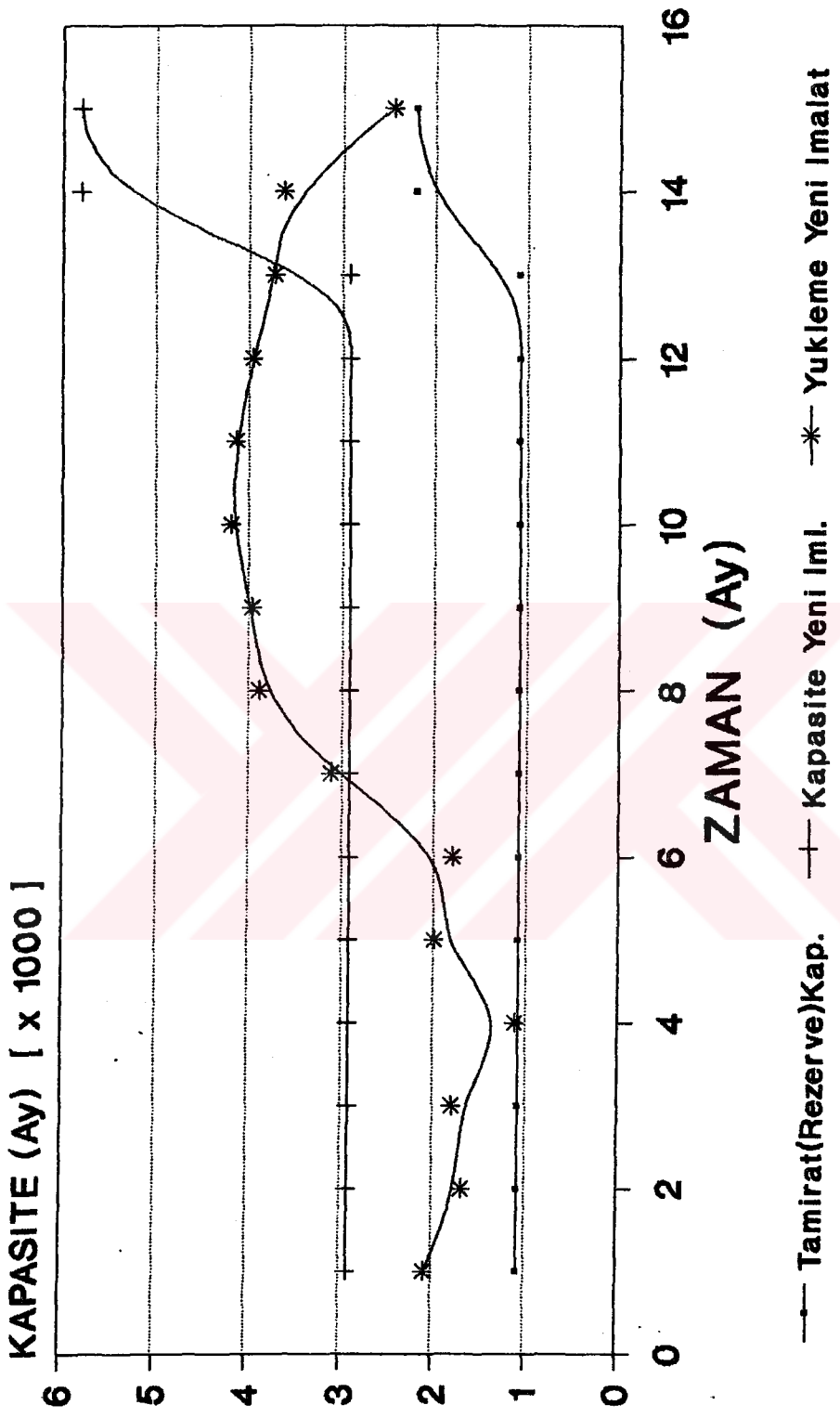


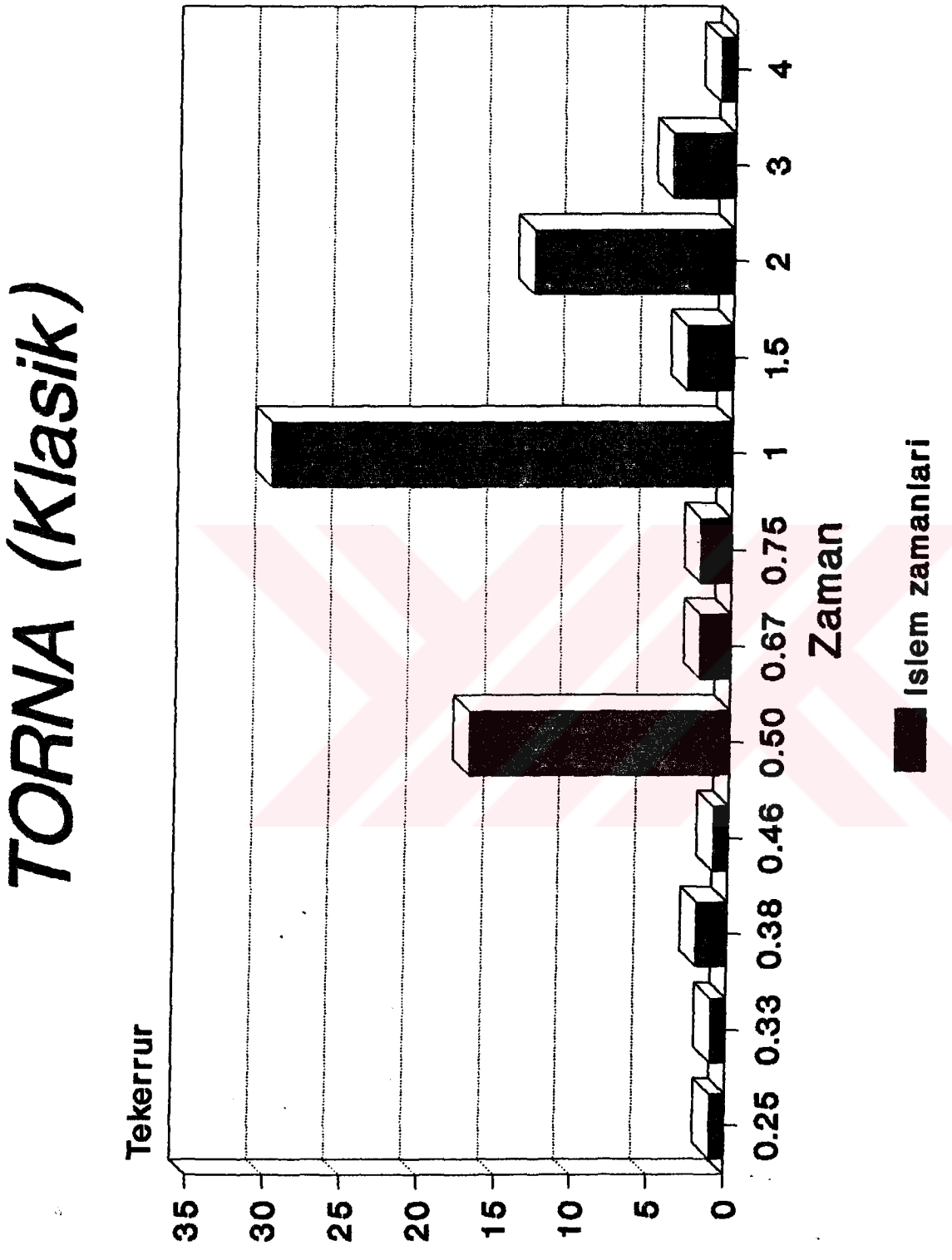
KALIPHANE ATELYESI
DALMA EROZYON

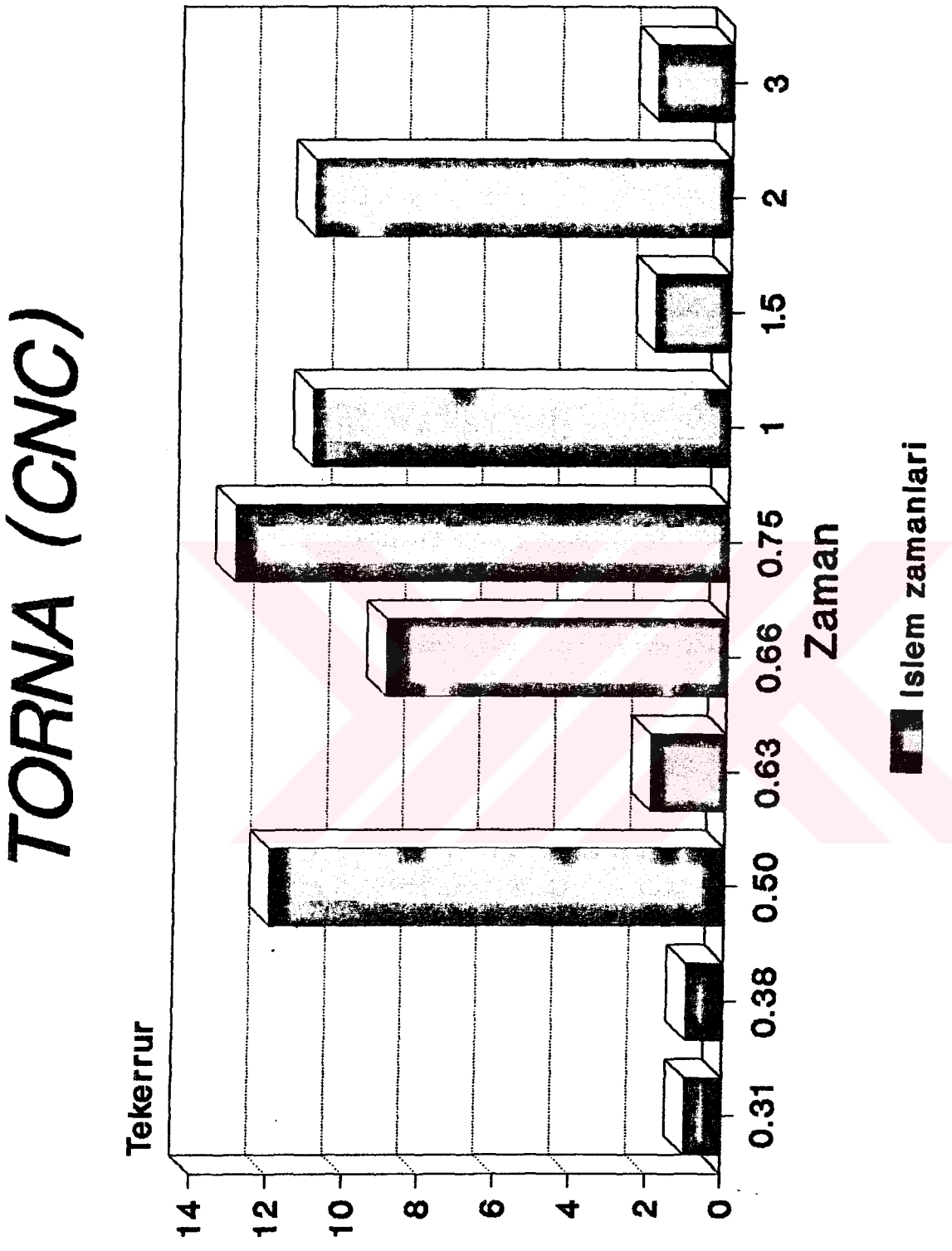


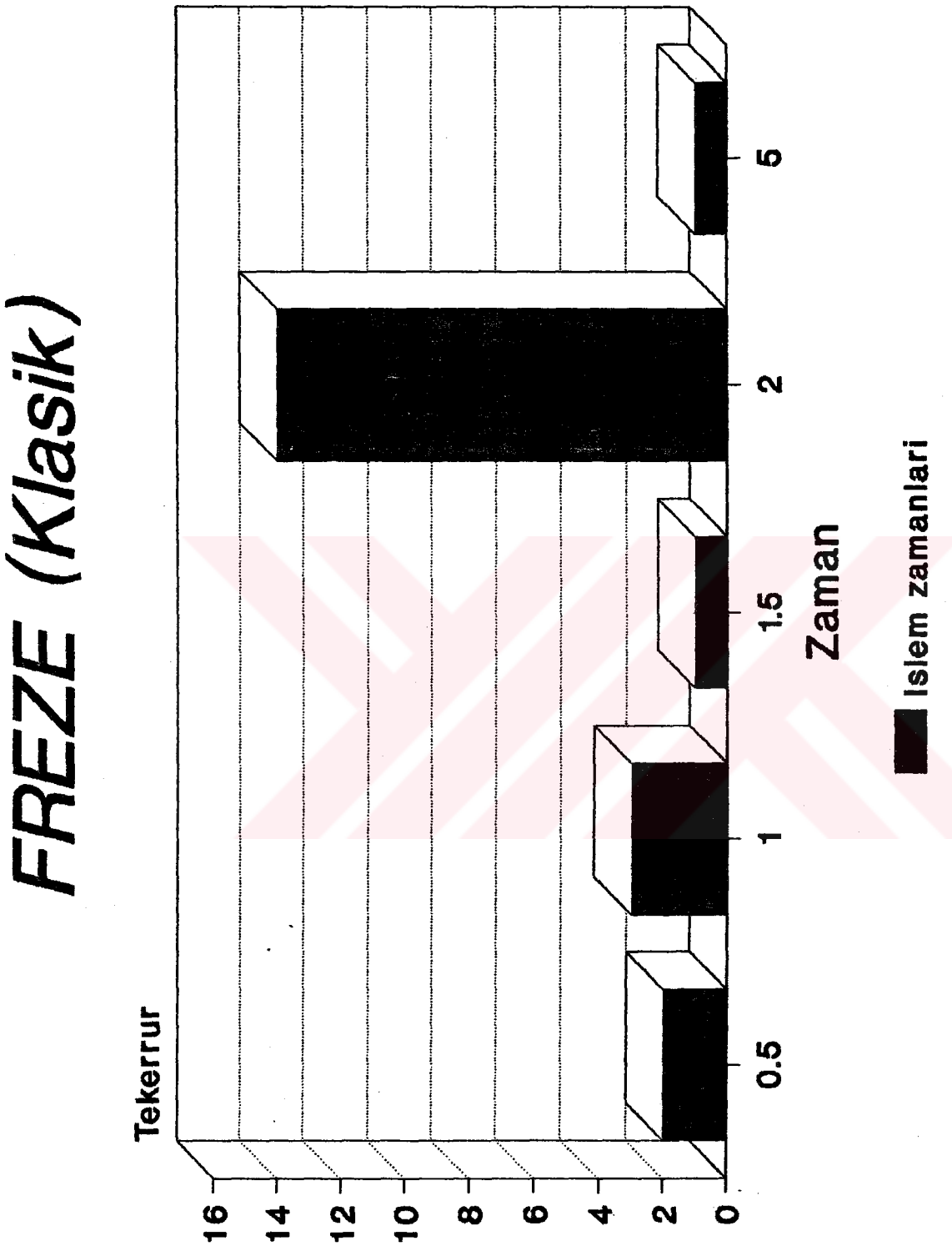
KALIPHANE ATELYESI

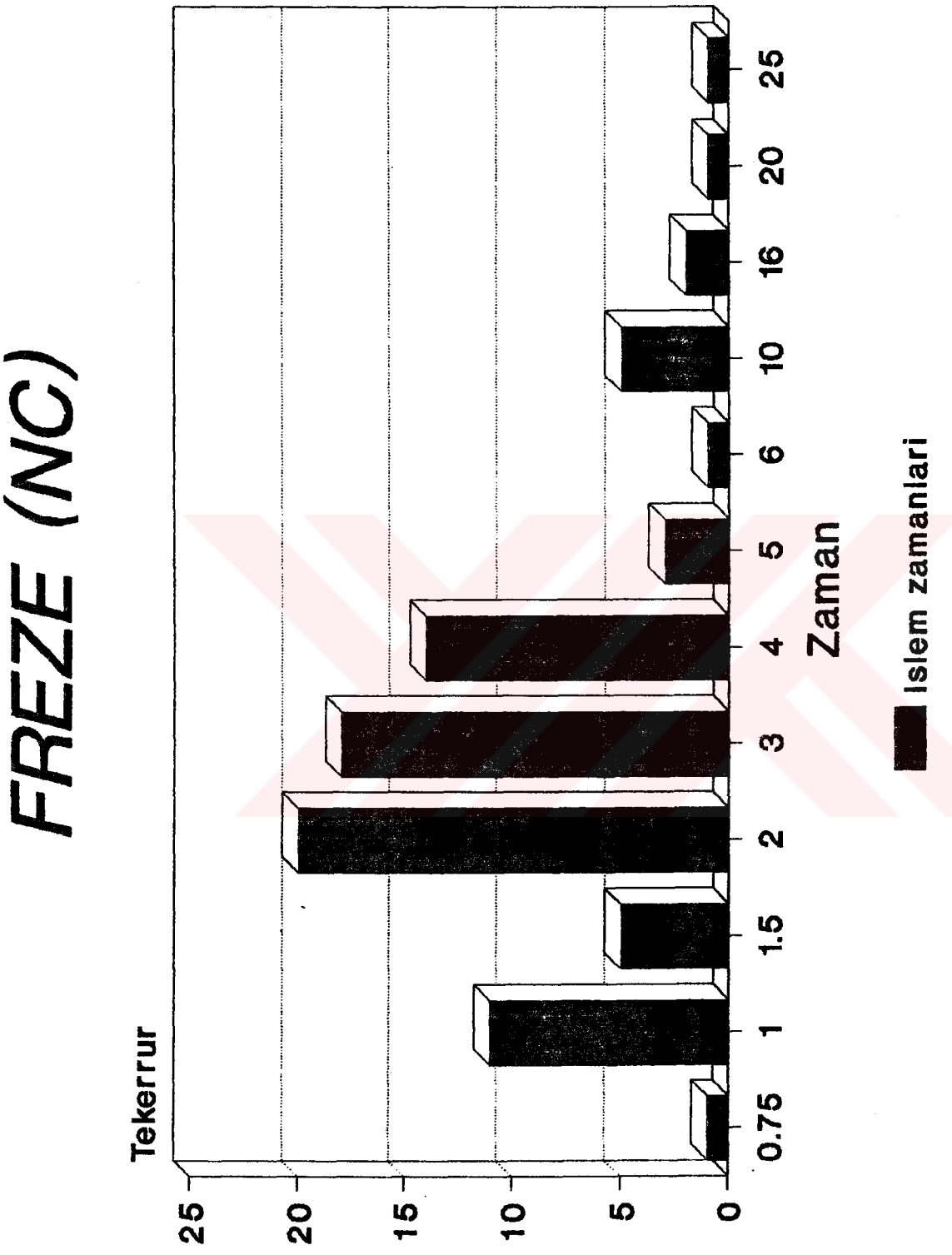
TEL EROZYON

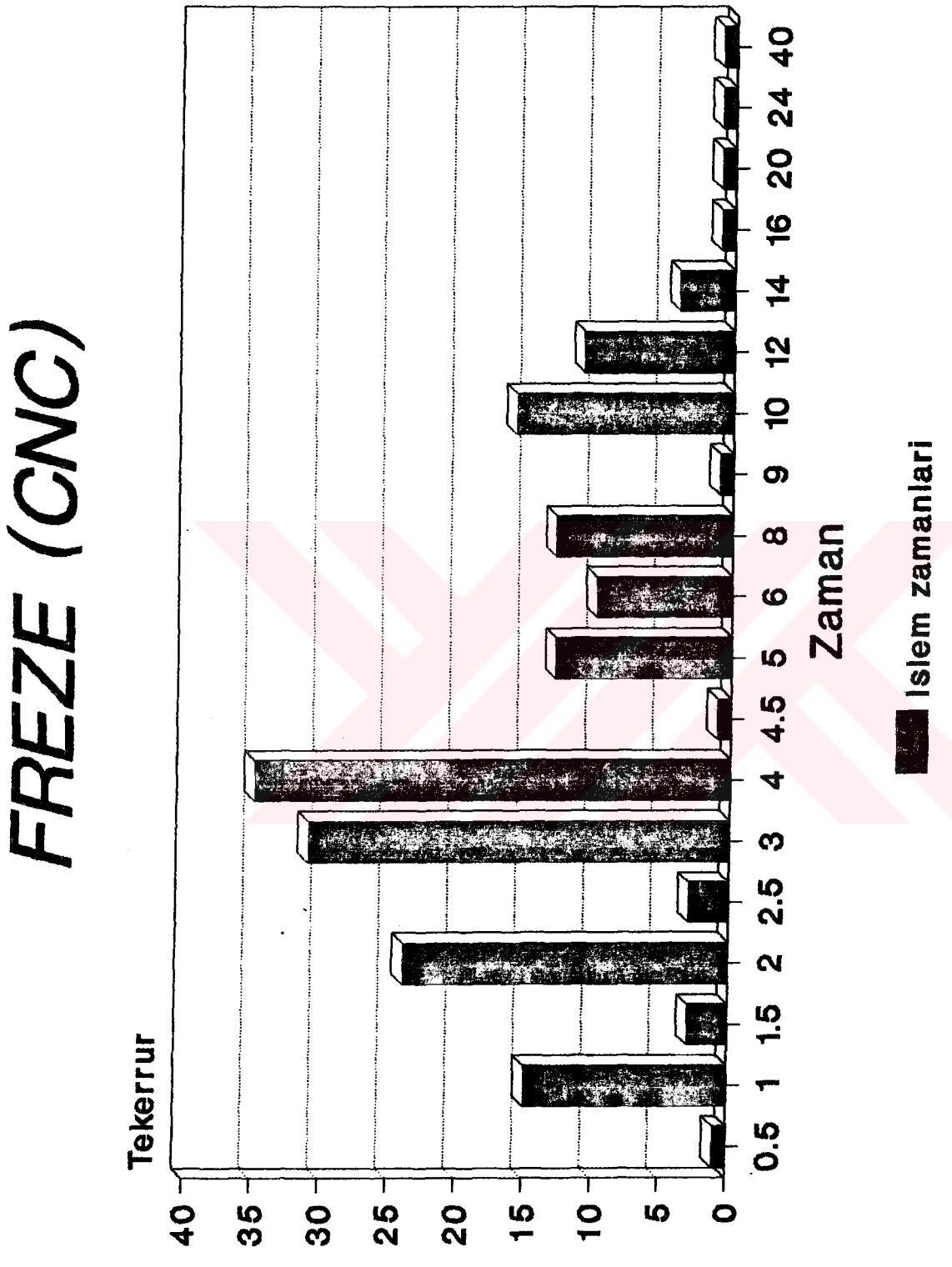


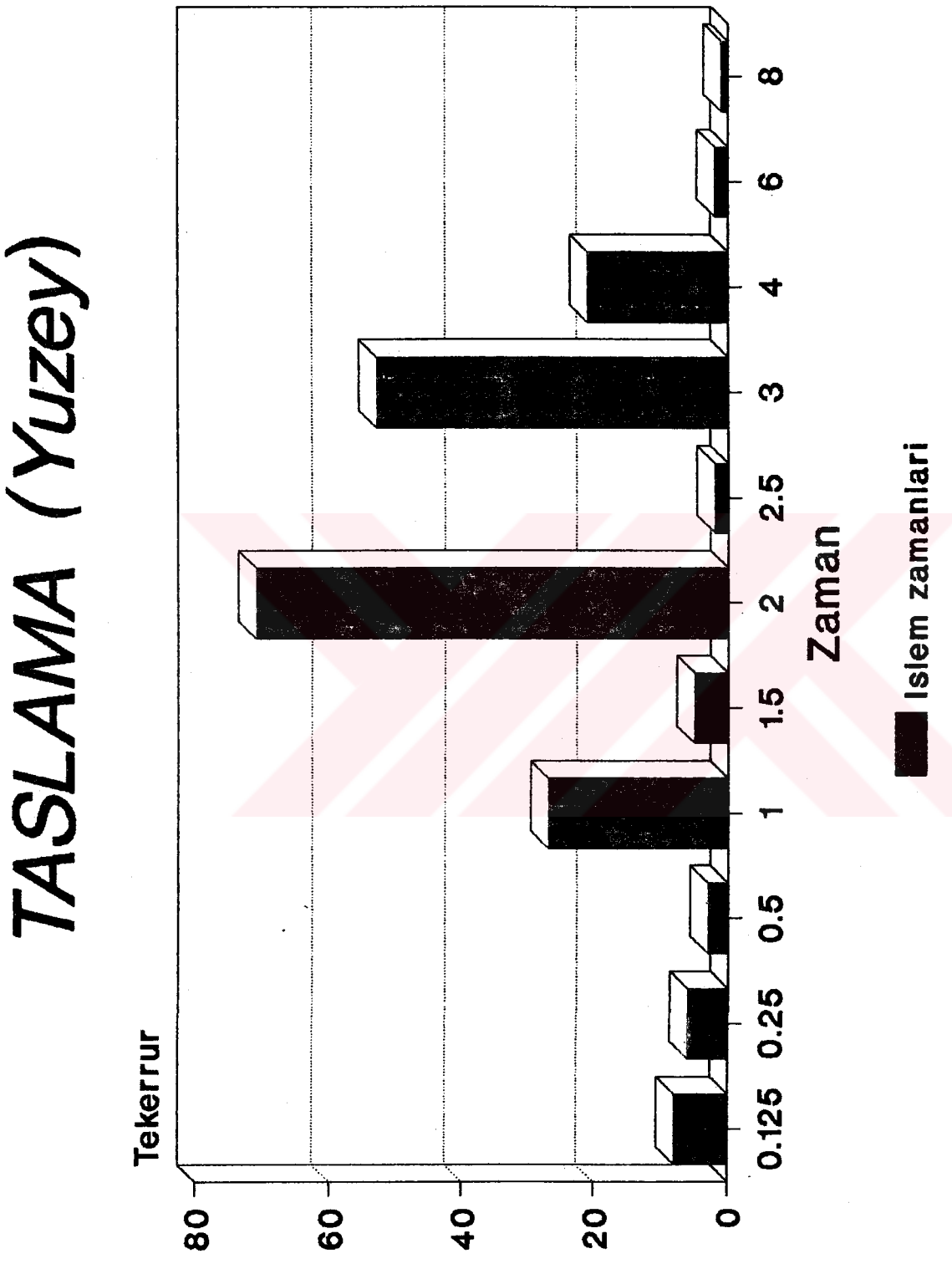

TORNA (Klasik)
Tekerrur
35
30
25
20
15
10
5
0
0.25
0.33
0.38
0.46
0.50
0.67
0.75
1
1.5
2
3
4
Zaman
Islem zamanlari

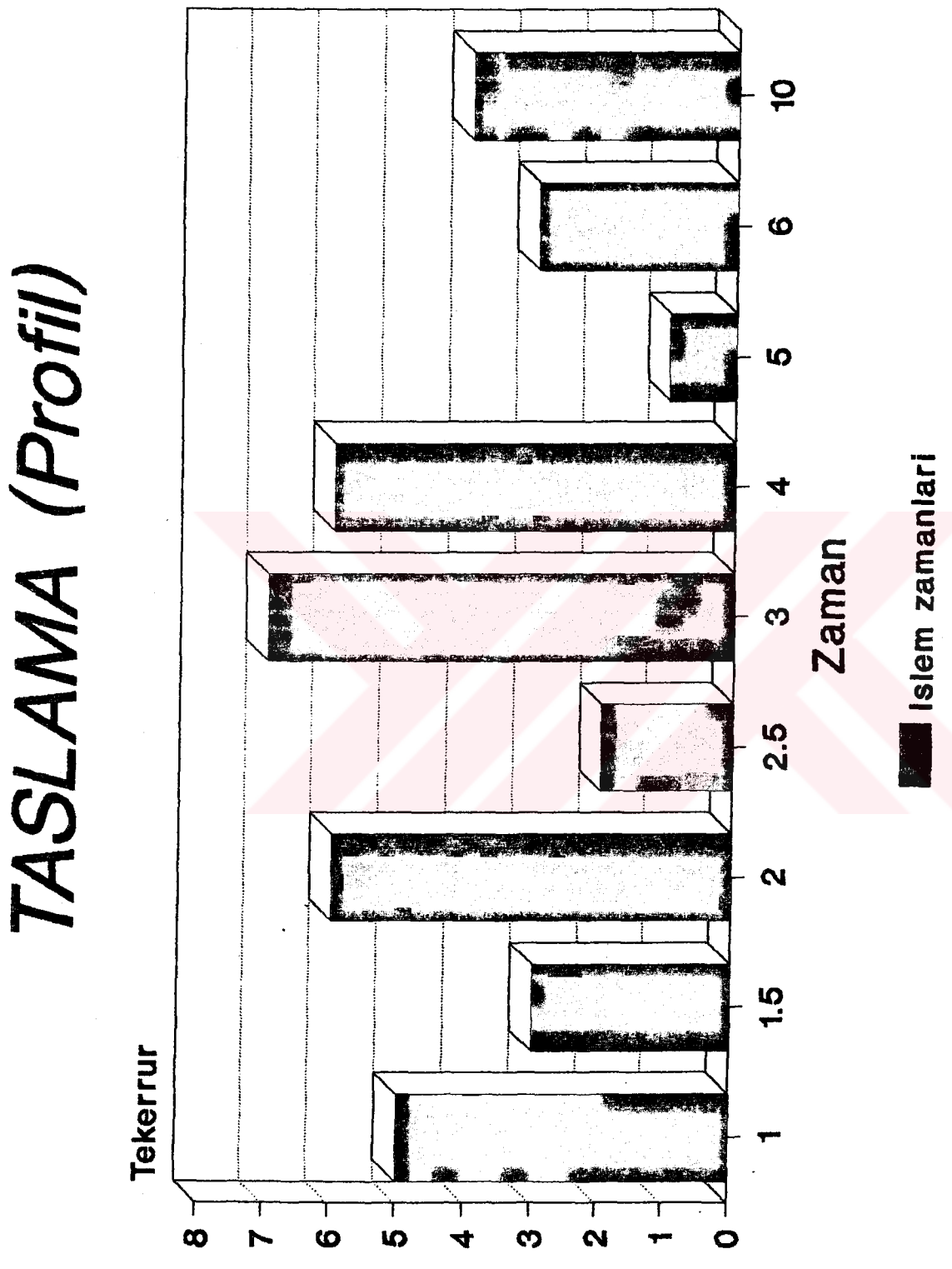

TORNA (CNC)
Tekerrur
14
12
10
8
6
4
2
0
0.31
0.38
0.50
0.63
0.66
0.75
1
1.5
2
3
Zaman
Islem zamanlari

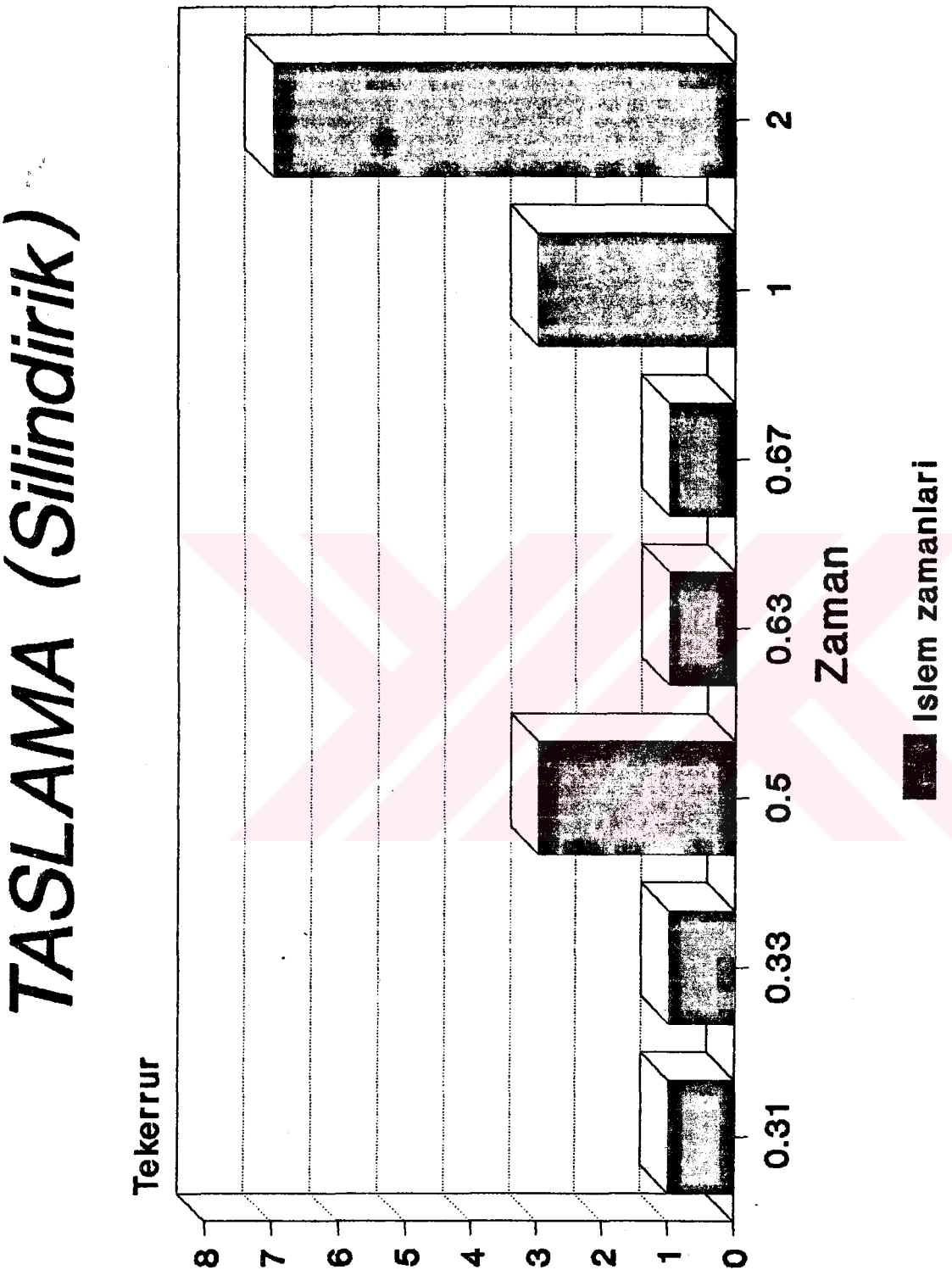

FREZE (Klasik)
Tekerrur
16
14
12
10
8
6
4
2
0
0.5
1
1.5
2
5
Zaman
Islem zamanlari

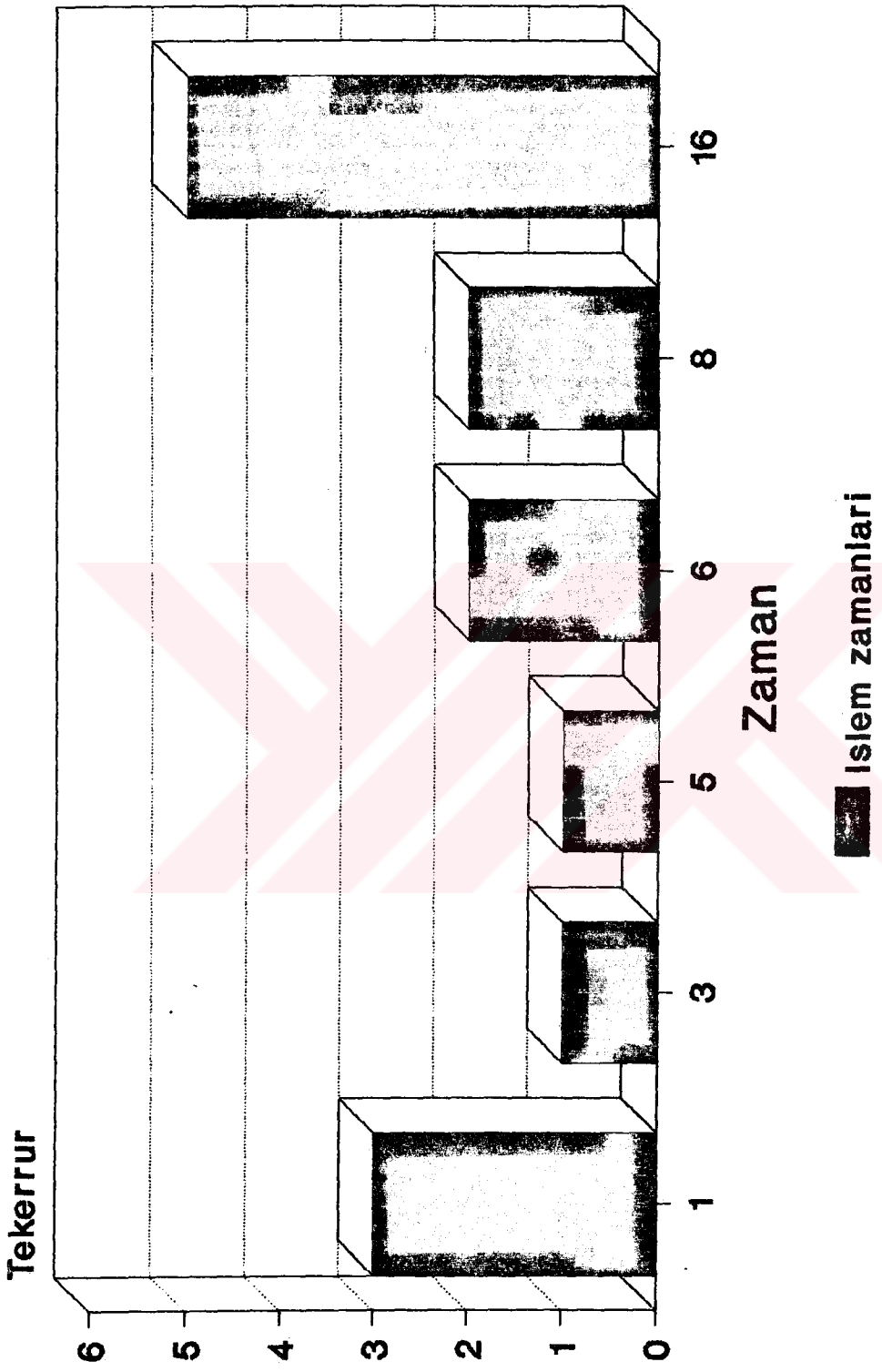

FREZE (NC)
Tekerrur
25
20
15
10
5
0
0.75
1
1.5
2
3
4
5
6
10
16
20
25
Zaman
Islem zamanlari

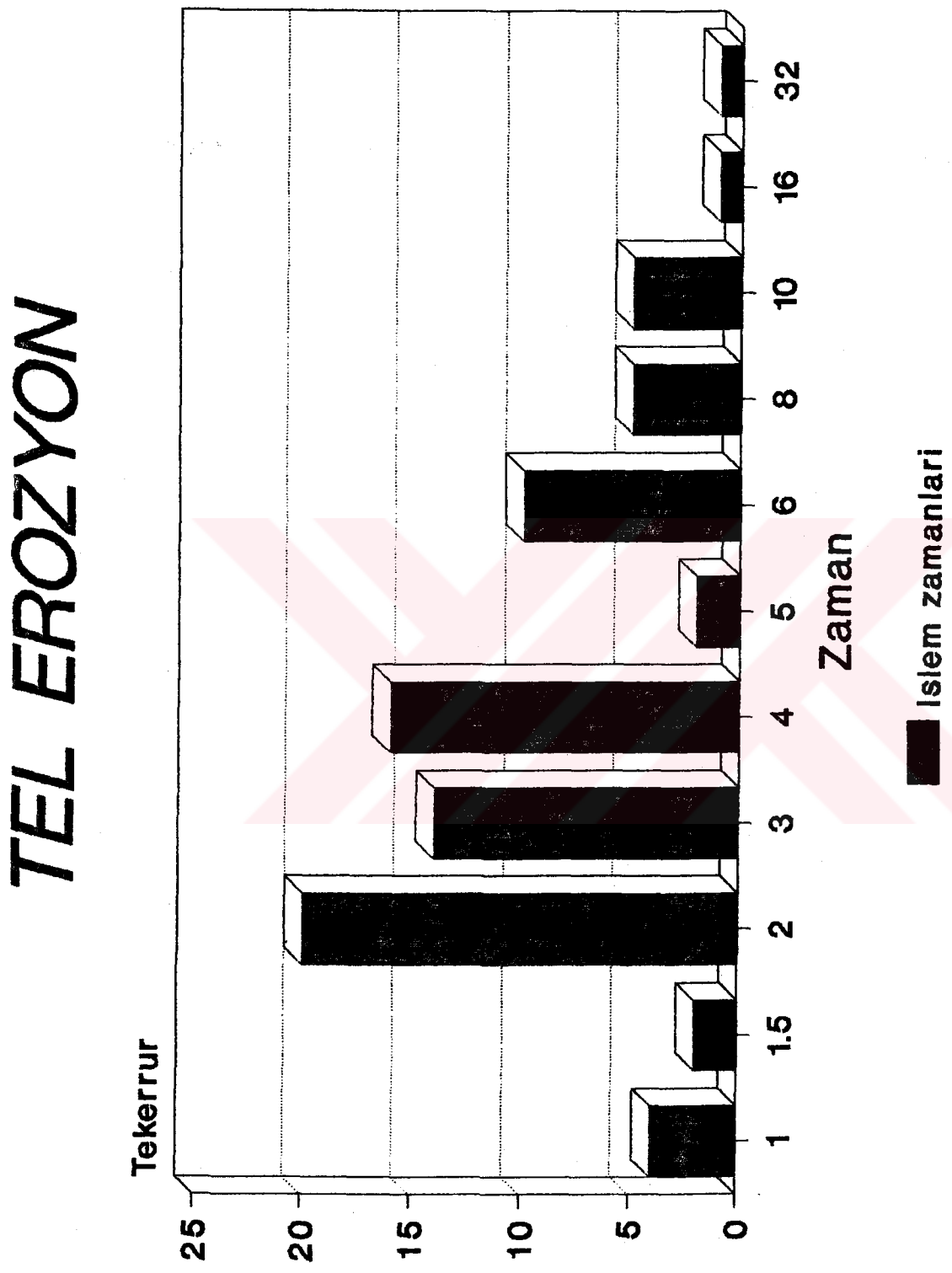

FREZE (CNC)
Tekerrur
0
5
10
15
20
25
30
35
40
0.5 1 1.5 2 2.5 3 4 4.5 5 6 8 9 10 12 14 16 20 24 40
Zaman
Islem zamanlari


TASLAMA (Yuzey)
Tekerrur
80
60
40
20
0
0.125
0.25
0.5
1
1.5
2
2.5
3
4
6
8
Zaman
Islem zamanlari


TASLAMA (Profil)
Tekerrur
0
1
2
3
4
5
6
7
8
Zaman
1
1.5
2
2.5
3
4
5
6
10
Islem zamanlari


TASLAMA (Silindirik)
Tekerrur
8
7
6
5
4
3
2
1
0
0.31
0.33
0.5
0.63
0.67
1
2
Zaman
Islem zamanlari


DALMA EROZYON
Tekerrur
0
1
2
3
4
5
6
1
3
5
6
8
16
Zaman
Islem zamanlari


TEL EROZYON
Tekerrur
25
20
15
10
5
0
1
1.5
2
3
4
5
6
8
10
16
32
Zaman
Islem zamanlari

---------- FREQUENCY DISTRIBUTIONS ----------

ER DATA FOR: C:TORNA LABEL: klasik
ER OF CASES: 82 NUMBER OF VARIABLES: 1

VARIABLE: 1. zaman

TORNA KLASIK

==CLASS LIMITS====			FREQUENCY	PERCENT	....CUMULATIVE... FREQUENCY	PERCENT
.00 <	.45		8	9.76	8	9.76
.45 <	.90		21	25.61	29	35.37
.90 <	1.35		32	39.02	61	74.39
1.35 <	1.80		3	3.66	64	78.05
1.80 <	2.25		13	15.85	77	93.90
2.25 <	2.70		0	.00	77	93.90
2.70 <	3.15		4	4.88	81	98.78
3.15 <	3.60		0	.00	81	98.78
3.60 <	4.05		1	1.22	82	100.00
		TOTAL	82	100.00		

==CLASS LIMITS====			FREQUENCY .....
.00 <	.45	8	|=======
.45 <	.90	21	|==================
.90 <	1.35	32	|==============================
1.35 <	1.80	3	|==
1.80 <	2.25	13	|===========
2.25 <	2.70	0	|
2.70 <	3.15	4	|===
3.15 <	3.60	0	|
3.60 <	4.05	1	|

---------- FREQUENCY DISTRIBUTIONS ----------

DATA FOR: C:TRNA LABEL: CNC
OF CASES: 138 NUMBER OF VARIABLES: 1

VARIABLE: 1. ZAMAN

TORNA CNC

=CLASS LIMITS====		FREQUENCY	PERCENT	....CUMULATIVE... FREQUENCY	PERCENT
.00 <	.55	51	36.96	51	36.96
.55 <	1.10	64	46.38	115	83.33
1.10 <	1.65	4	2.90	119	86.23
1.65 <	2.20	13	9.42	132	95.65
2.20 <	2.75	0	.00	132	95.65
2.75 <	3.30	3	2.17	135	97.83
3.30 <	3.85	0	.00	135	97.83
3.85 <	4.40	1	.72	136	98.55
4.40 <	4.95	0	.00	136	98.55
4.95 <	5.50	0	.00	136	98.55
5.50 <	6.05	2	1.45	138	100.00
	TOTAL	138	100.00		

=CLASS LIMITS====		FREQUENCY	.....
.00 <	.55	51	|==========
.55 <	1.10	64	|==============
1.10 <	1.65	4	|=
1.65 <	2.20	13	|=====
2.20 <	2.75	0	|
2.75 <	3.30	3	|=
3.30 <	3.85	0	|
3.85 <	4.40	1	|
4.40 <	4.95	0	|
4.95 <	5.50	0	|
5.50 <	6.05	2	|

---------- FREQUENCY DISTRIBUTIONS ----------

HEADER DATA FOR: C:FREZE LABEL: KLASIK
NUMBER OF CASES: 22 NUMBER OF VARIABLES: 1

VARIABLE: 1. ZAMAN

FREZE KLASIK

=====CLASS LIMITS====			FREQUENCY	PERCENT	....CUMULATIVE... FREQUENCY	PERCENT
.00	<	1.50	7	31.82	7	31.82
1.50	<	3.00	14	63.64	21	95.45
3.00	<	4.50	0	.00	21	95.45
4.50	<	6.00	1	4.55	22	100.00
		TOTAL	22	100.00		

=====CLASS LIMITS====			FREQUENCY	.....
.00	<	1.50	7	|==========
1.50	<	3.00	14	|==========
3.00	<	4.50	0	|
4.50	<	6.00	1	|==

---------- FREQUENCY DISTRIBUTIONS ----------

HEADER DATA FOR: C:FREZ LABEL: nc
NUMBER OF CASES: 91 NUMBER OF VARIABLES: 1

VARIABLE: 1. zaman

FREZE NC

=====CLASS LIMITS====			FREQUENCY	PERCENT	....CUMULATIVE... FREQUENCY	PERCENT
.00	<	1.85	19	20.88	19	20.88
1.85	<	3.70	45	49.45	64	70.33
3.70	<	5.55	19	20.88	83	91.21
5.55	<	7.40	1	1.10	84	92.31
7.40	<	9.25	0	.00	84	92.31
9.25	<	11.10	5	5.49	89	97.80
11.10	<	12.95	0	.00	89	97.80
12.95	<	14.80	0	.00	89	97.80
14.80	<	16.65	2	2.20	91	100.00
		TOTAL	91	100.00		

=====CLASS LIMITS====			FREQUENCY	.....
.00	<	1.85	19	|==========
1.85	<	3.70	45	|==========
3.70	<	5.55	19	|==========
5.55	<	7.40	1	|
7.40	<	9.25	0	|
9.25	<	11.10	5	|===
11.10	<	12.95	0	|
12.95	<	14.80	0	|
14.80	<	16.65	2	|=

---------- FREQUENCY DISTRIBUTIONS ----------

HEADER DATA FOR: C:FRE LABEL: CNC
NUMBER OF CASES: 375 NUMBER OF VARIABLES: 1

VARIABLE: 1. ZAMAN

FREZE CNC

=====CLASS LIMITS====			FREQUENCY	PERCENT	....CUMULATIVE... FREQUENCY	PERCENT
.00	<	3.00	147	39.20	147	39.20
3.00	<	6.00	124	33.07	271	72.27
6.00	<	9.00	53	14.13	324	86.40
9.00	<	12.00	27	7.20	351	93.60
12.00	<	15.00	18	4.80	369	98.40
15.00	<	18.00	2	.53	371	98.93
18.00	<	21.00	1	.27	372	99.20
21.00	<	24.00	0	.00	372	99.20
24.00	<	27.00	2	.53	374	99.73
27.00	<	30.00	0	.00	374	99.73
30.00	<	33.00	0	.00	374	99.73
33.00	<	36.00	0	.00	374	99.73
36.00	<	39.00	0	.00	374	99.73
39.00	<	42.00	1	.27	375	100.00
		TOTAL	375	100.00		

=====CLASS LIMITS====			FREQUENCY	.....
.00	<	3.00	147	|==========
3.00	<	6.00	124	|=========
6.00	<	9.00	53	|==========
9.00	<	12.00	27	|=====
12.00	<	15.00	18	|===
15.00	<	18.00	2	|
18.00	<	21.00	1	|
21.00	<	24.00	0	|
24.00	<	27.00	2	|
27.00	<	30.00	0	|
30.00	<	33.00	0	|
33.00	<	36.00	0	|
36.00	<	39.00	0	|
39.00	<	42.00	1	|

---------- FREQUENCY DISTRIBUTIONS ----------

EADER DATA FOR: C:FRE LABEL: CNC
UMBER OF CASES: 375 NUMBER OF VARIABLES: 1

VARIABLE: 1. ZAMAN

FREZE CNC

=====CLASS LIMITS====			FREQUENCY	PERCENT	....CUMULATIVE... FREQUENCY	PERCENT
.00	<	3.00	147	39.20	147	39.20
3.00	<	6.00	124	33.07	271	72.27
6.00	<	9.00	53	14.13	324	86.40
9.00	<	12.00	27	7.20	351	93.60
12.00	<	15.00	18	4.80	369	98.40
15.00	<	18.00	2	.53	371	98.93
18.00	<	21.00	1	.27	372	99.20
21.00	<	24.00	0	.00	372	99.20
24.00	<	27.00	2	.53	374	99.73
27.00	<	30.00	0	.00	374	99.73
30.00	<	33.00	0	.00	374	99.73
33.00	<	36.00	0	.00	374	99.73
36.00	<	39.00	0	.00	374	99.73
39.00	<	42.00	1	.27	375	100.00
		TOTAL	375	100.00		

=====CLASS LIMITS====			FREQUENCY	.....
.00	<	3.00	147	|==========
3.00	<	6.00	124	|=========
6.00	<	9.00	53	|==========
9.00	<	12.00	27	|=====
12.00	<	15.00	18	|===
15.00	<	18.00	2	|
18.00	<	21.00	1	|
21.00	<	24.00	0	|
24.00	<	27.00	2	|
27.00	<	30.00	0	|
30.00	<	33.00	0	|
33.00	<	36.00	0	|
36.00	<	39.00	0	|
39.00	<	42.00	1	|

---------- FREQUENCY DISTRIBUTIONS ----------

EADER DATA FOR: C:TAS LABEL: YUZEY
JMBER OF CASES: 352 NUMBER OF VARIABLES: 1

VARIABLE: 1. ZAMAN

TASLAMA YUZEY

=====CLASS LIMITS====			FREQUENCY	PERCENT	....CUMULATIVE... FREQUENCY	PERCENT
.00	<	.85	24	6.82	24	6.82
.85	<	1.70	59	16.76	83	23.58
1.70	<	2.55	116	32.95	199	56.53
2.55	<	3.40	113	32.10	312	88.64
3.40	<	4.25	35	9.94	347	98.58
4.25	<	5.10	2	.57	349	99.15
5.10	<	5.95	0	.00	349	99.15
5.95	<	6.80	2	.57	351	99.72
6.80	<	7.65	0	.00	351	99.72
7.65	<	8.50	1	.28	352	100.00
		TOTAL	352	100.00		

=====CLASS LIMITS====			FREQUENCY	.....
.00	<	.85	24	|======
.85	<	1.70	59	|==============
1.70	<	2.55	116	|==============================
2.55	<	3.40	113	|=============================
3.40	<	4.25	35	|========
4.25	<	5.10	2	|
5.10	<	5.95	0	|
5.95	<	6.80	2	|
6.80	<	7.65	0	|
7.65	<	8.50	1	|

---------- FREQUENCY DISTRIBUTIONS ----------

HEADER DATA FOR: C:T LABEL: silin
NUMBER OF CASES: 25 NUMBER OF VARIABLES: 1

VARIABLE: 1. zaman

taslama silindirik

=====CLASS LIMITS====			FREQUENCY	PERCENT	....CUMULATIVE... FREQUENCY	PERCENT
.00	<	1.00	10	40.00	10	40.00
1.00	<	2.00	6	24.00	16	64.00
2.00	<	3.00	8	32.00	24	96.00
3.00	<	4.00	0	.00	24	96.00
4.00	<	5.00	1	4.00	25	100.00
		TOTAL	25	100.00		

=====CLASS LIMITS====			FREQUENCY	.....
.00	<	1.00	10	|==========
1.00	<	2.00	6	|======
2.00	<	3.00	8	|========
3.00	<	4.00	0	|
4.00	<	5.00	1	|==

---------- FREQUENCY DISTRIBUTIONS ----------

HEADER DATA FOR: C:TASLAMA LABEL: PROFIL
NUMBER OF CASES: 48 NUMBER OF VARIABLES: 1

VARIABLE: 1. ZAMAN

TASLAMA PROFIL

=====CLASS LIMITS====			FREQUENCY	PERCENT	....CUMULATIVE... FREQUENCY	PERCENT
.00	<	1.00	0	.00	0	.00
1.00	<	2.00	14	29.17	14	29.17
2.00	<	3.00	8	16.67	22	45.83
3.00	<	4.00	11	22.92	33	68.75
4.00	<	5.00	7	14.58	40	83.33
5.00	<	6.00	1	2.08	41	85.42
6.00	<	7.00	3	6.25	44	91.67
7.00	<	8.00	0	.00	44	91.67
8.00	<	9.00	0	.00	44	91.67
9.00	<	10.00	0	.00	44	91.67
10.00	<	11.00	4	8.33	48	100.00
		TOTAL	48	100.00		

=====CLASS LIMITS====			FREQUENCY	.....
.00	<	1.00	0	¦
1.00	<	2.00	14	¦==============================
2.00	<	3.00	8	¦================
3.00	<	4.00	11	¦======================
4.00	<	5.00	7	¦==============
5.00	<	6.00	1	¦==
6.00	<	7.00	3	¦======
7.00	<	8.00	0	¦
8.00	<	9.00	0	¦
9.00	<	10.00	0	¦
10.00	<	11.00	4	¦========

---------- FREQUENCY DISTRIBUTIONS ----------

HEADER DATA FOR: C:ER LABEL: dalma
NUMBER OF CASES: 17 NUMBER OF VARIABLES: 1

VARIABLE: 1. zaman

dalma erozyon

=====CLASS LIMITS====			FREQUENCY	PERCENT	....CUMULATIVE... FREQUENCY	PERCENT
.00	<	3.50	5	29.41	5	29.41
3.50	<	7.00	6	35.29	11	64.71
7.00	<	10.50	2	11.76	13	76.47
10.50	<	14.00	0	.00	13	76.47
14.00	<	17.50	4	23.53	17	100.00
		TOTAL	17	100.00		

=====CLASS LIMITS====			FREQUENCY	.....
.00	<	3.50	5	|==========
3.50	<	7.00	6	|============
7.00	<	10.50	2	|====
10.50	<	14.00	0	|
14.00	<	17.50	4	|========

---------- FREQUENCY DISTRIBUTIONS ----------

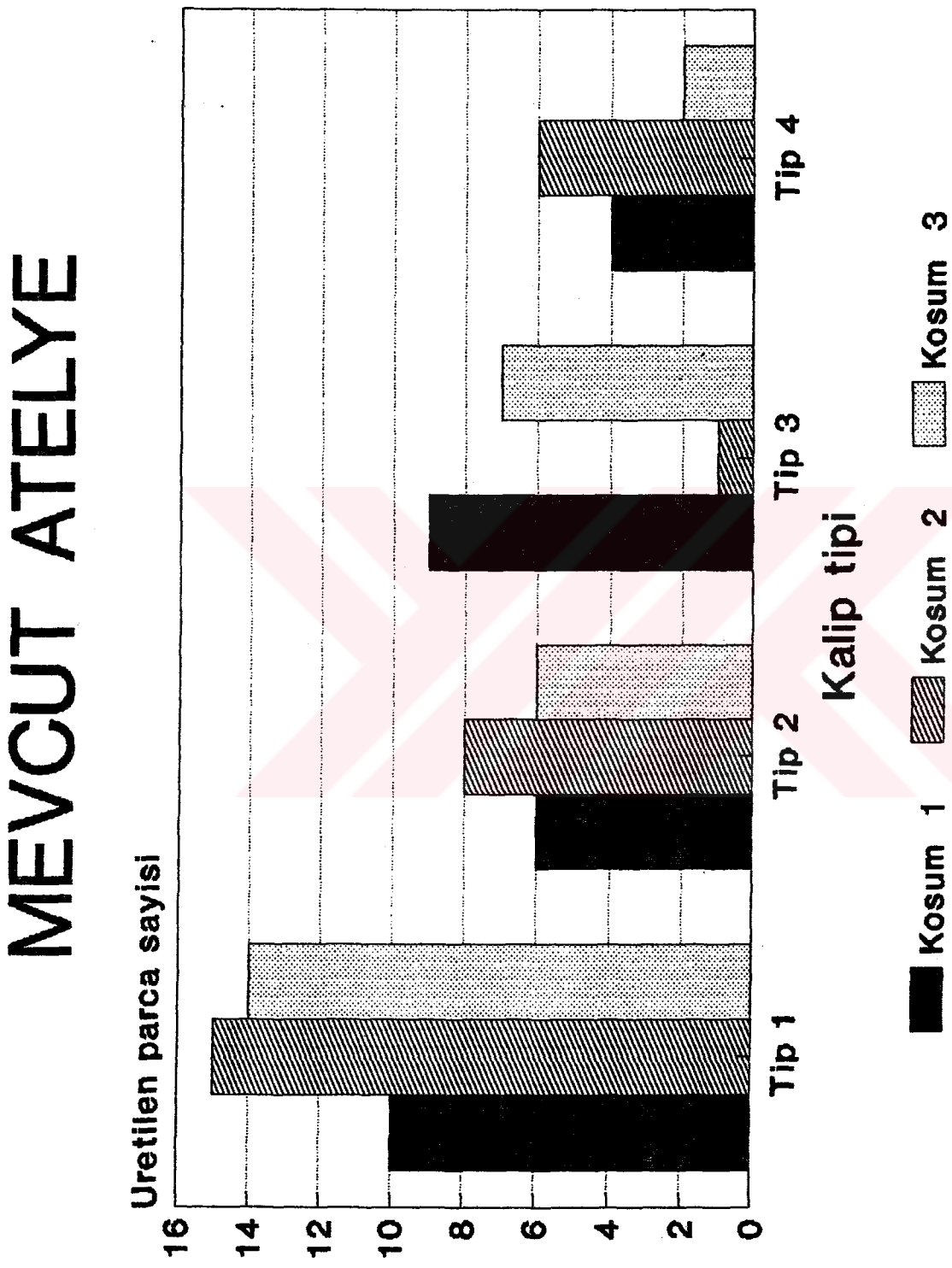
HEADER DATA FOR: C:EROZ LABEL: tel
NUMBER OF CASES: 159 NUMBER OF VARIABLES: 1

VARIABLE: 1. zaman

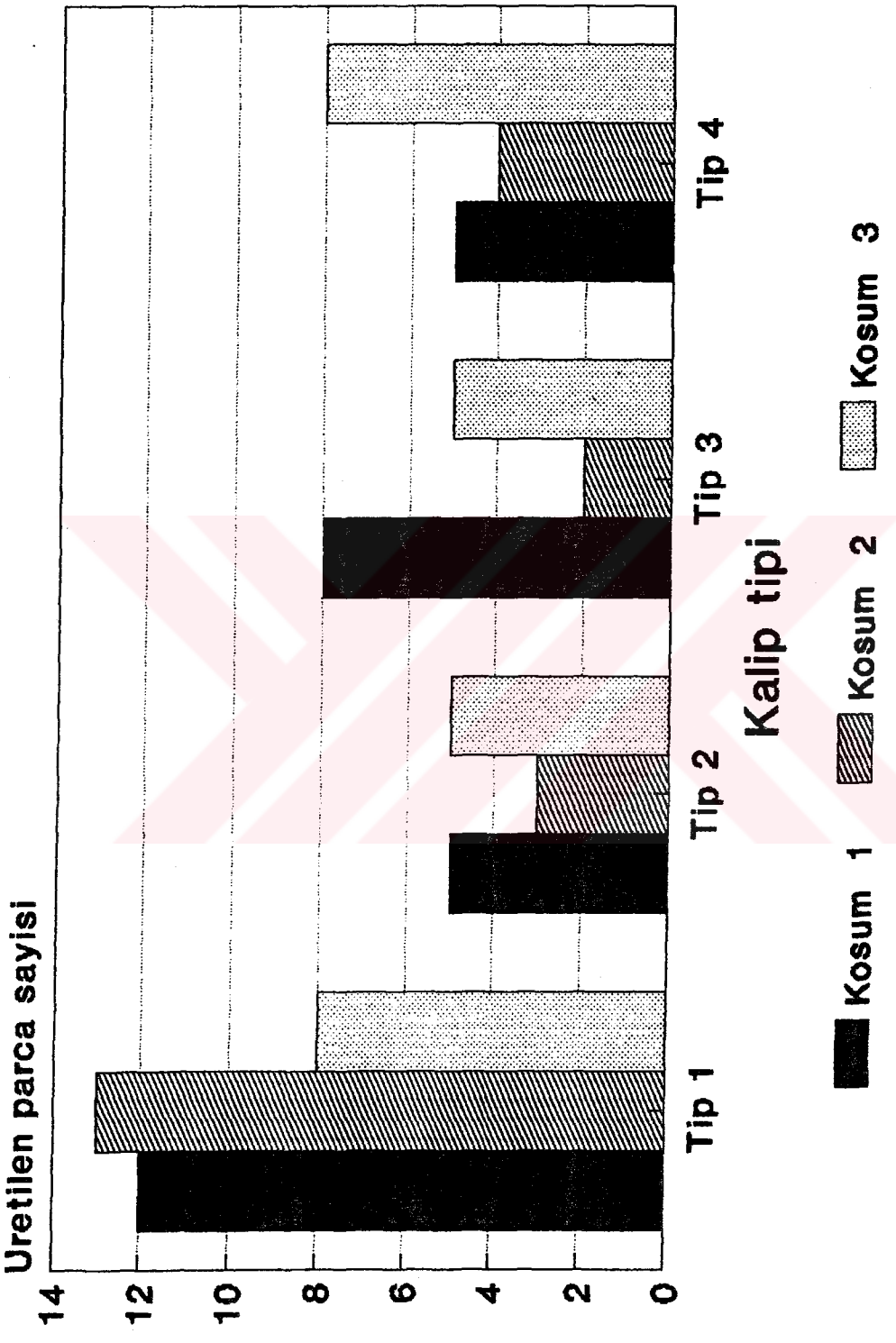
ttlerozyon

=====CLASS LIMITS====	FREQUENCY	PERCENT	....CUMULATIVE... FREQUENCY	PERCENT
.00 < 6.00	101	63.52	101	63.52
6.00 < 12.00	46	28.93	147	92.45
12.00 < 18.00	2	1.26	149	93.71
18.00 < 24.00	2	1.26	151	94.97
24.00 < 30.00	5	3.14	156	98.11
30.00 < 36.00	2	1.26	158	99.37
36.00 < 42.00	1	.63	159	100.00
TOTAL	159	100.00		

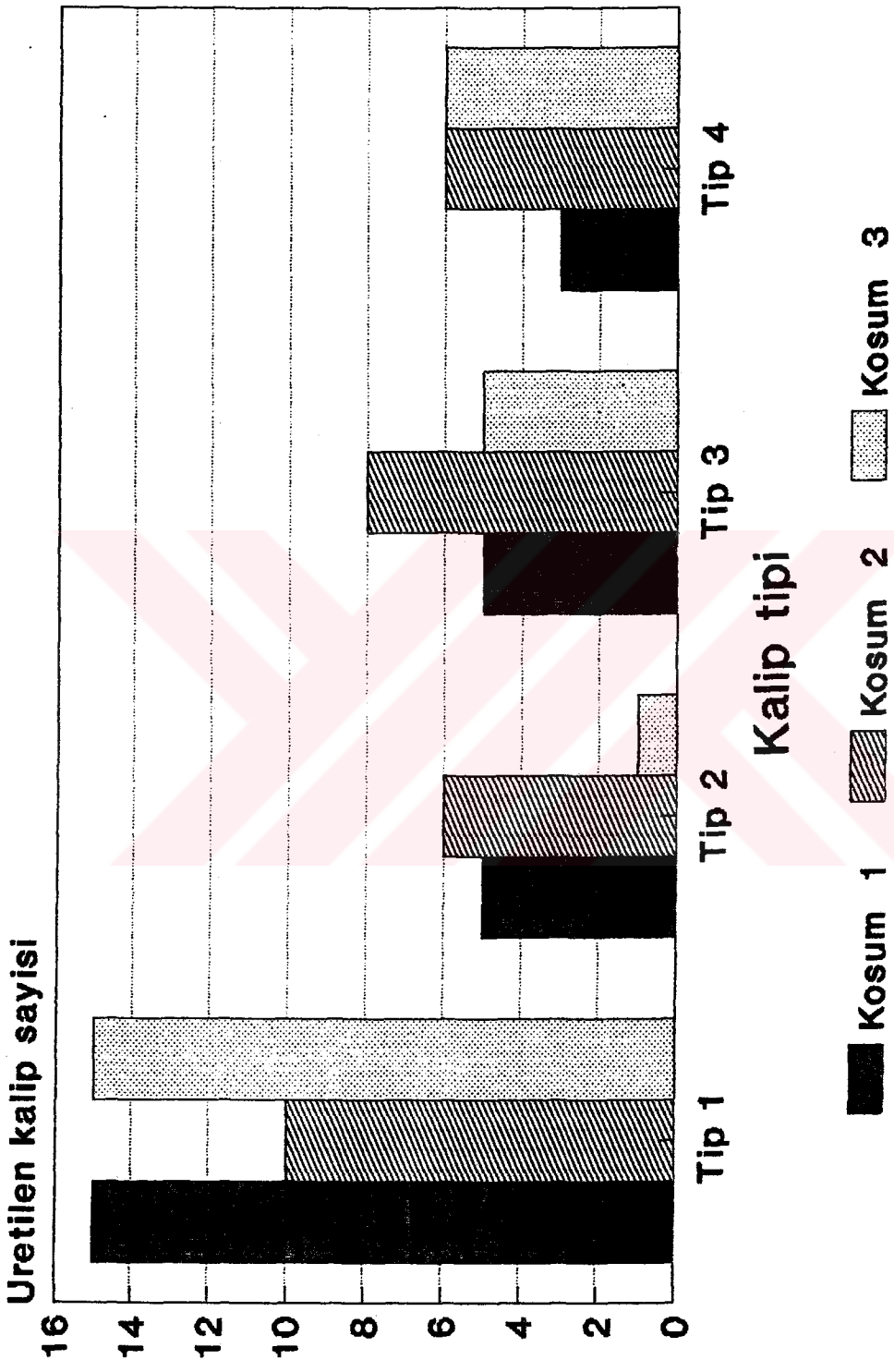
=====CLASS LIMITS====	FREQUENCY	.....
.00 < 6.00	101	¦==========
6.00 < 12.00	46	¦==========
12.00 < 18.00	2	¦
18.00 < 24.00	2	¦
24.00 < 30.00	5	¦=
30.00 < 36.00	2	¦
36.00 < 42.00	1	¦


MEVCUT ATELYE
Uretilen parca sayisi
16
14
12
10
8
6
4
2
0
Tip 1
Tip 2
Tip 3
Tip 4
Kalip tipi
Kosum 1
Kosum 2
Kosum 3

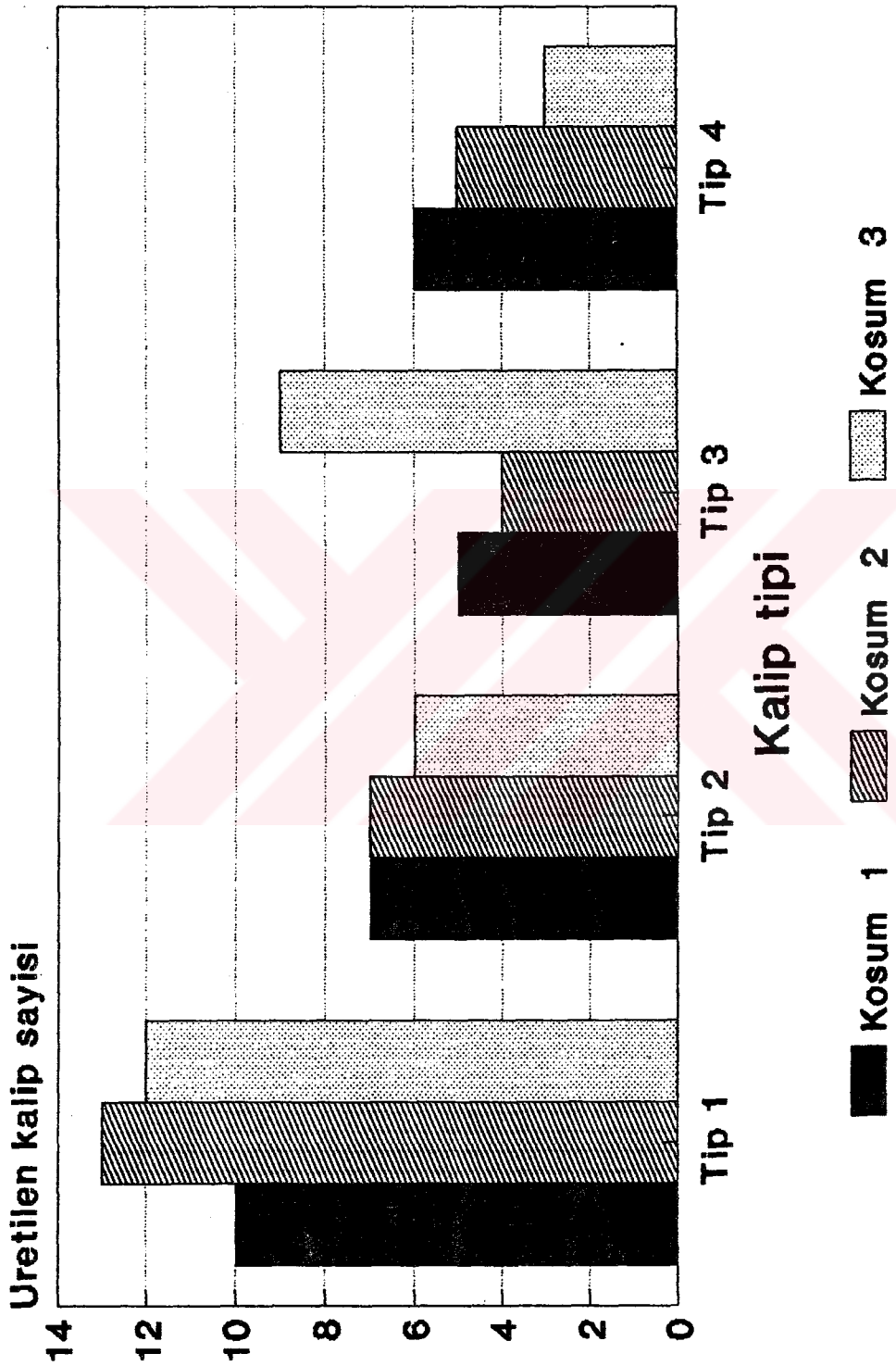
ALTERNATIF 1



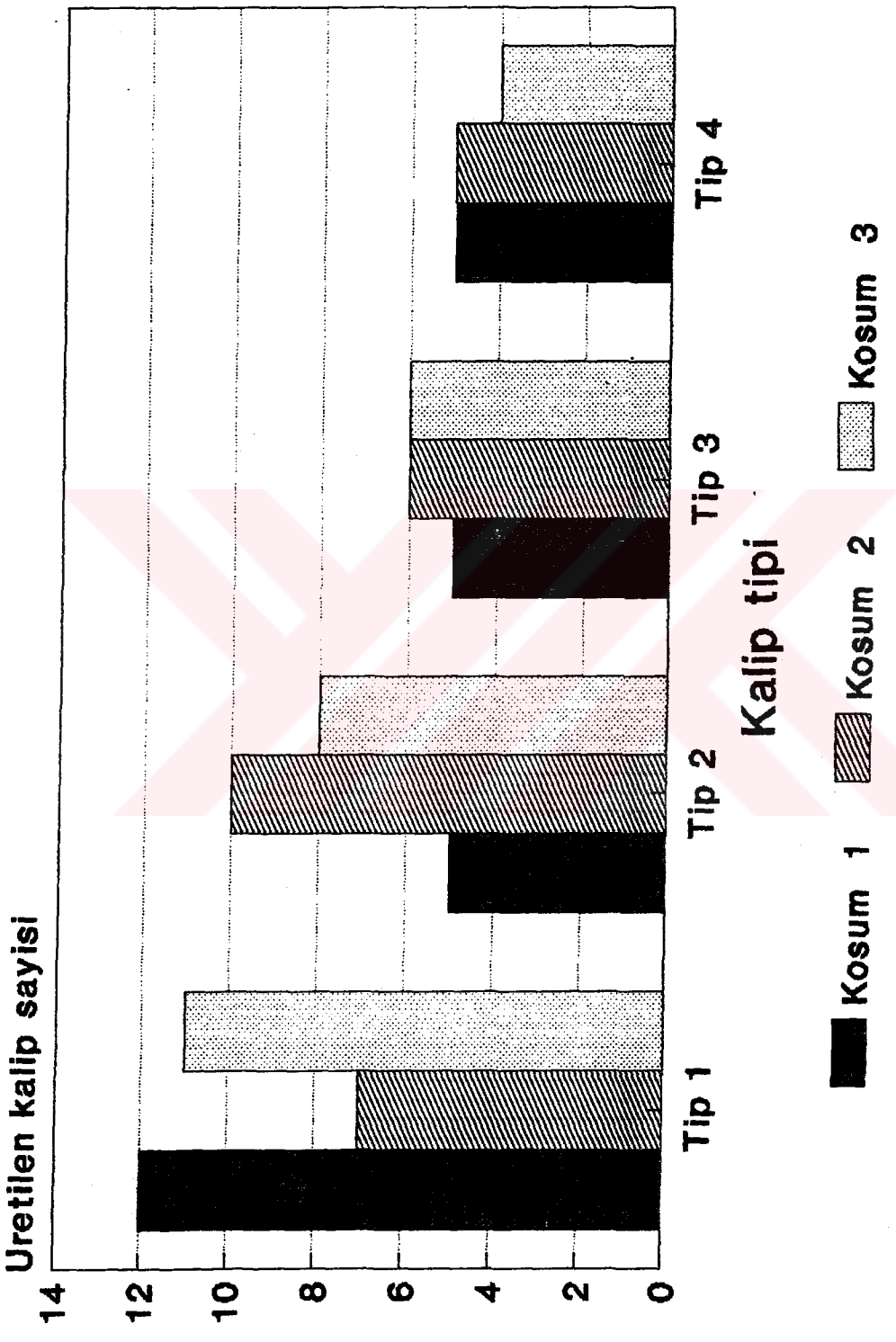
ALTERNATIF 2



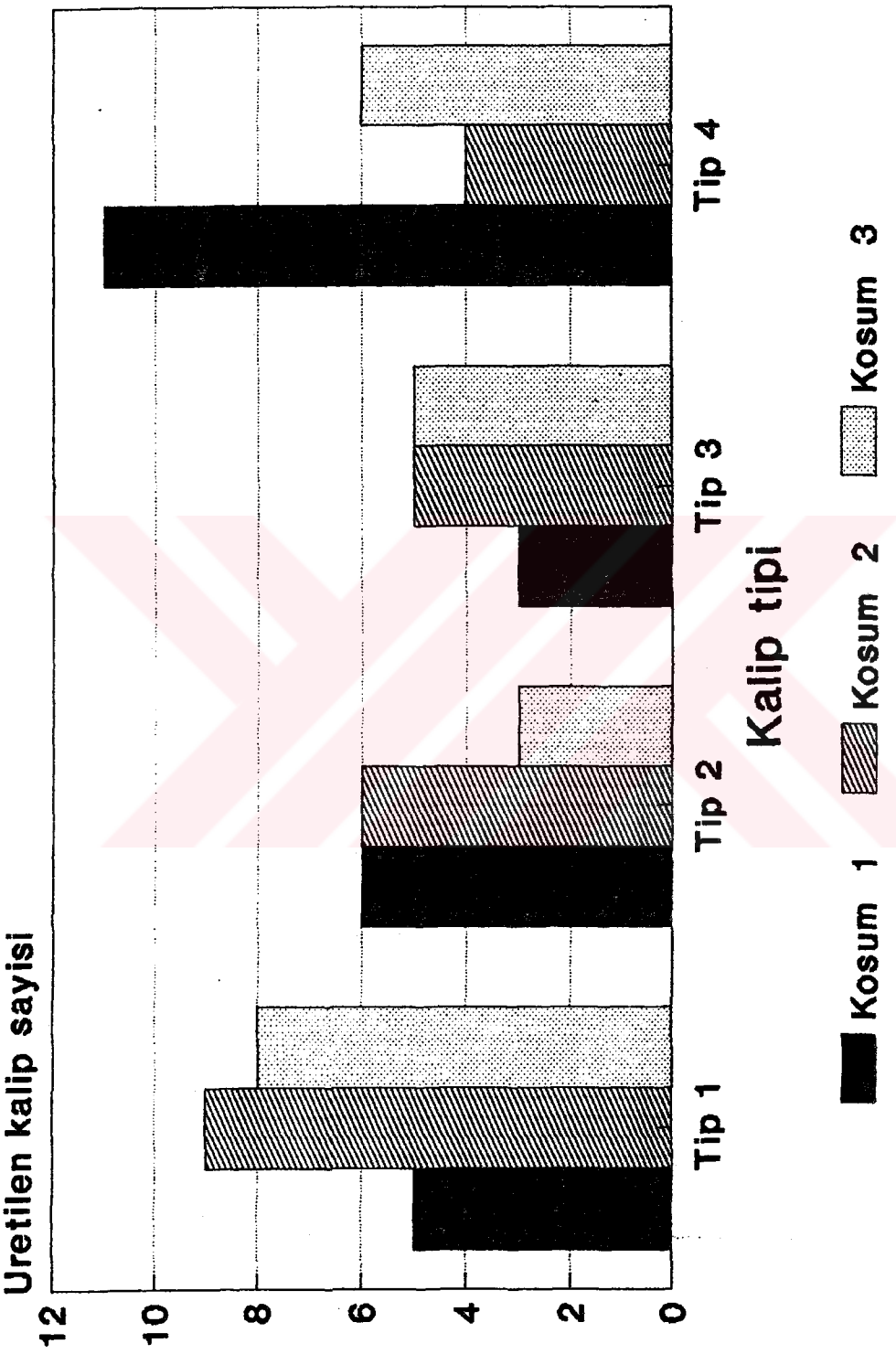
ALTERNATIF 3



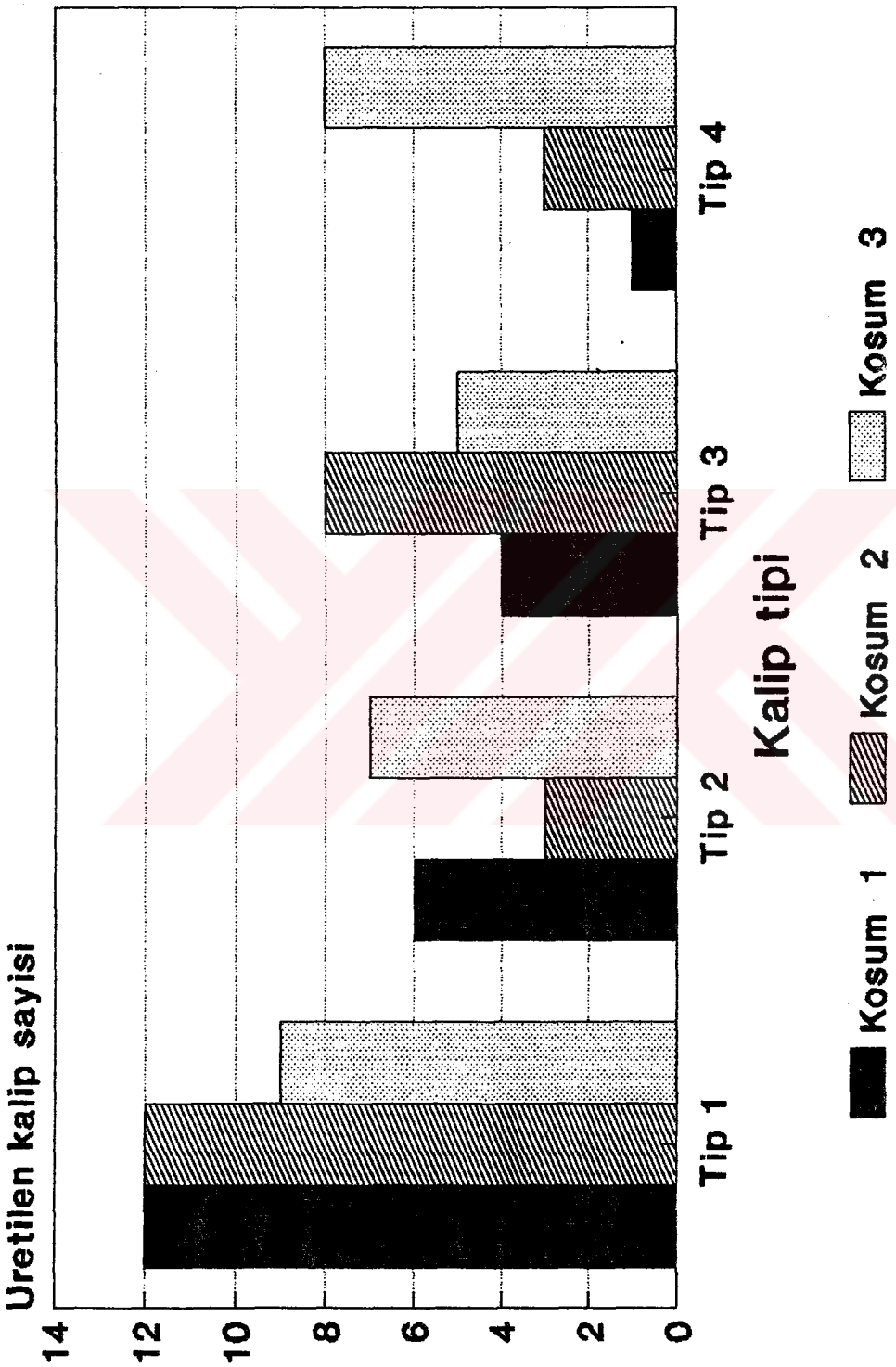
ALTERNATIF 4



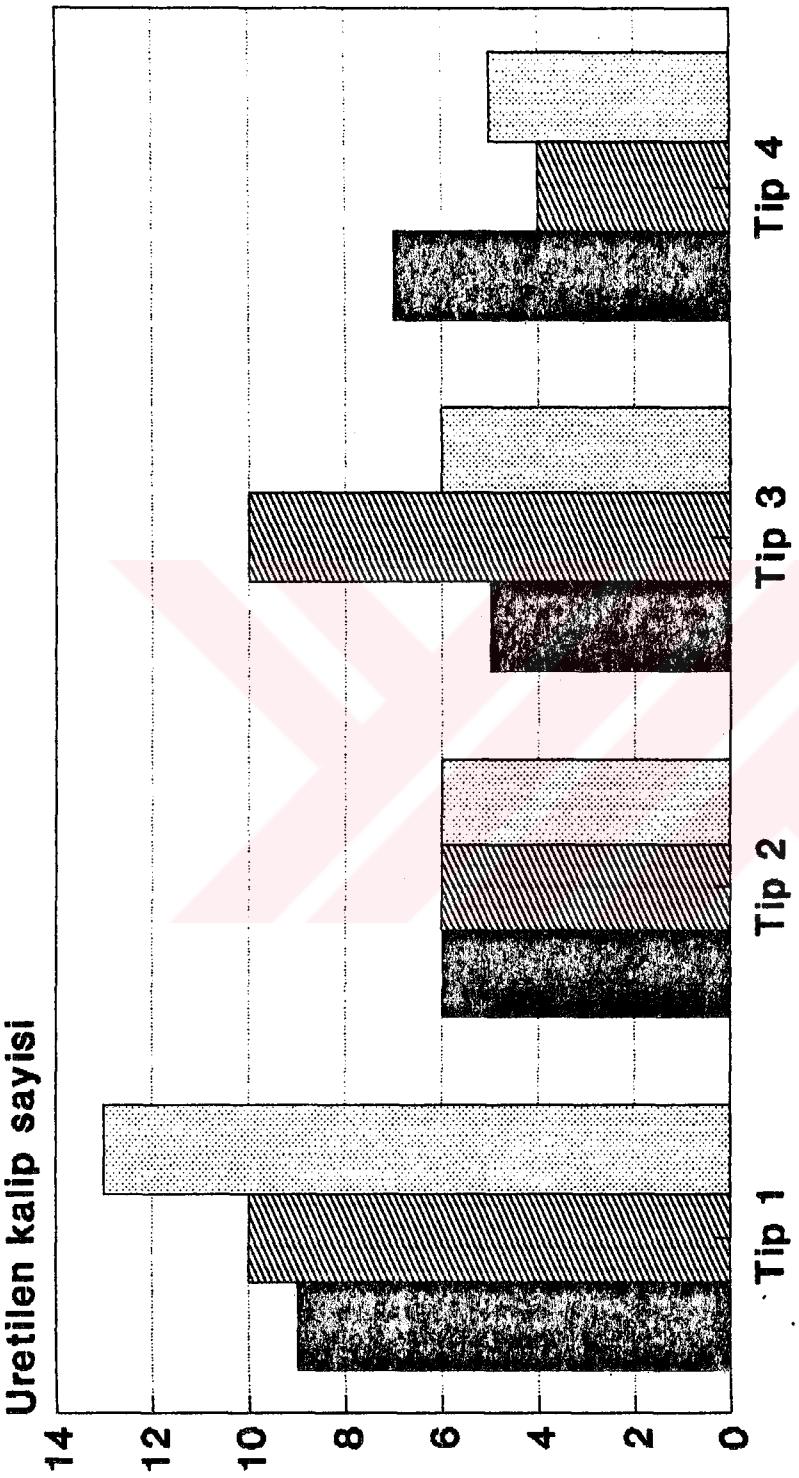
ALTERNATIF 5



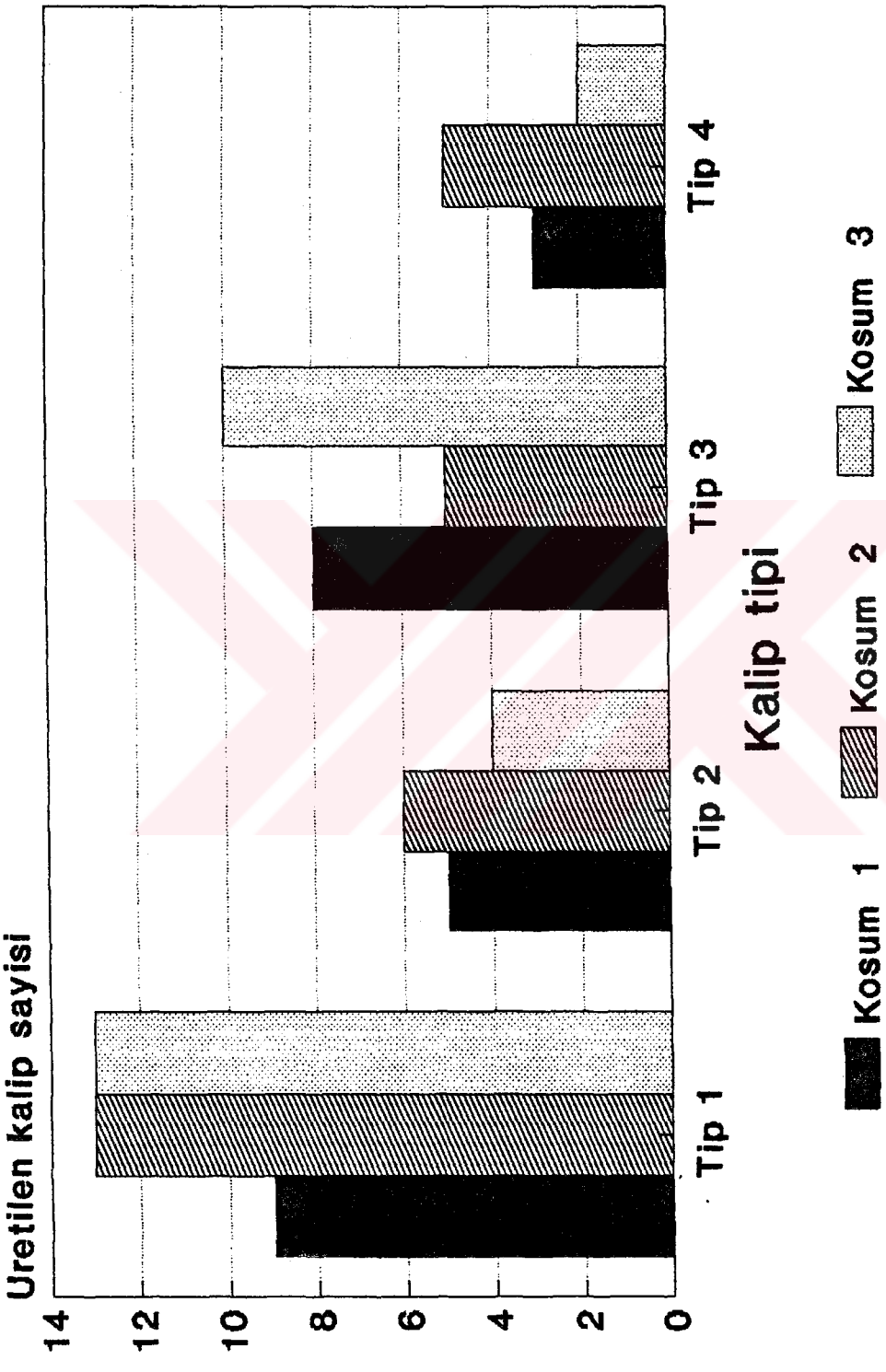
ALTERNATIF 6



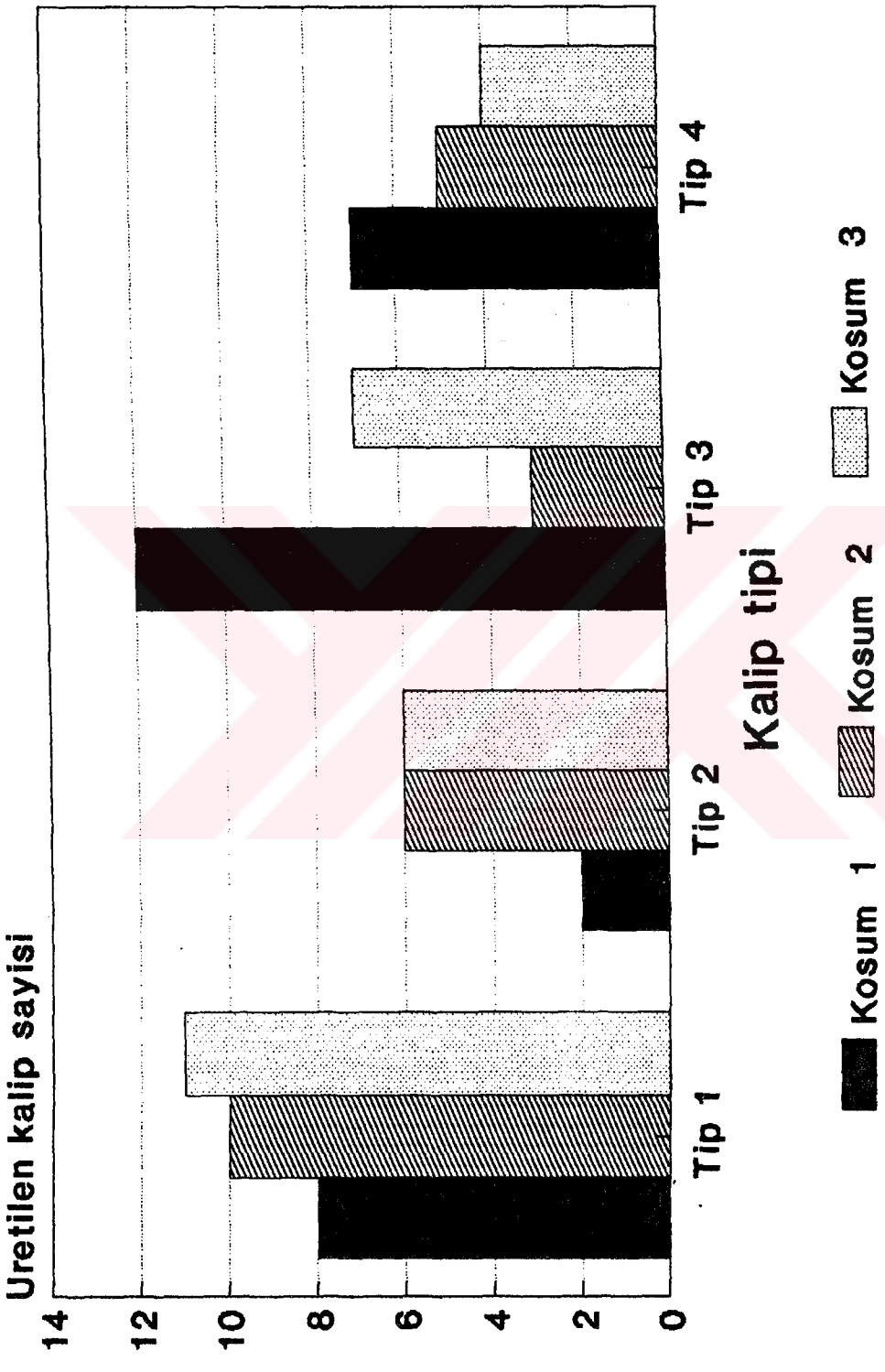
ALTERNATIF 7



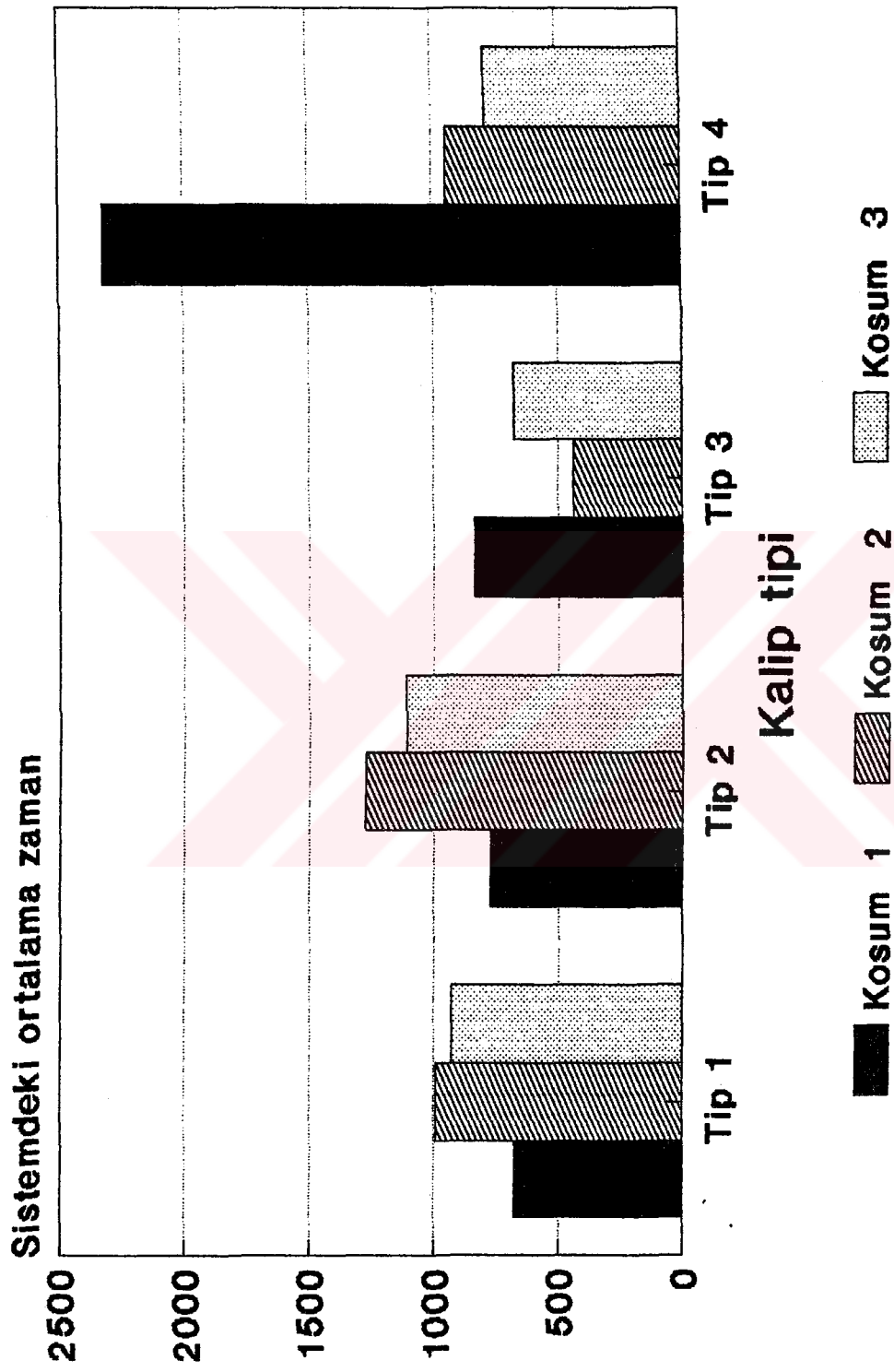
ALTERNATIF 8



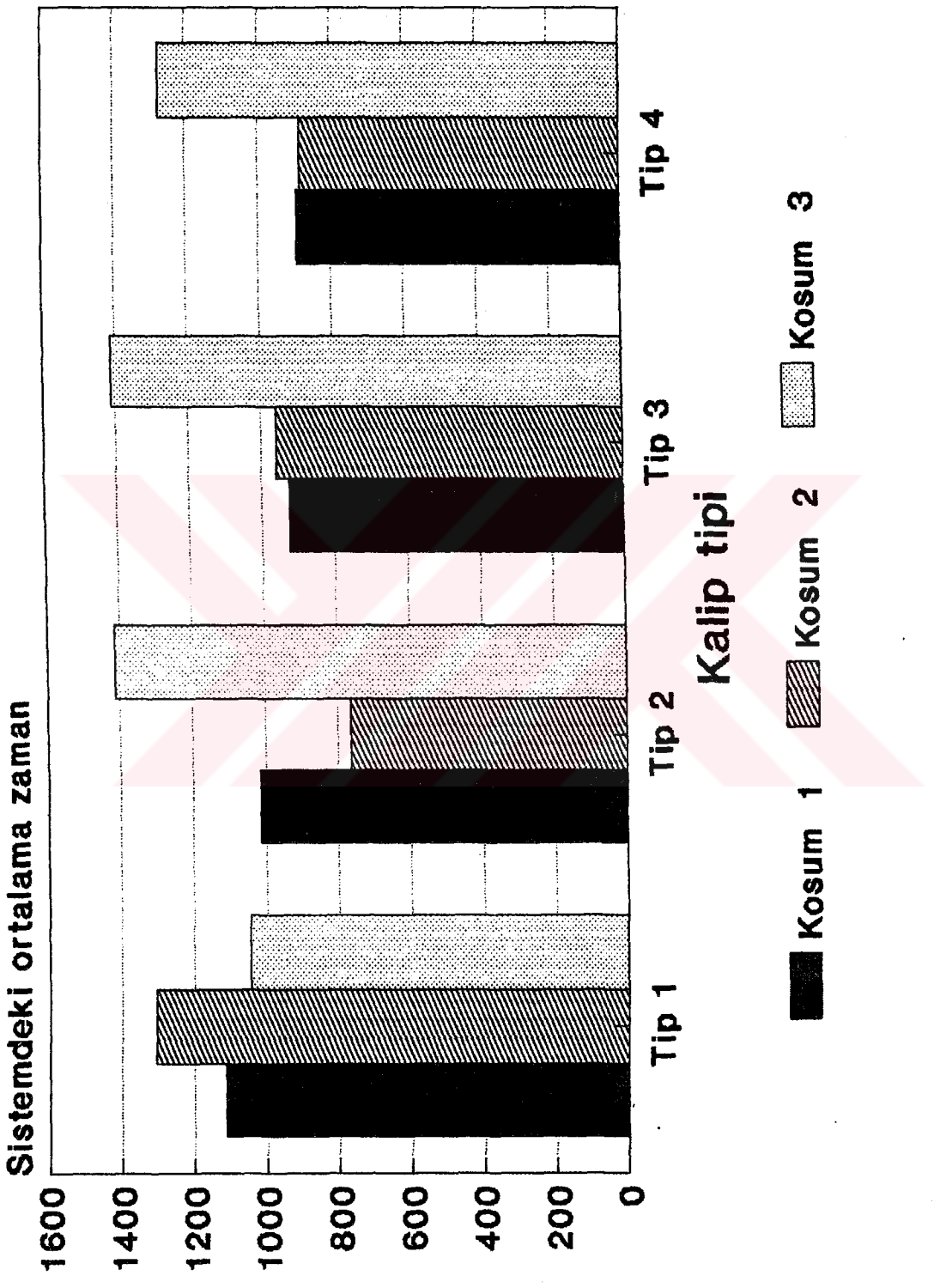
ALTERNATIF 9



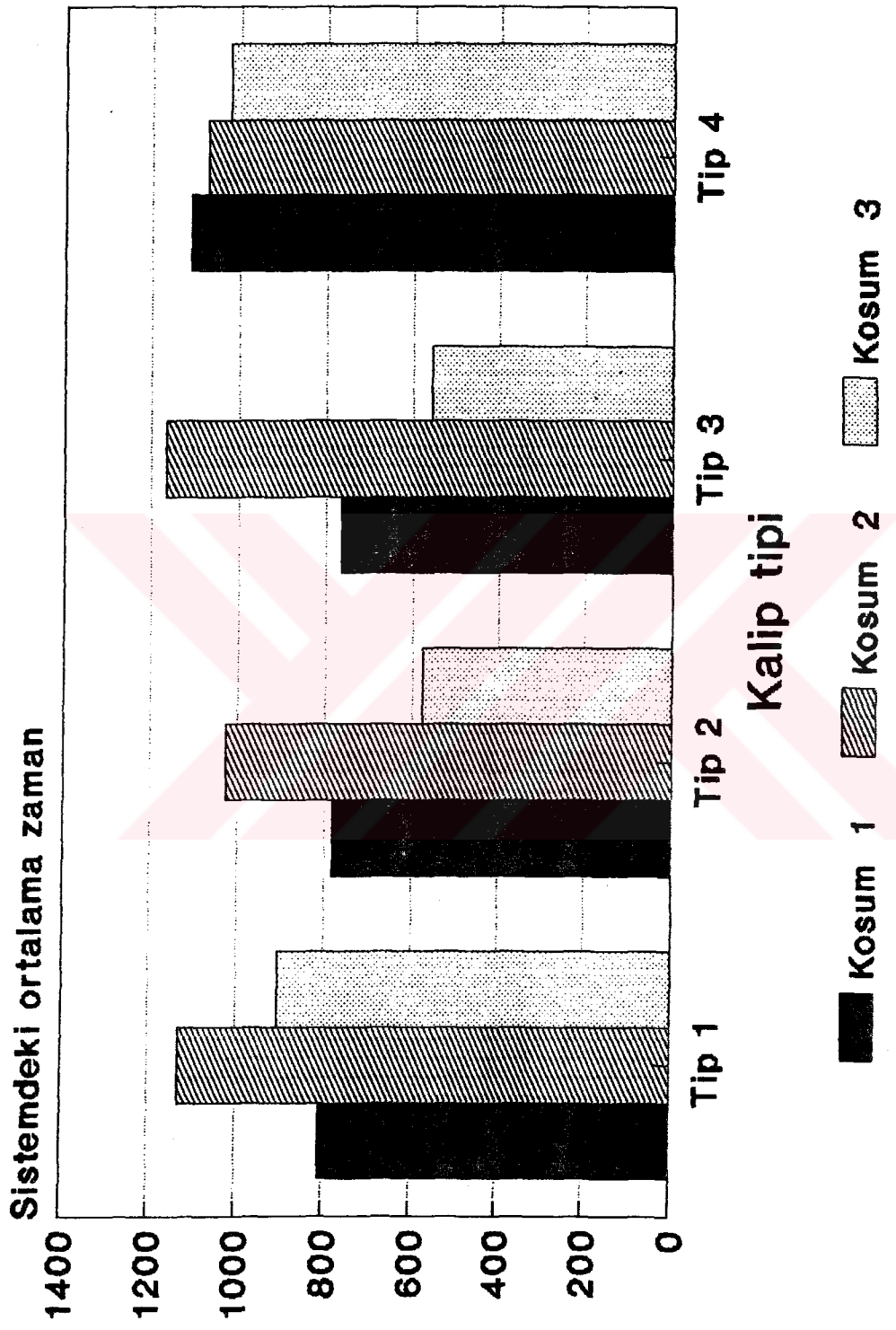
MEVCUT ATELYE



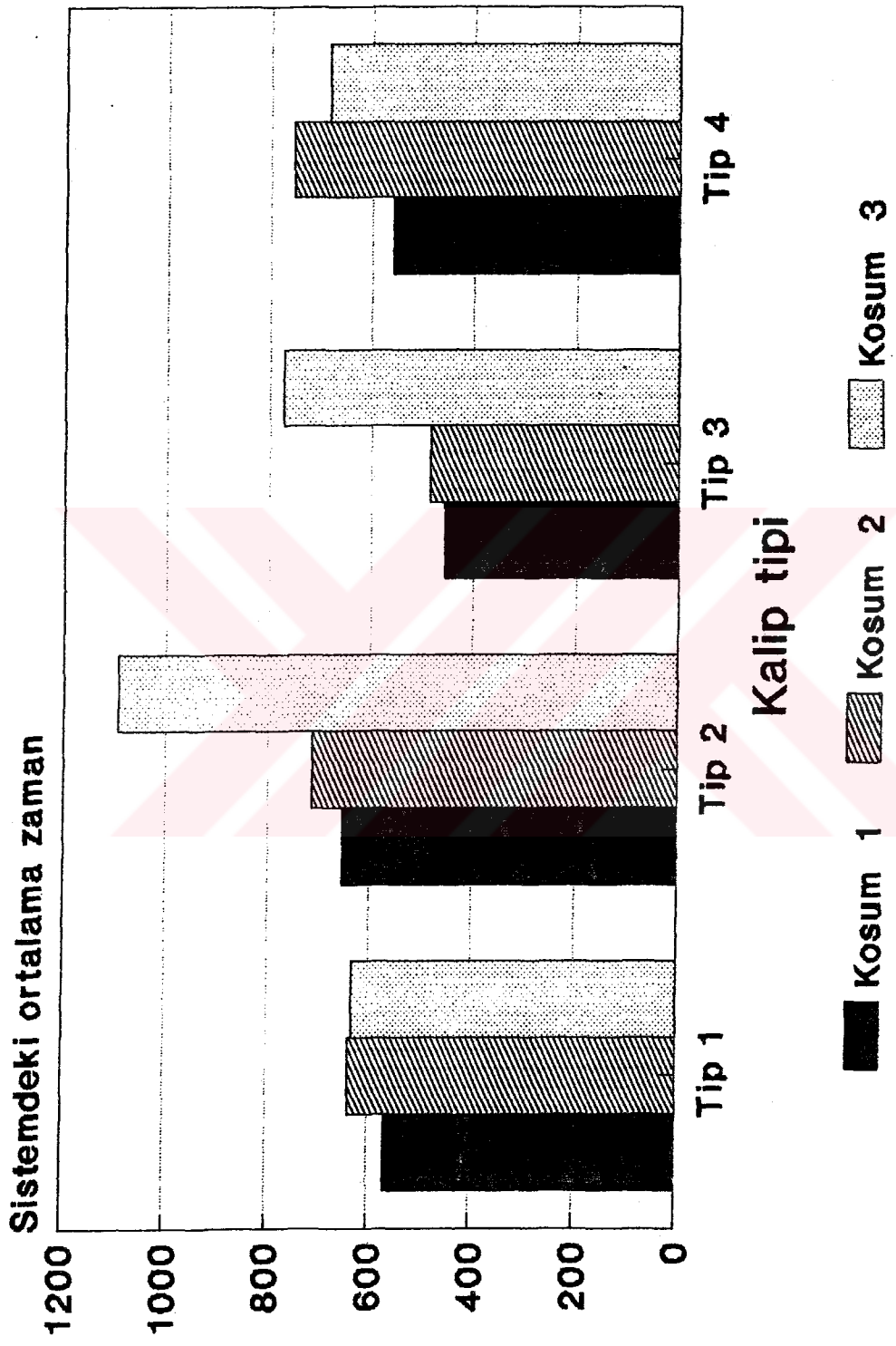
ALTERNATIF 1



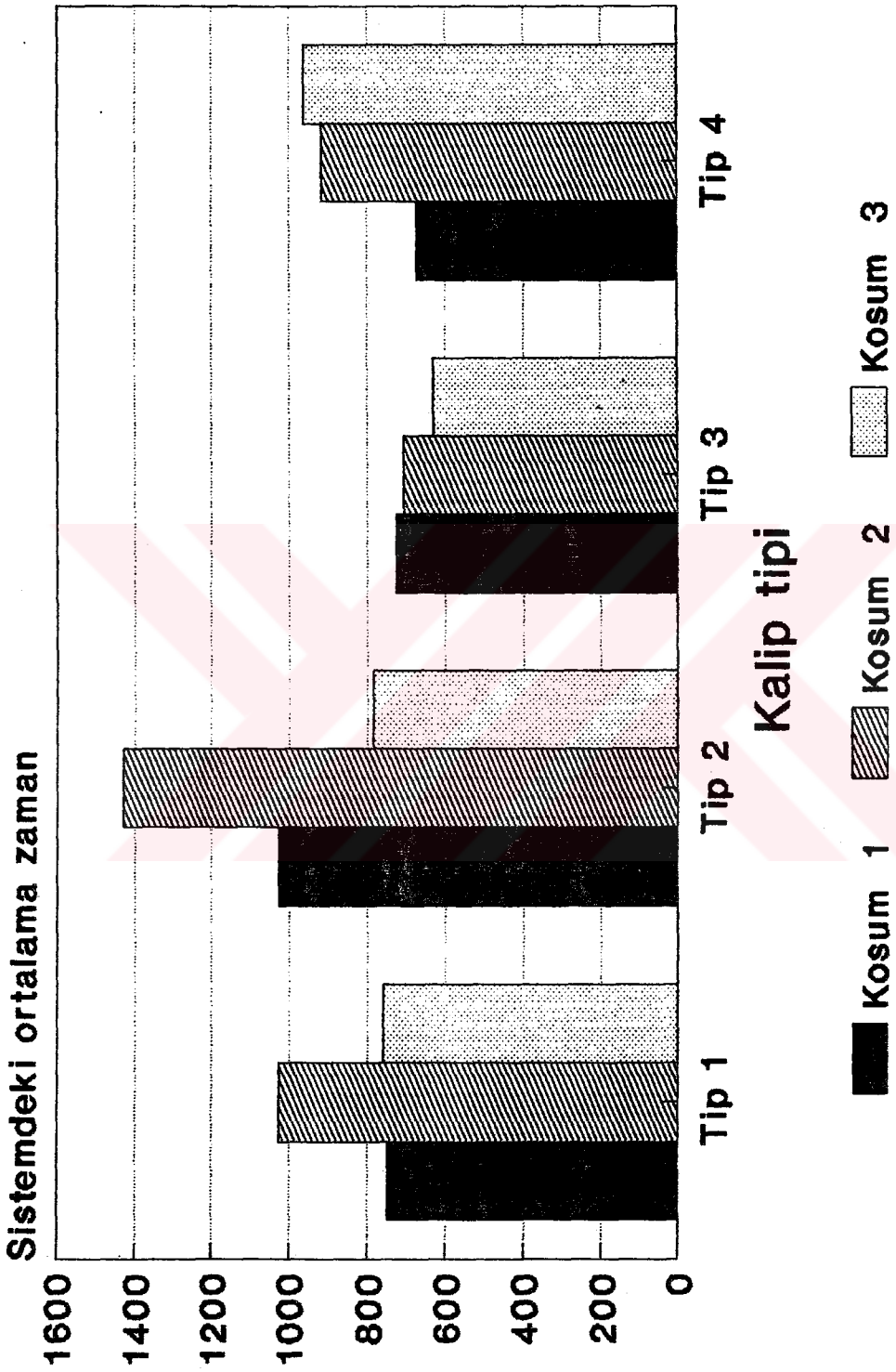
ALTERNATIF 2



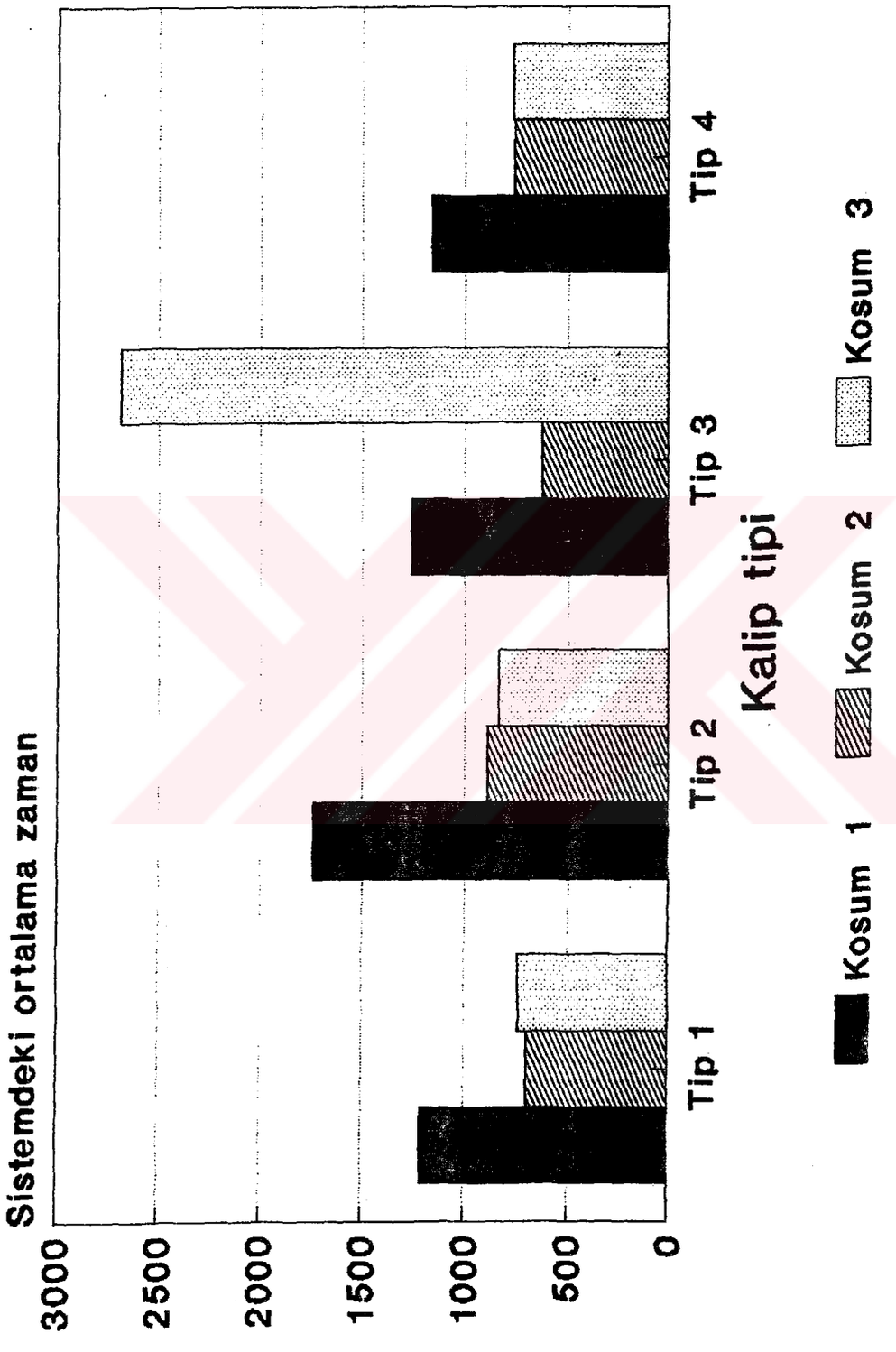
ALTERNATIF 3



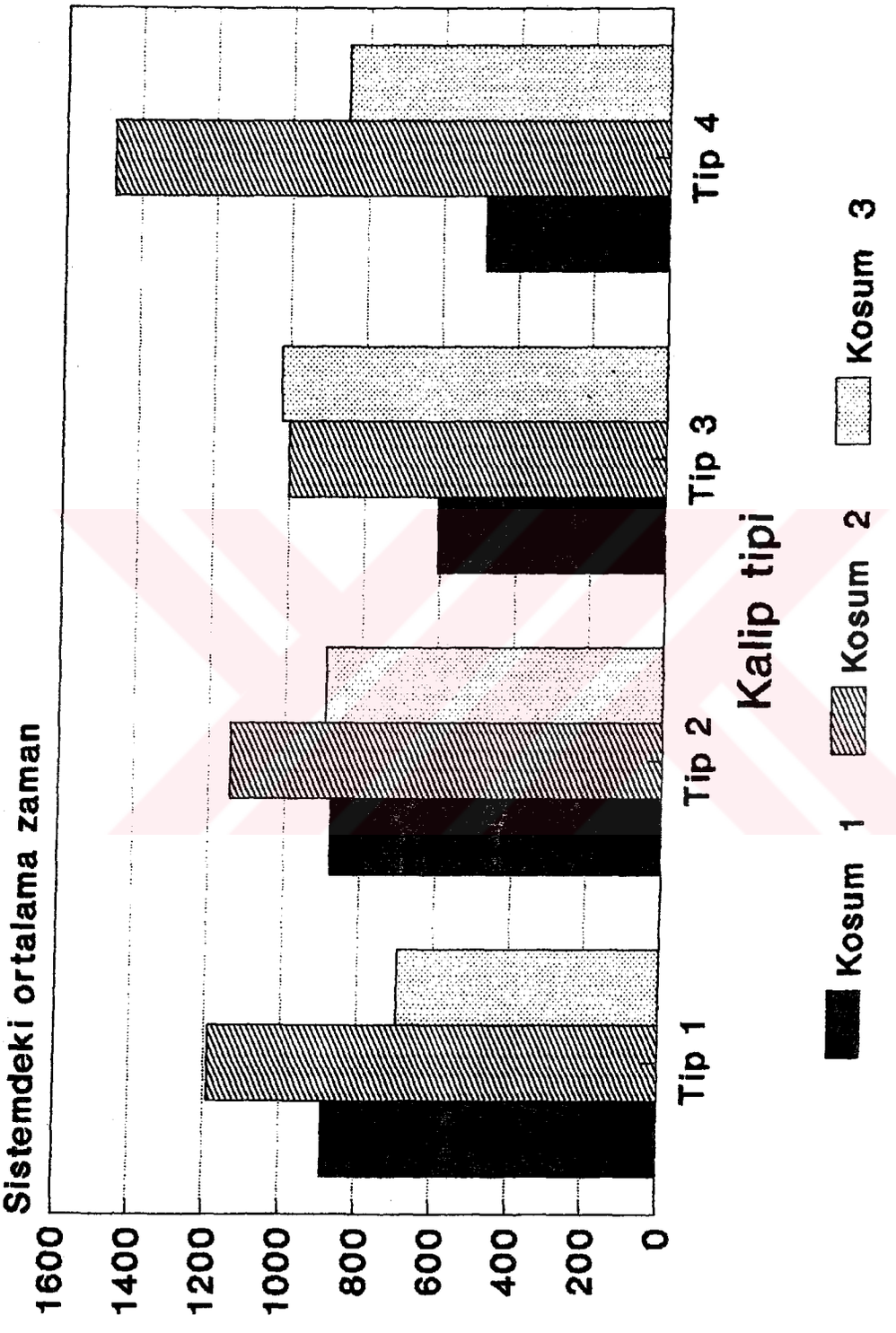
ALTERNATIF 4



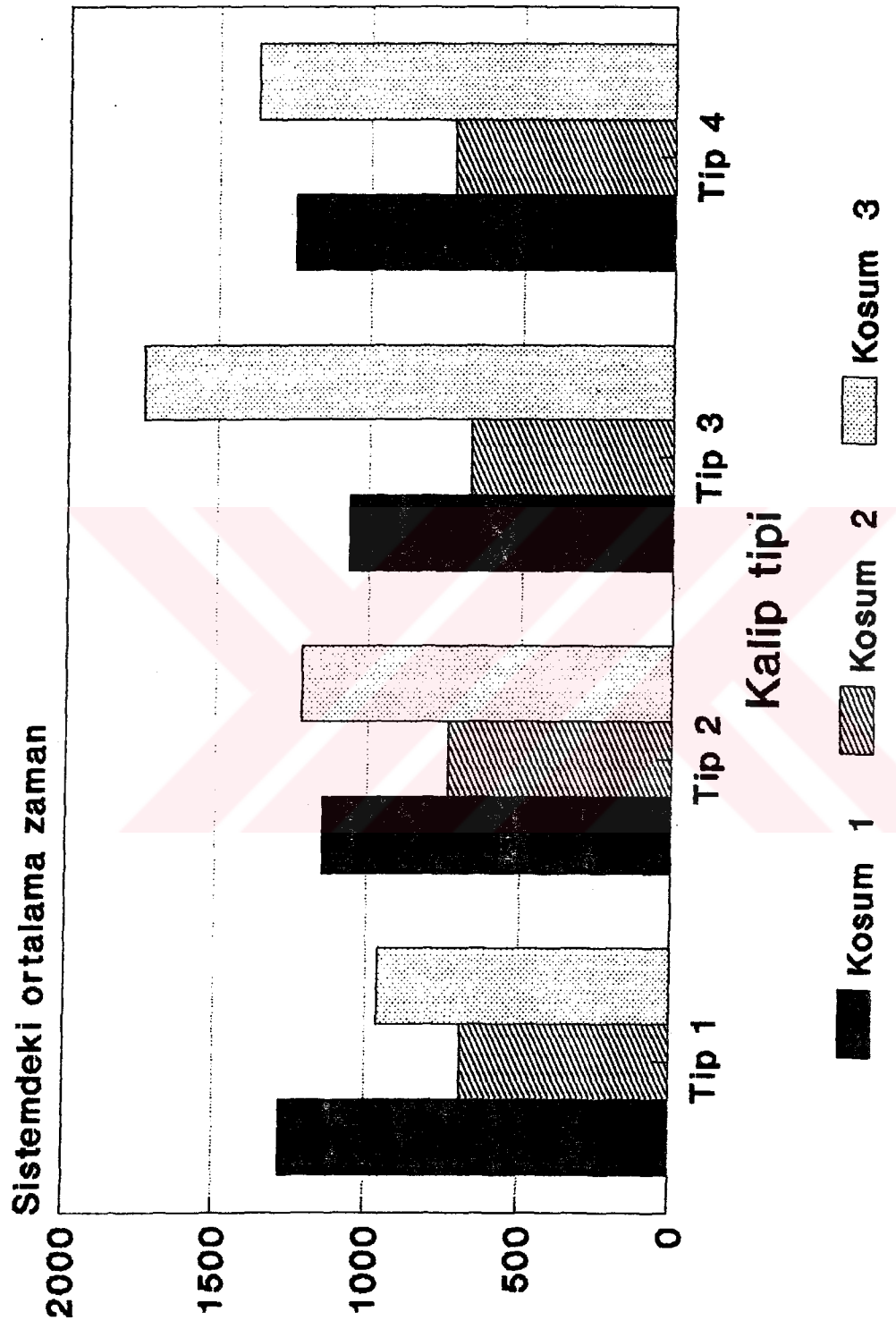
ALTERNATIF 5



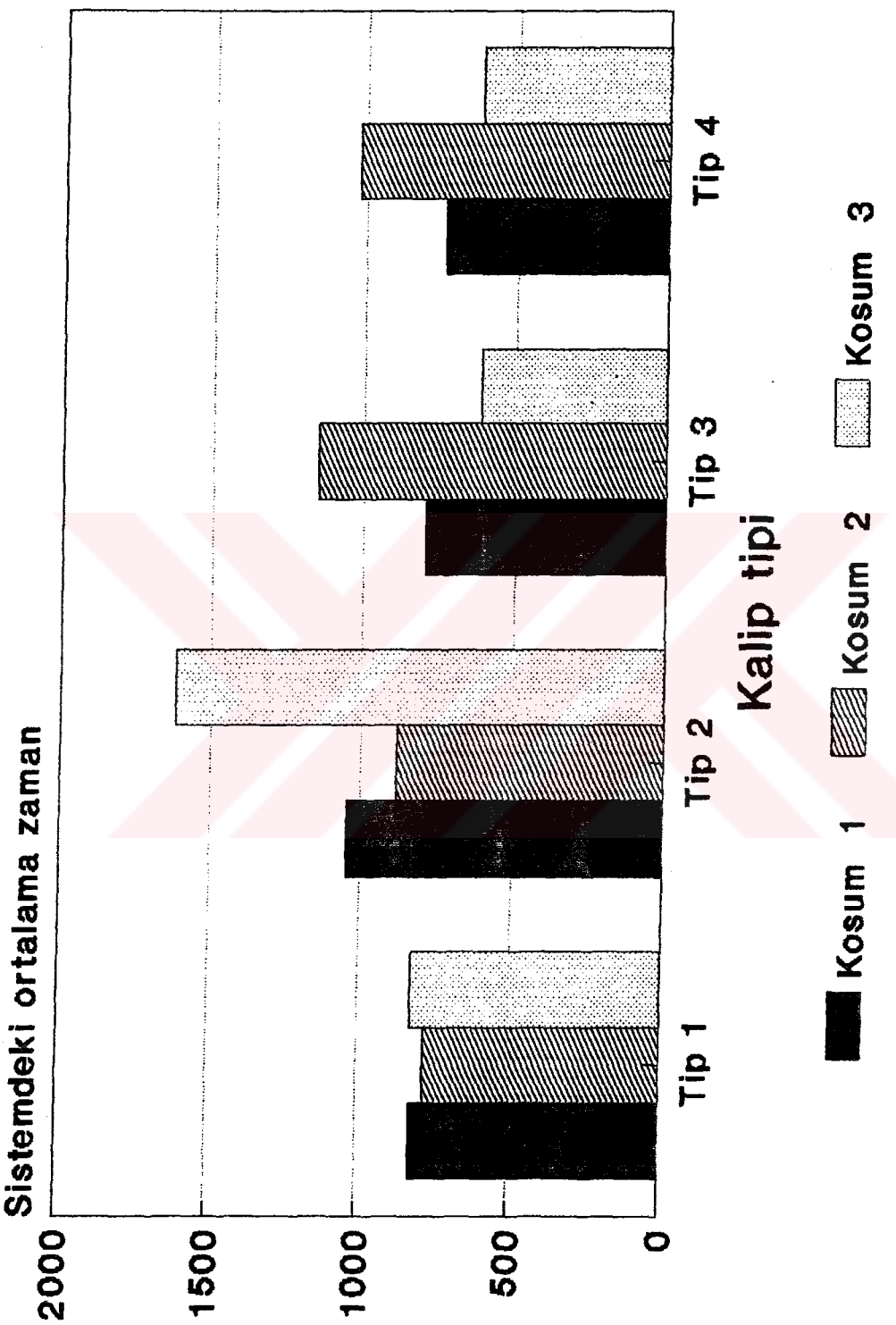
ALTERNATIF 6



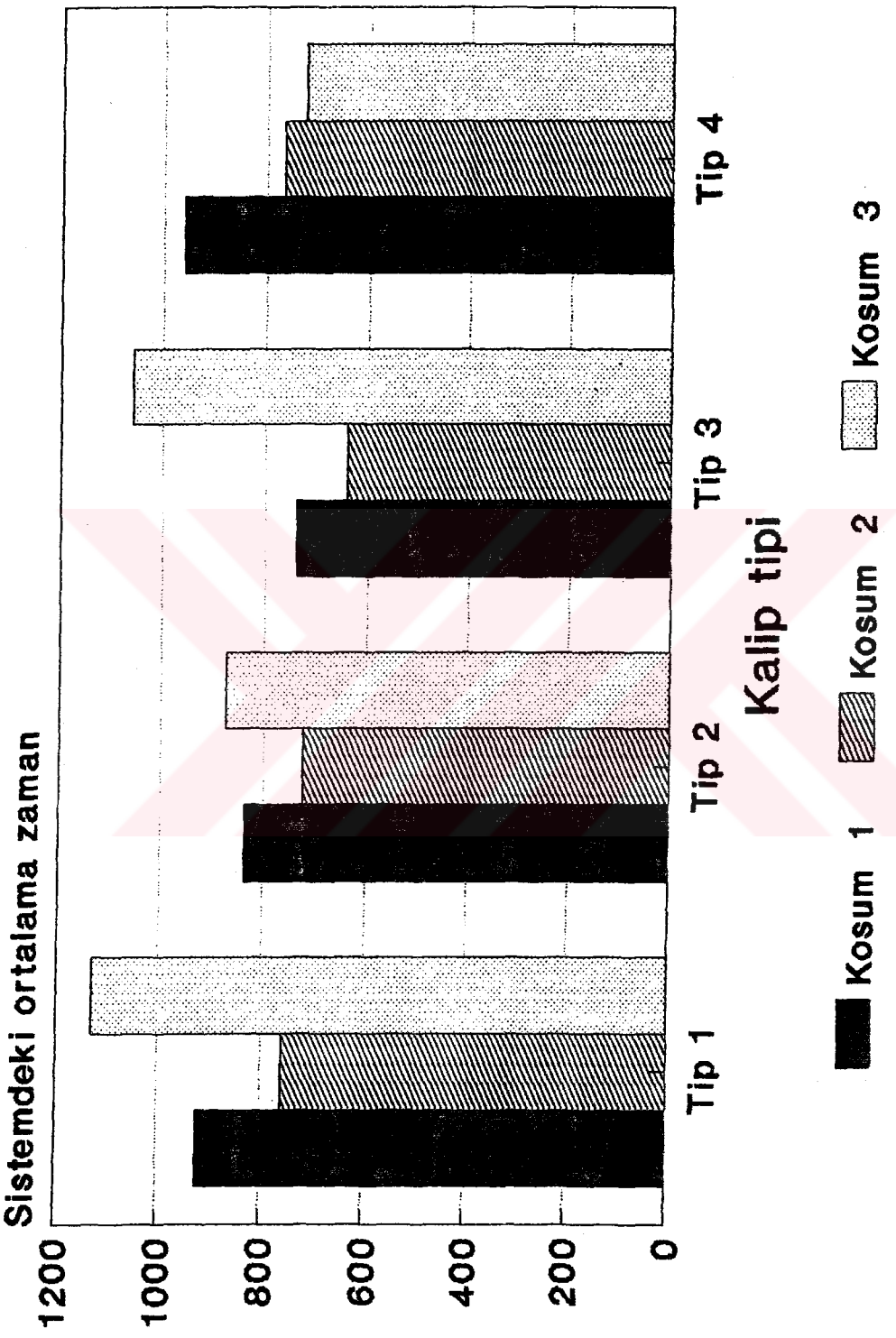
ALTERNATIF 7



ALTERNATIF 8



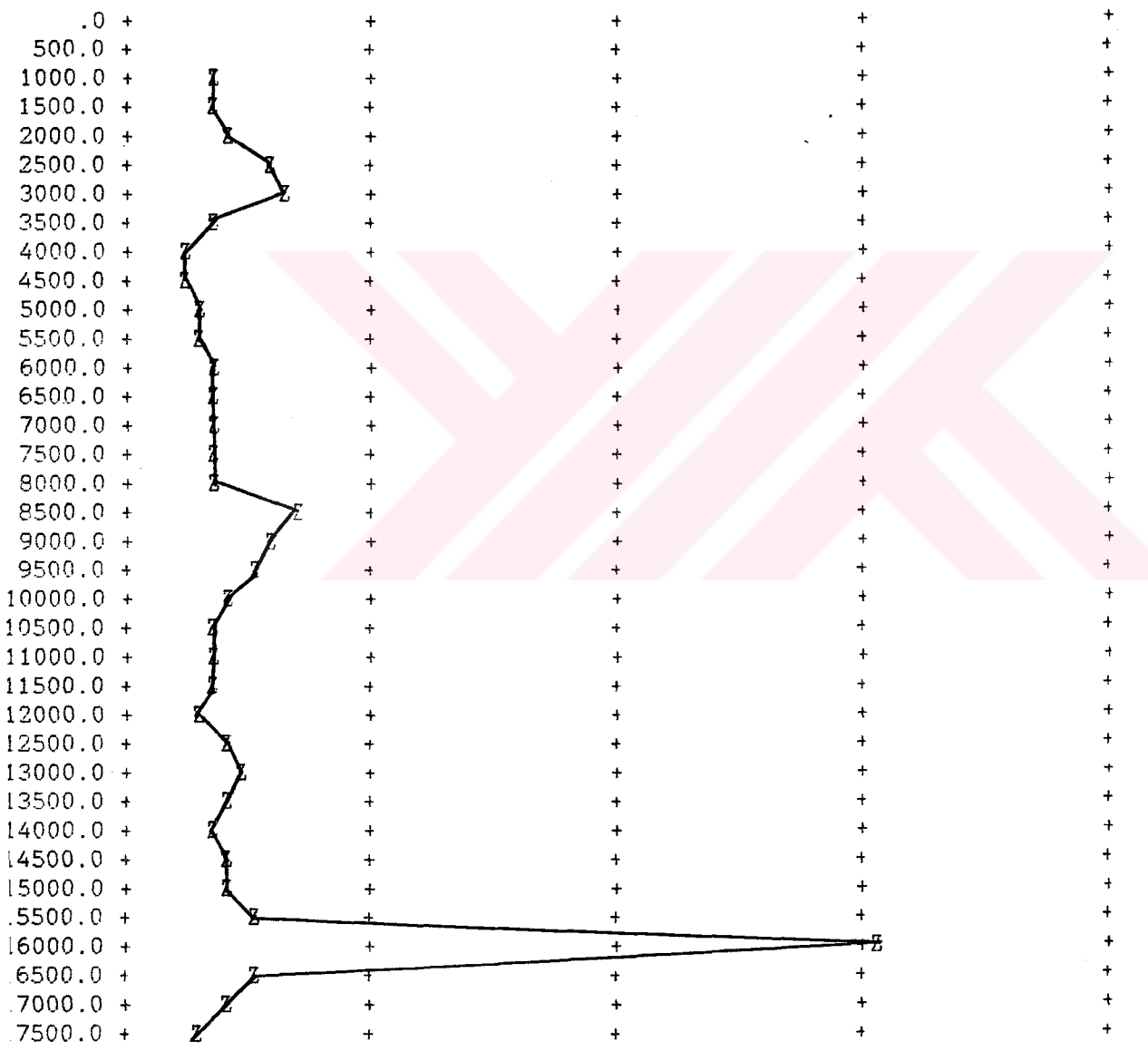
ALTERNATIF 9



MEVCUT DURUM ANALIZI
X - Y PLOT

Z=KALIPLAR

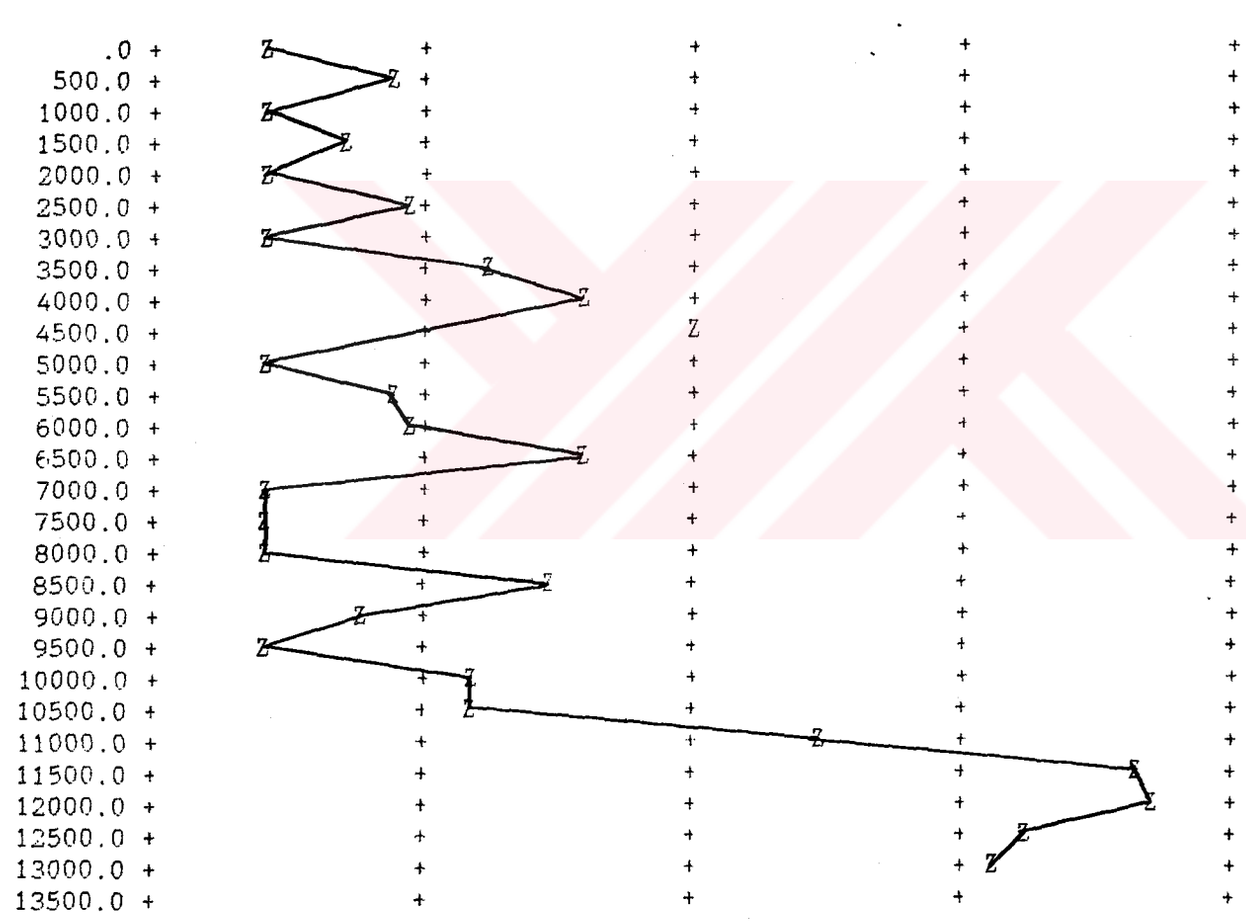
ISTEMDEKI ZAMAN
.000 1.750E+03 3.500E+03 5.250E+03 7.000E+03
AAT



ALTERNATIF 1
X - Y PLOT

Z=KALIP PARCALARI

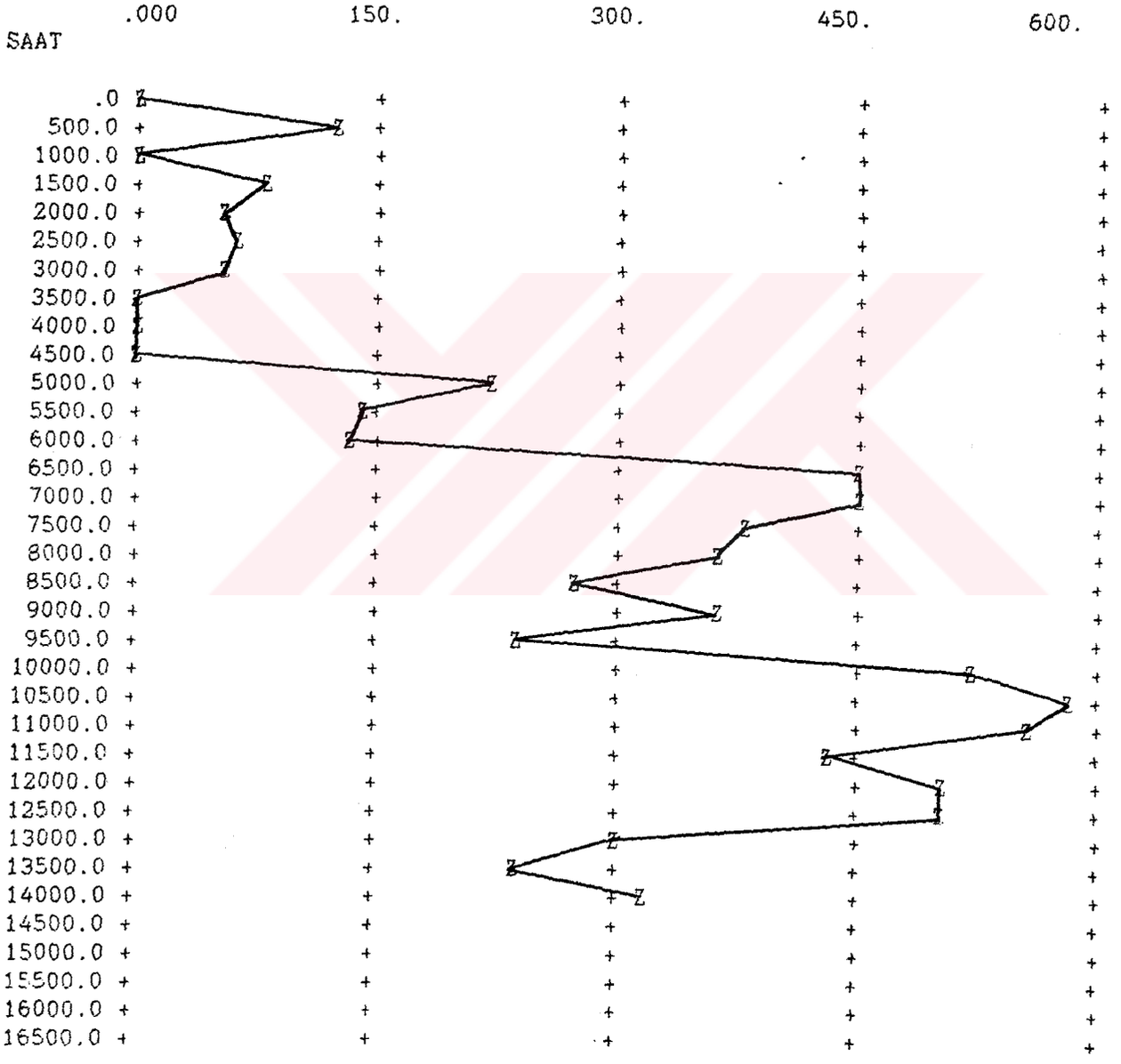
SISTEMDEKI PARCA SAYISI



ALTERNATIF 2
X - Y PLOT

Z=KALIP PARCALARI

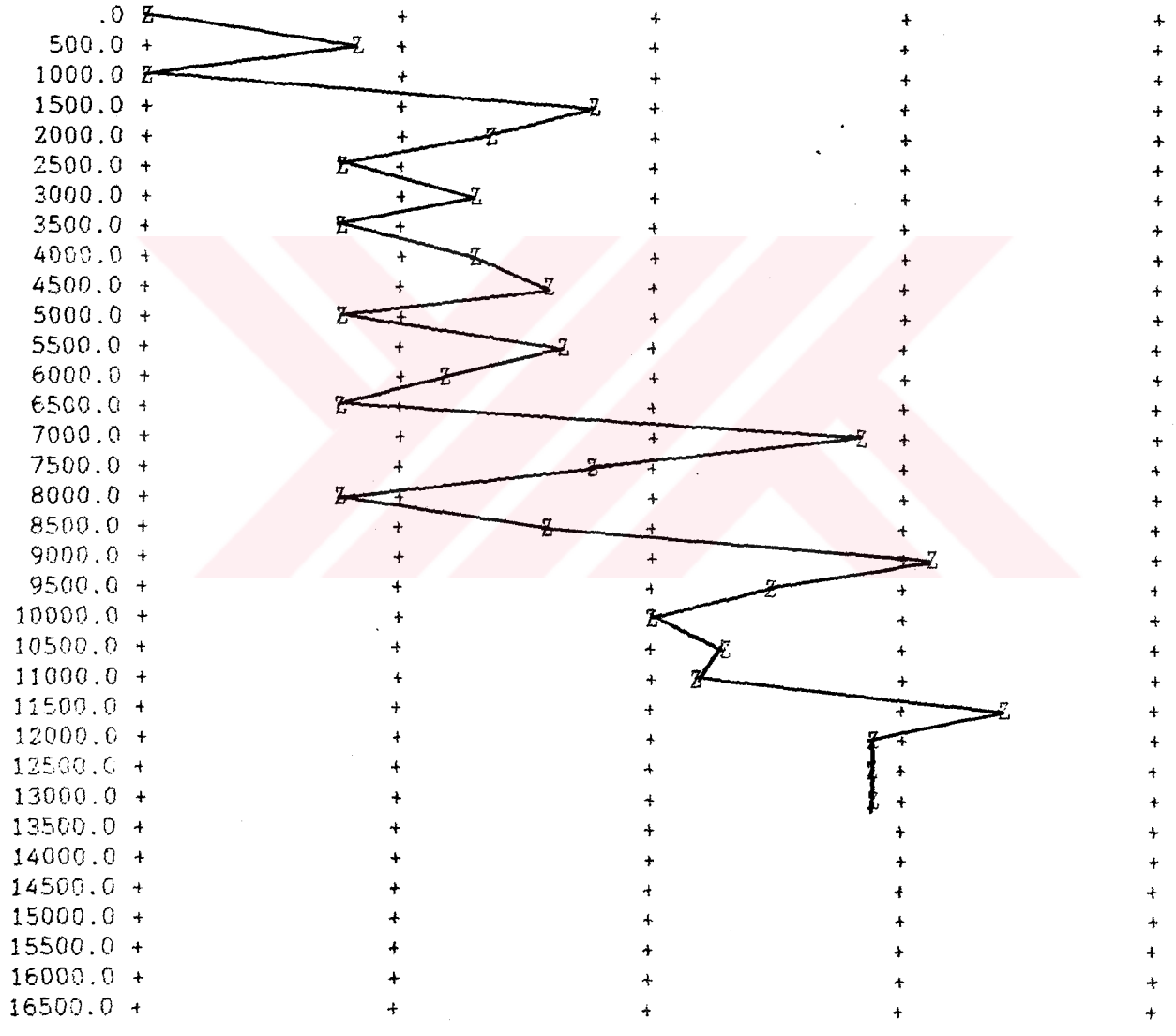
SISTEMDEKI PARCA SAYISI



ALTERNATIF 3
X - Y PLOT

Z=KALIP PARCALARI

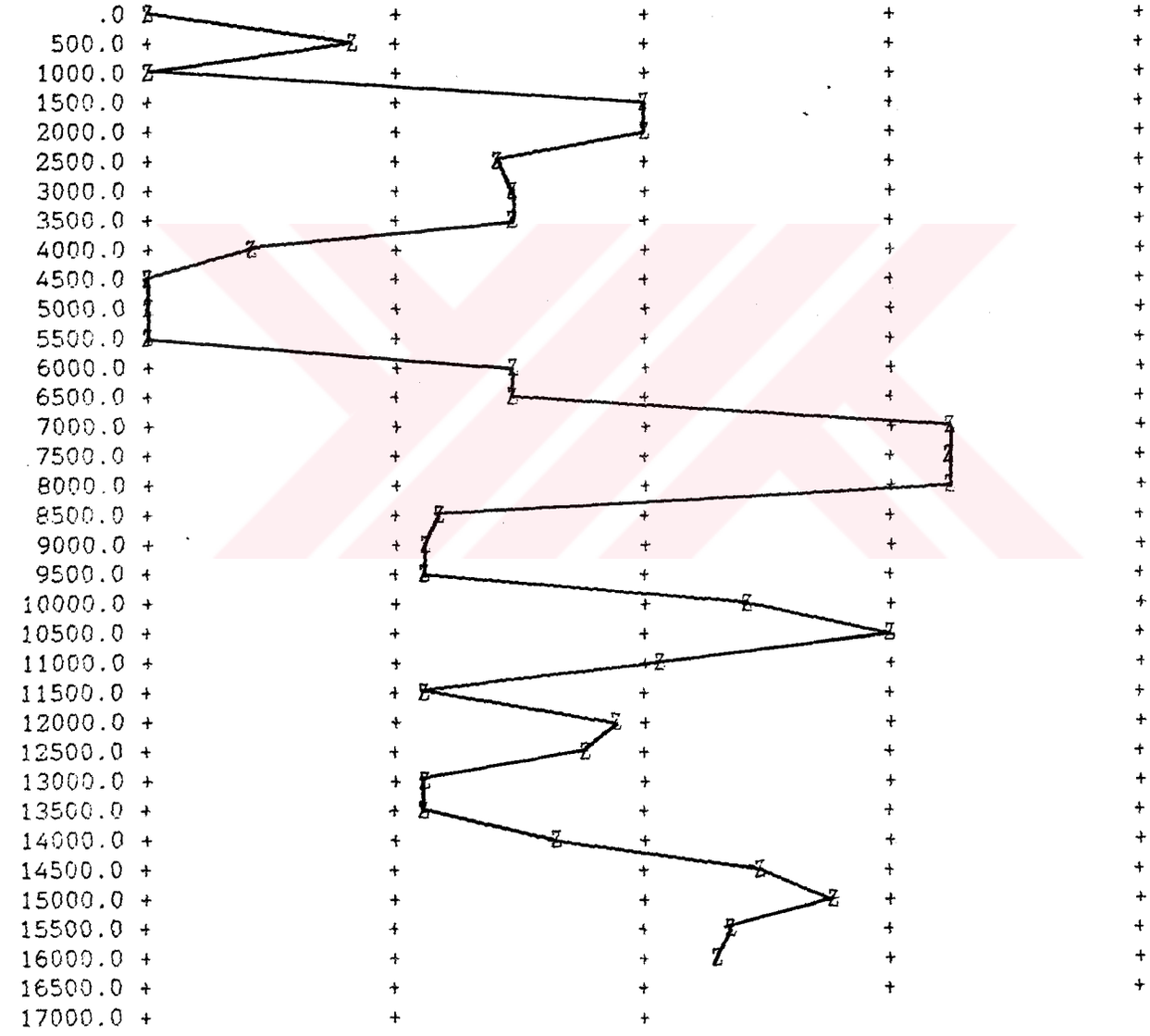
SISTEMDEKI PARCA SAYISI



ALTERNATIF 4
X - Y PLOT

Z=KALIP PARCALARI

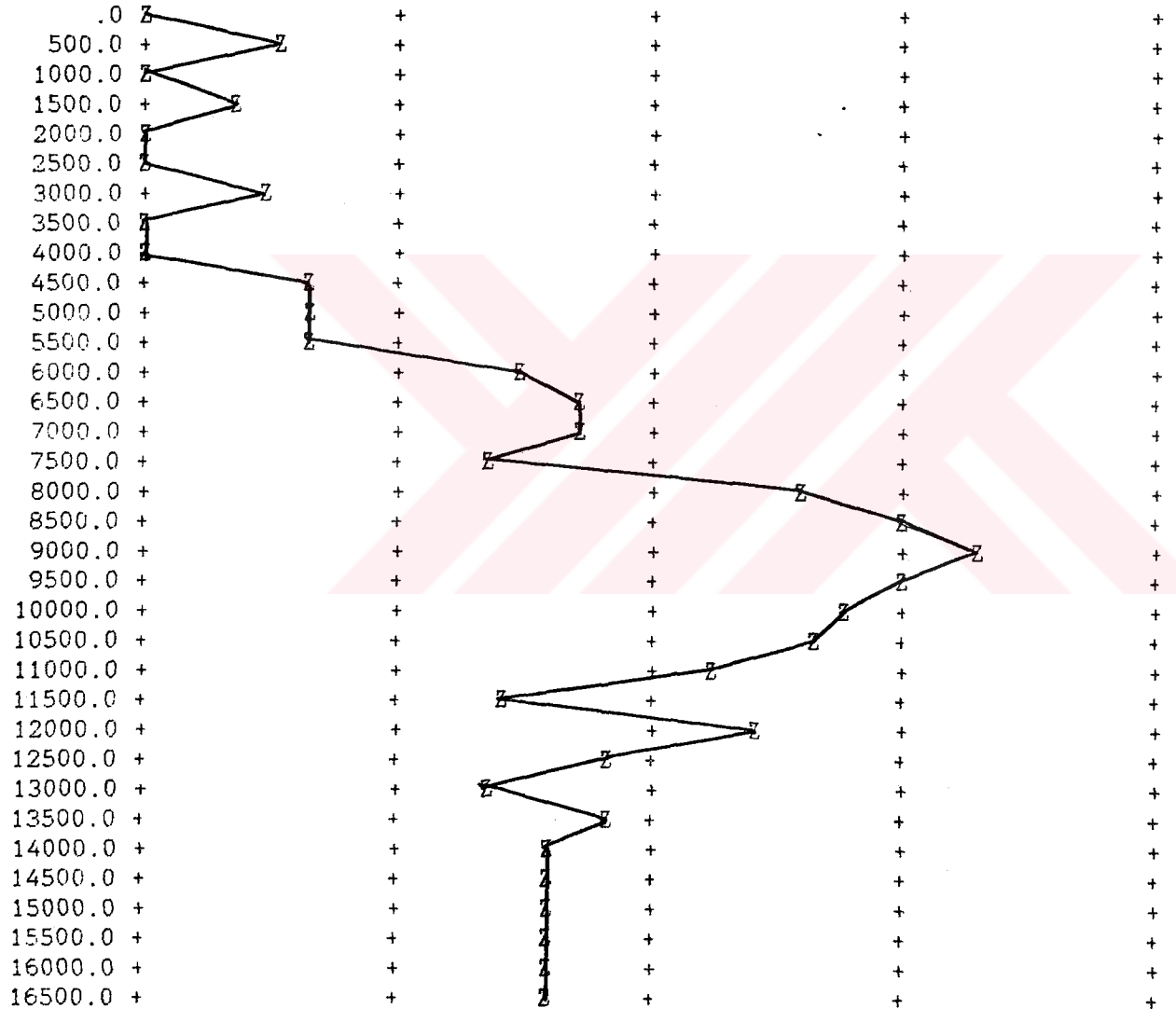
SISTEMDEKI PARCA SAYISI



ALTERNATIF 5
X - Y PLOT

Z=KALIP PARCALARI

SISTEMDEKI PARCA SAYISI



ALTERNATIF 6
X - Y PLOT

Z=KALIP PARCALARI

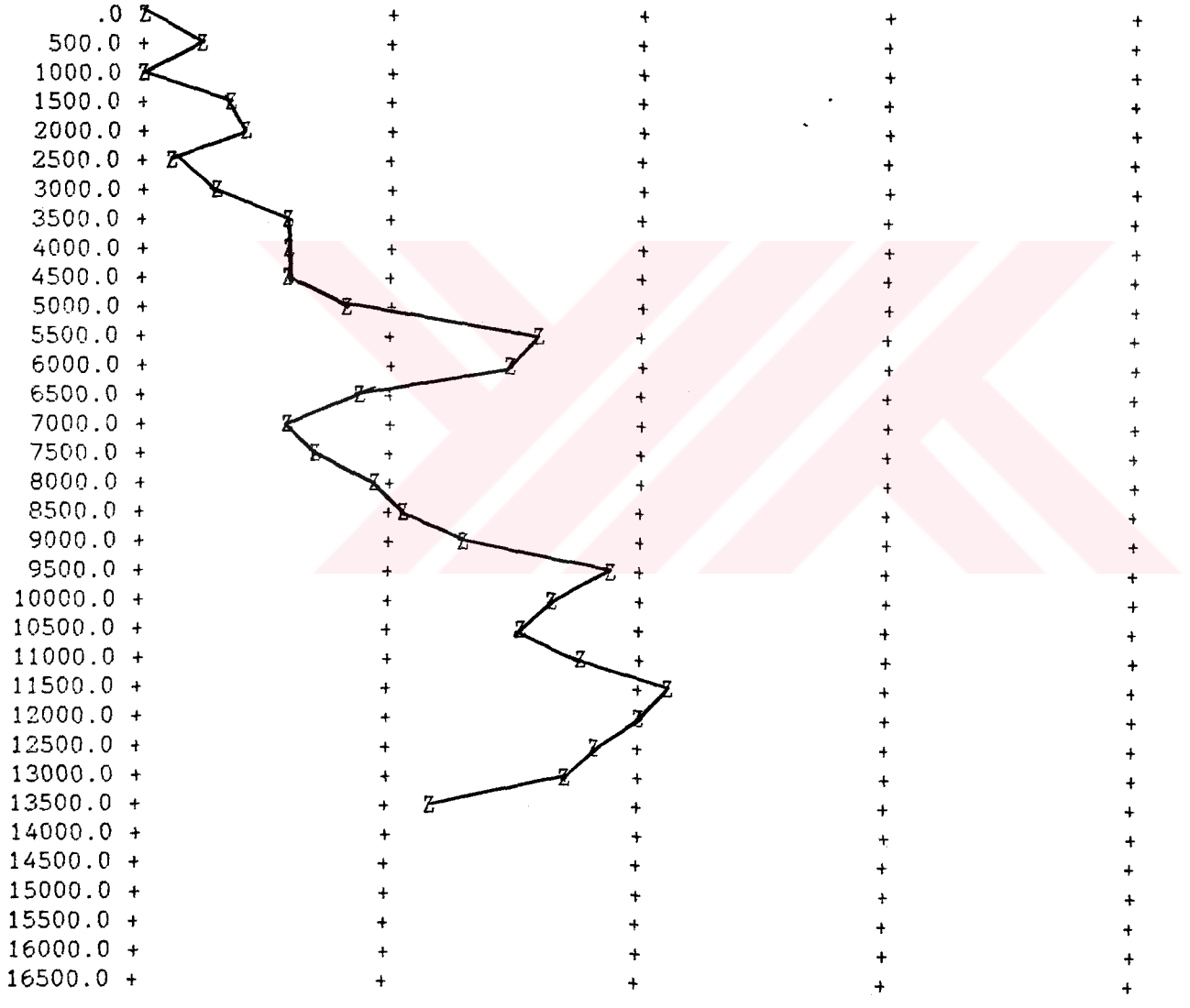
SISTEMDEKI PARCA SAYISI

SAAT	.000	125.	250.	375.	500.
.0	Z	+	+	+	+
500.0	+	Z	+	+	+
1000.0	Z	+	+	+	+
1500.0	+	+	+	+	+
2000.0	+	+	+	+	+
2500.0	+	+	+	+	+
3000.0	Z	+	+	+	+
3500.0	+	+	+	+	+
4000.0	+	+	+	+	+
4500.0	Z	+	+	+	+
5000.0	Z	+	+	+	+
5500.0	+	+	+	+	+
6000.0	+	+	+	+	+
6500.0	+	+	+	+	+
7000.0	+	+	+	+	+
7500.0	+	+	+	+	+
8000.0	+	+	+	+	+
8500.0	+	+	+	+	+
9000.0	+	+	+	+	+
9500.0	+	+	+	+	+
10000.0	+	+	+	+	+
10500.0	Z	+	+	+	+
11000.0	Z	+	+	+	+
11500.0	Z	+	+	+	+
12000.0	Z	+	+	+	+
12500.0	Z	+	+	+	+
13000.0	Z	+	+	+	+
13500.0	+	+	+	+	+
14000.0	Z	+	+	+	+
14500.0	+	+	+	+	+
15000.0	+	+	+	+	+
15500.0	Z	+	+	+	+
16000.0	+	+	+	+	+
16500.0	+	+	+	+	+

ALTERNATIF 7
X - Y PLOT

Z=KALIP PARCALARI

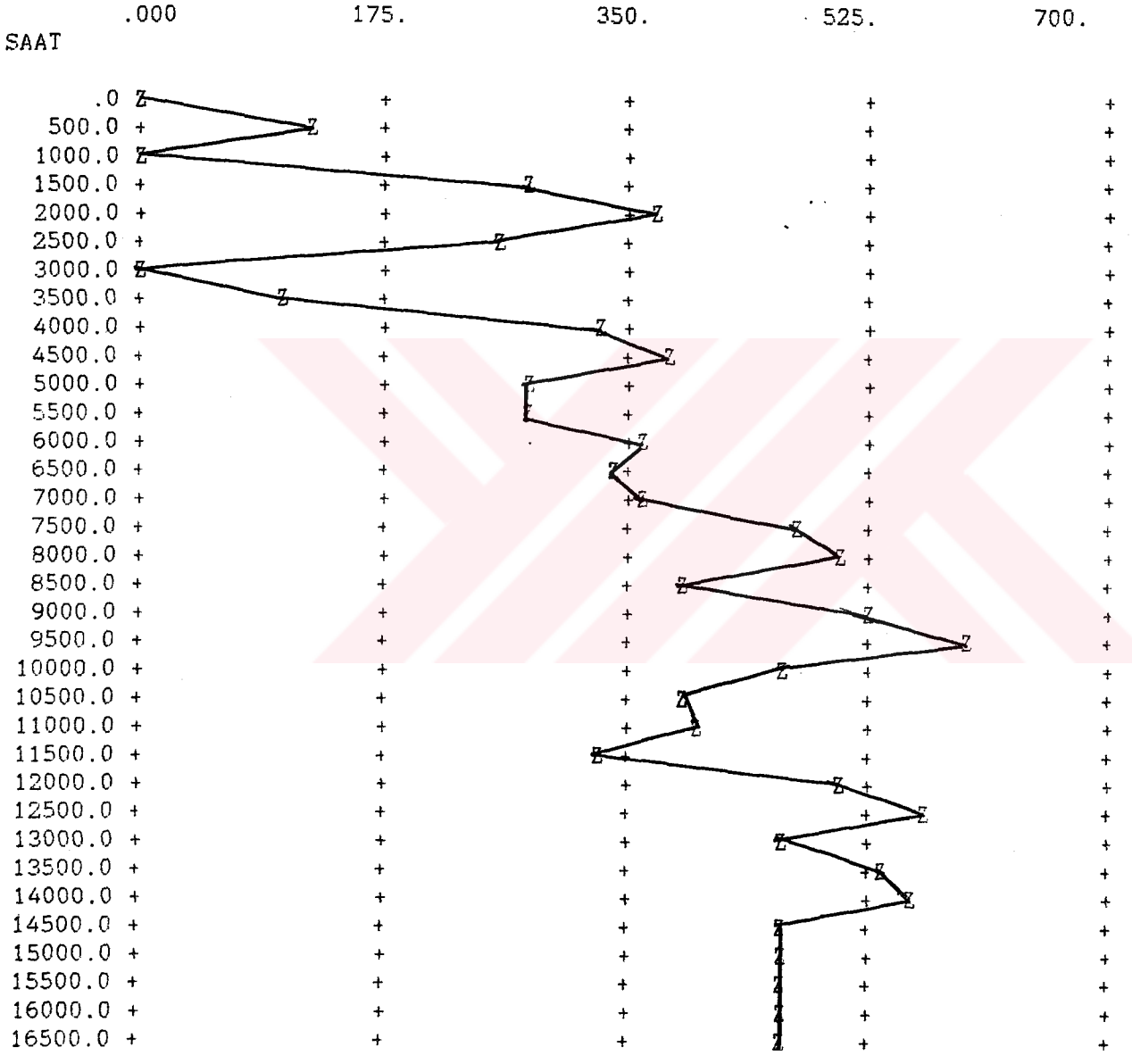
SISTEMDEKI PARCA SAYISI



ALTERNATIF 8
X - Y PLOT

Z=KALIP PARCALARI

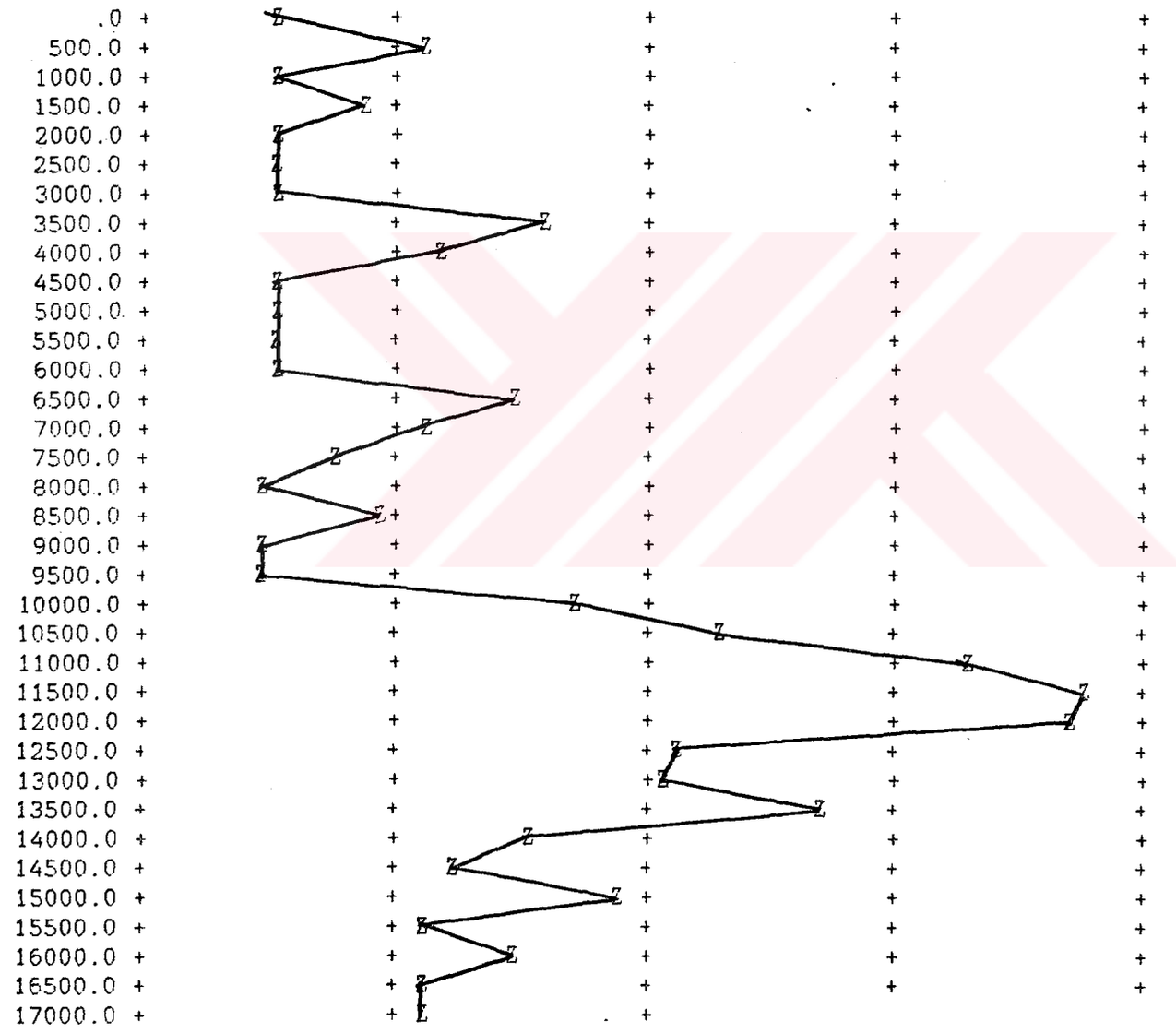
SISTEMDEKI PARCA SAYISI



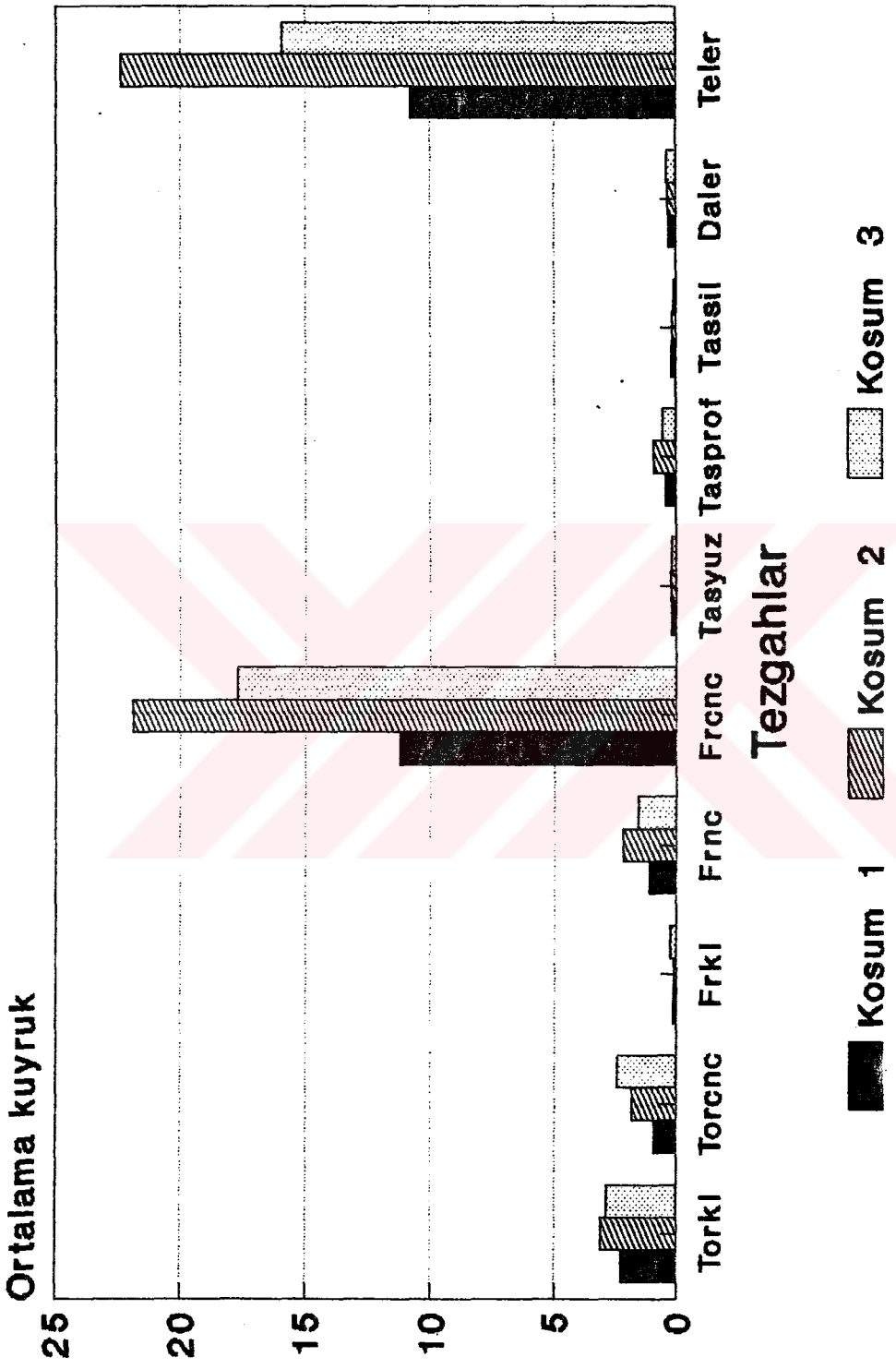
ALTERNATIF 9
X - Y PLOT

Z=KALIP PARCALARI

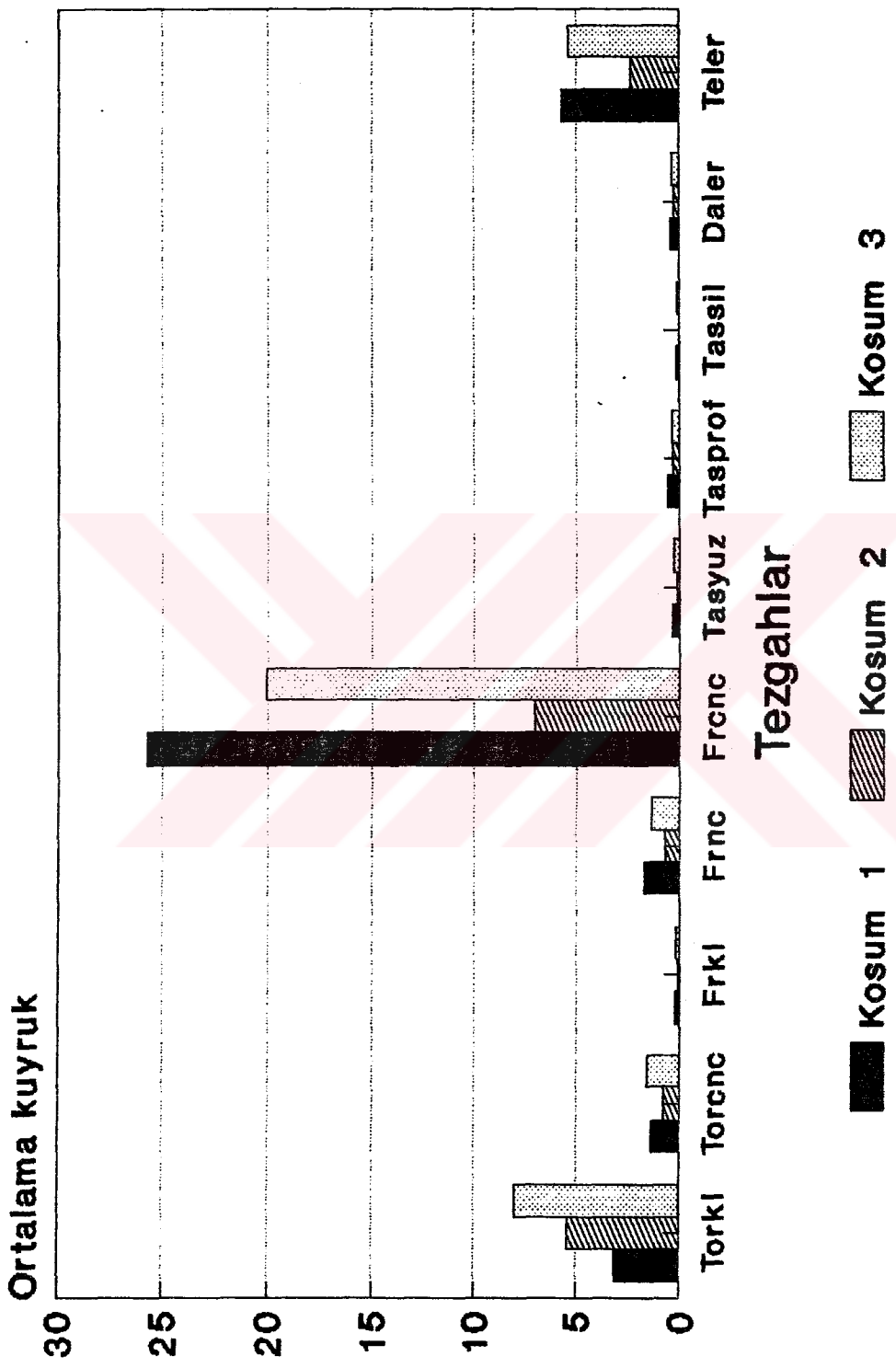
SISTEMDEKI PARCA SAYISI



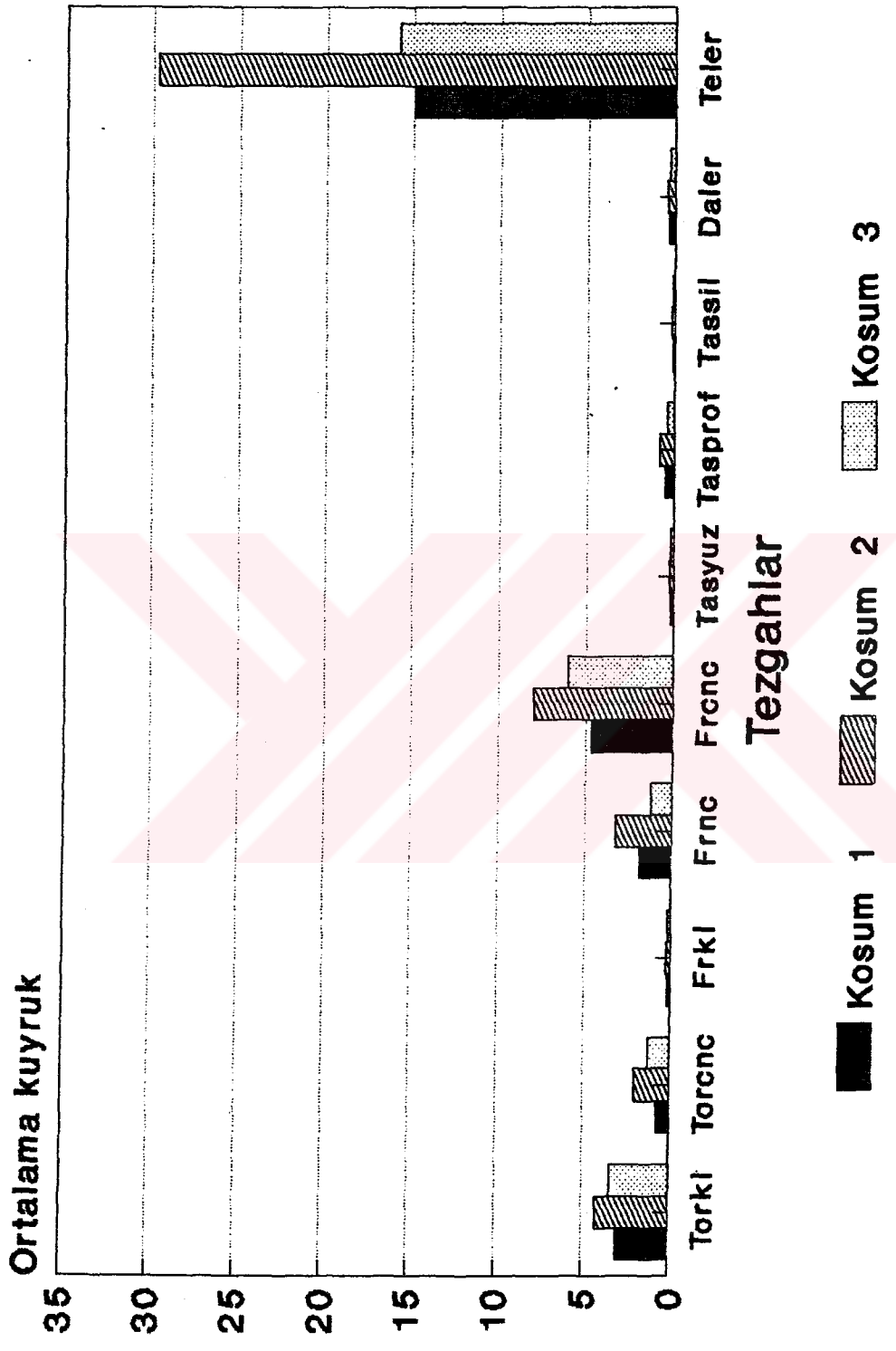
MEVCUT DURUM



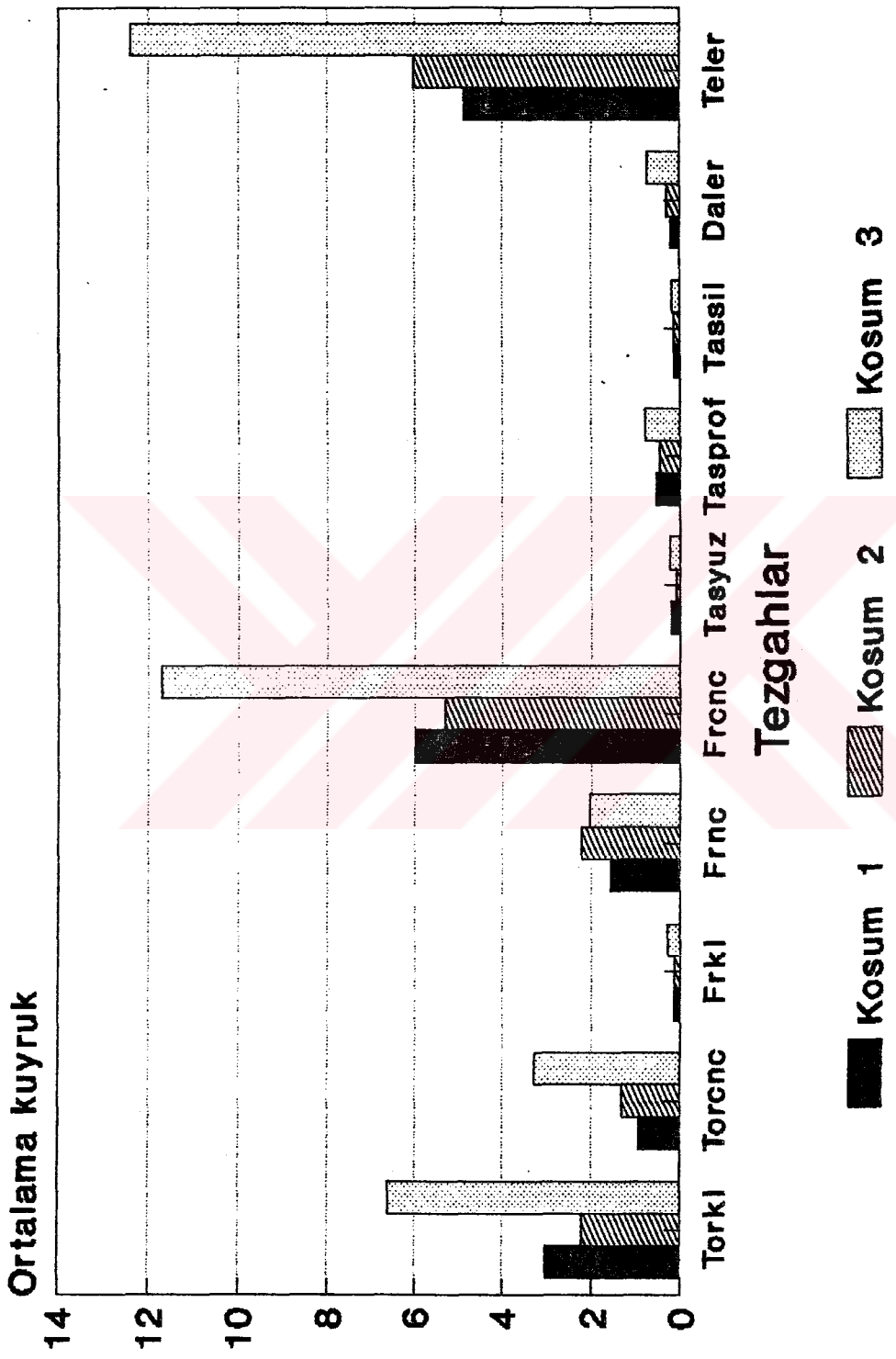
ALTERNATIF 1



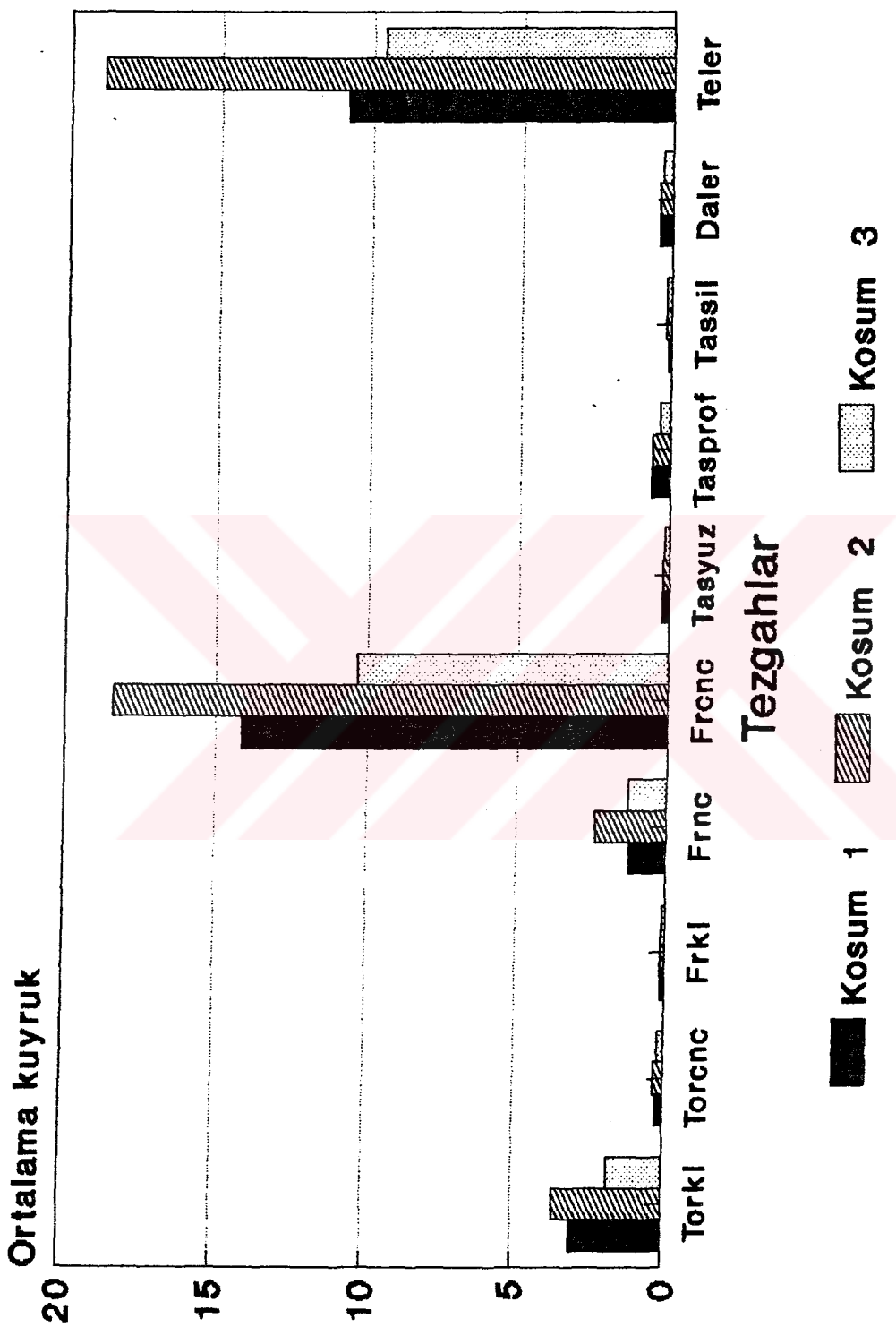
ALTERNATIF 2



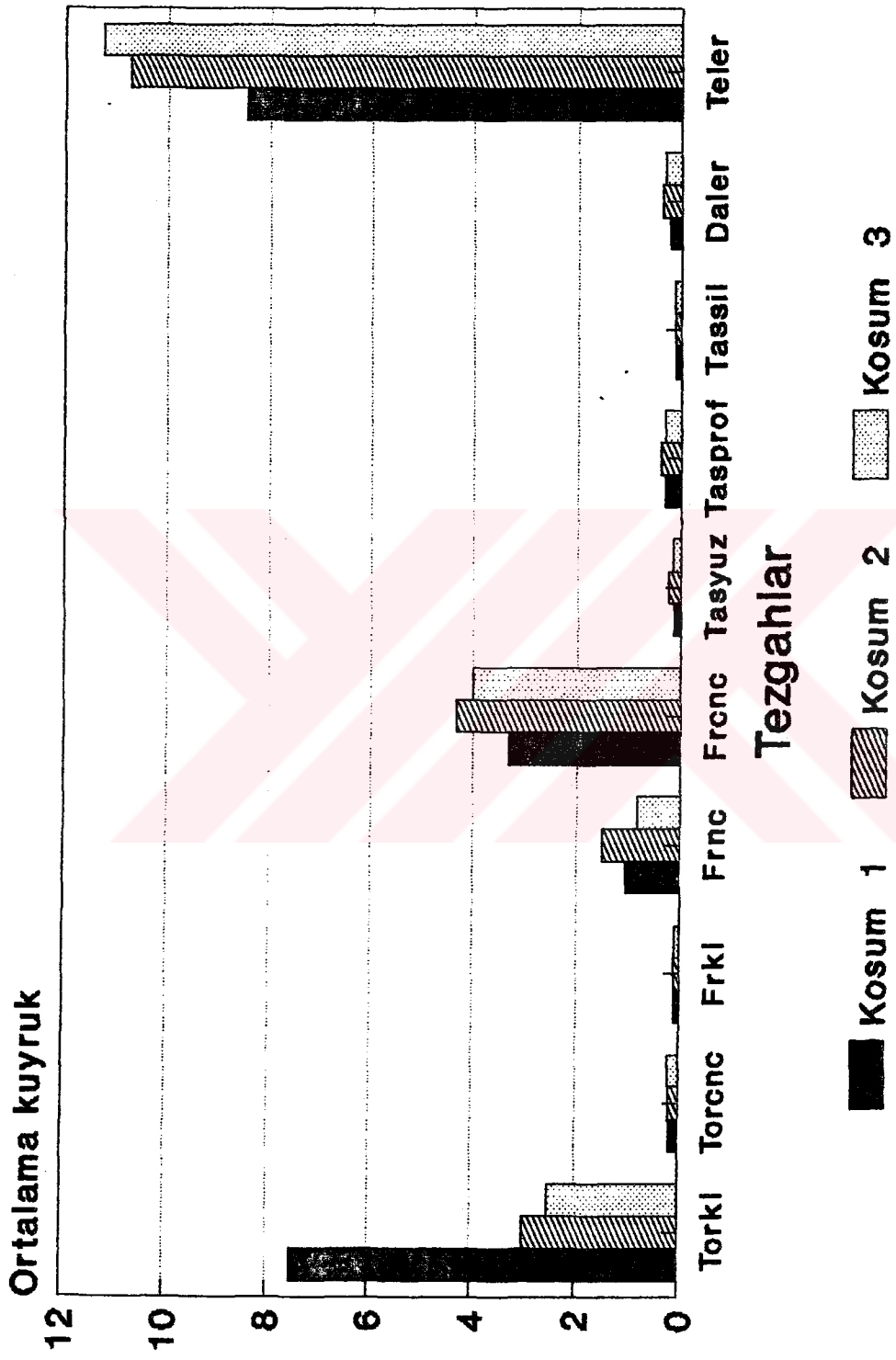
ALTERNATIF 3



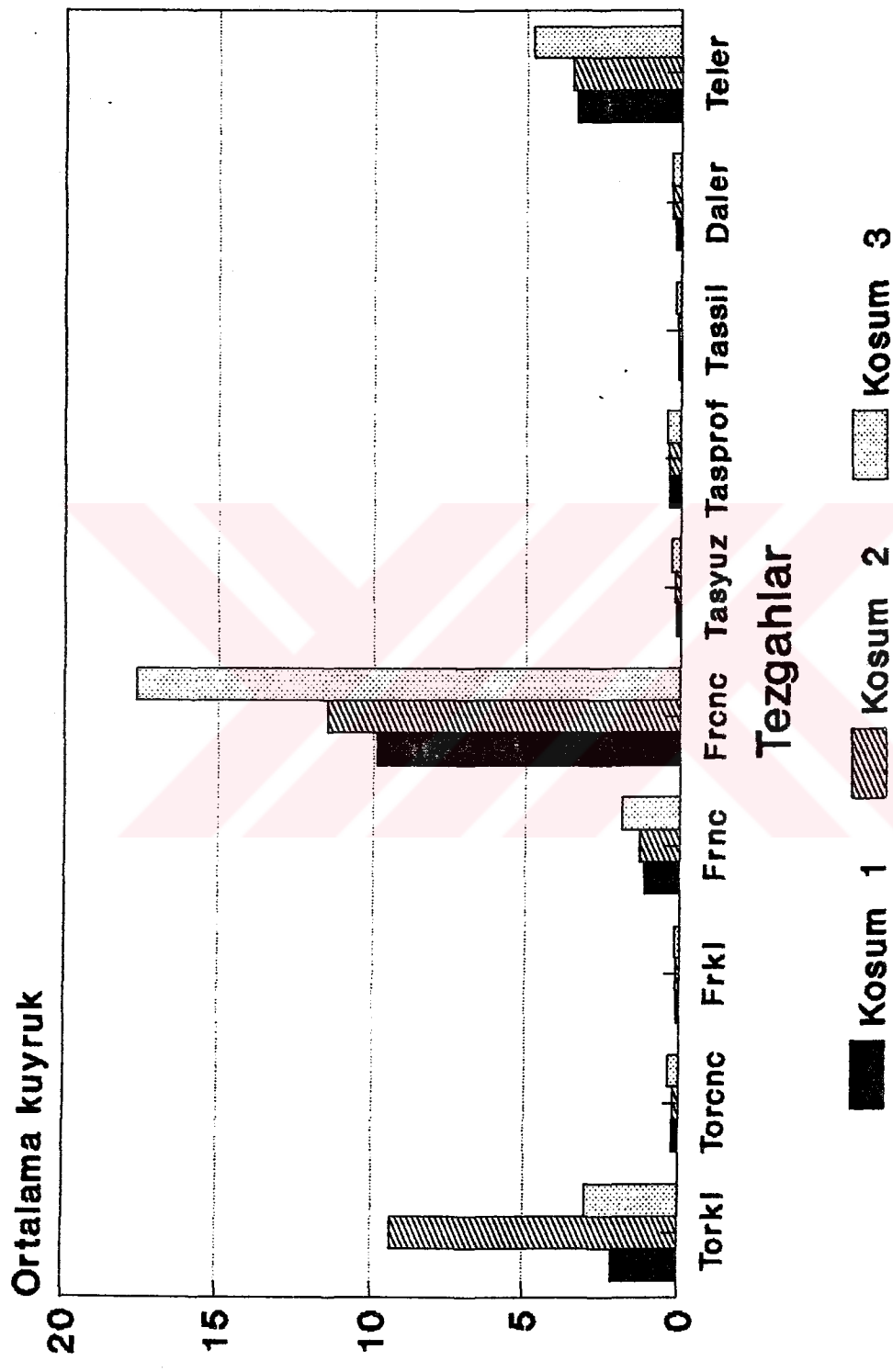
ALTERNATIF 4



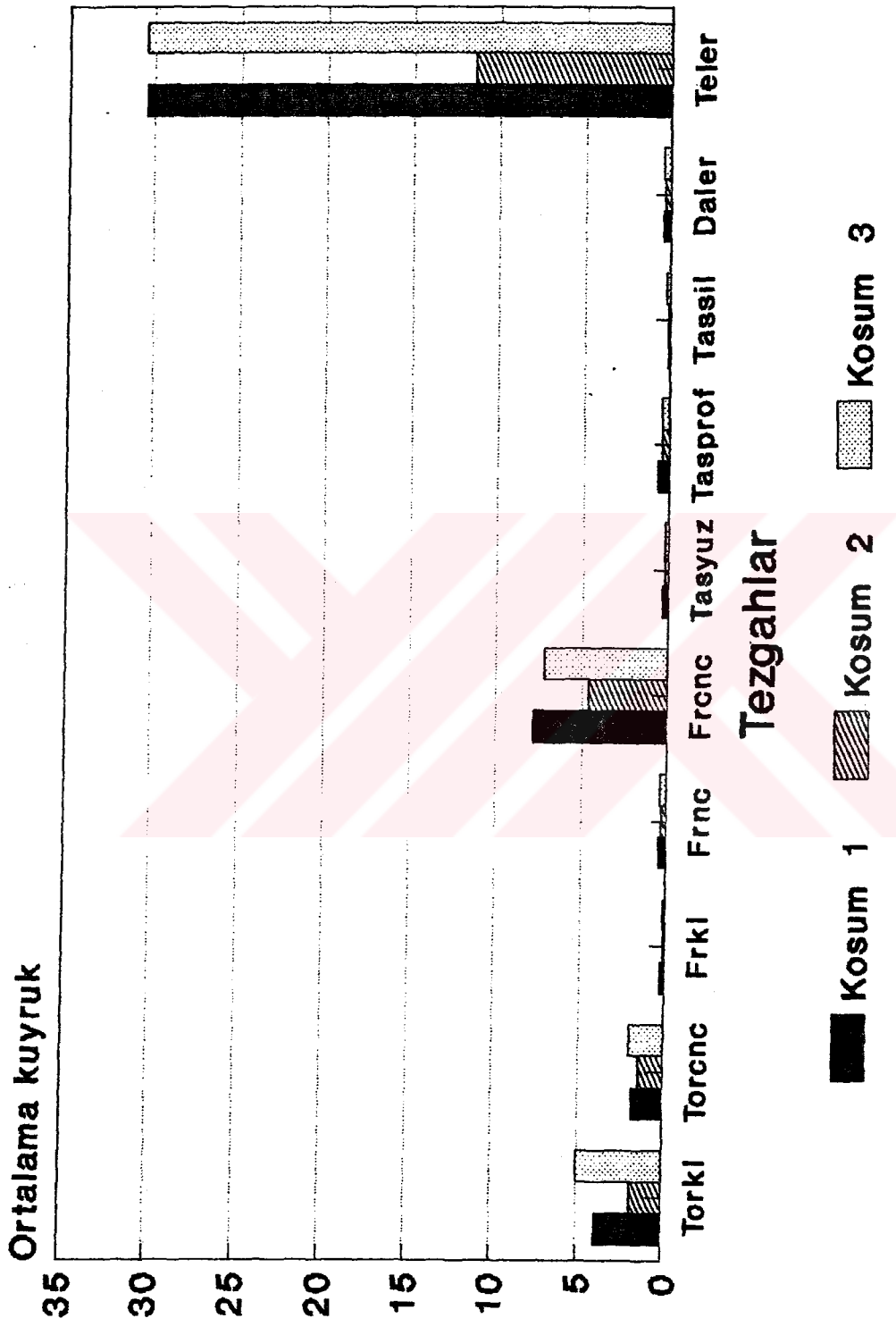
ALTERNATIF 5



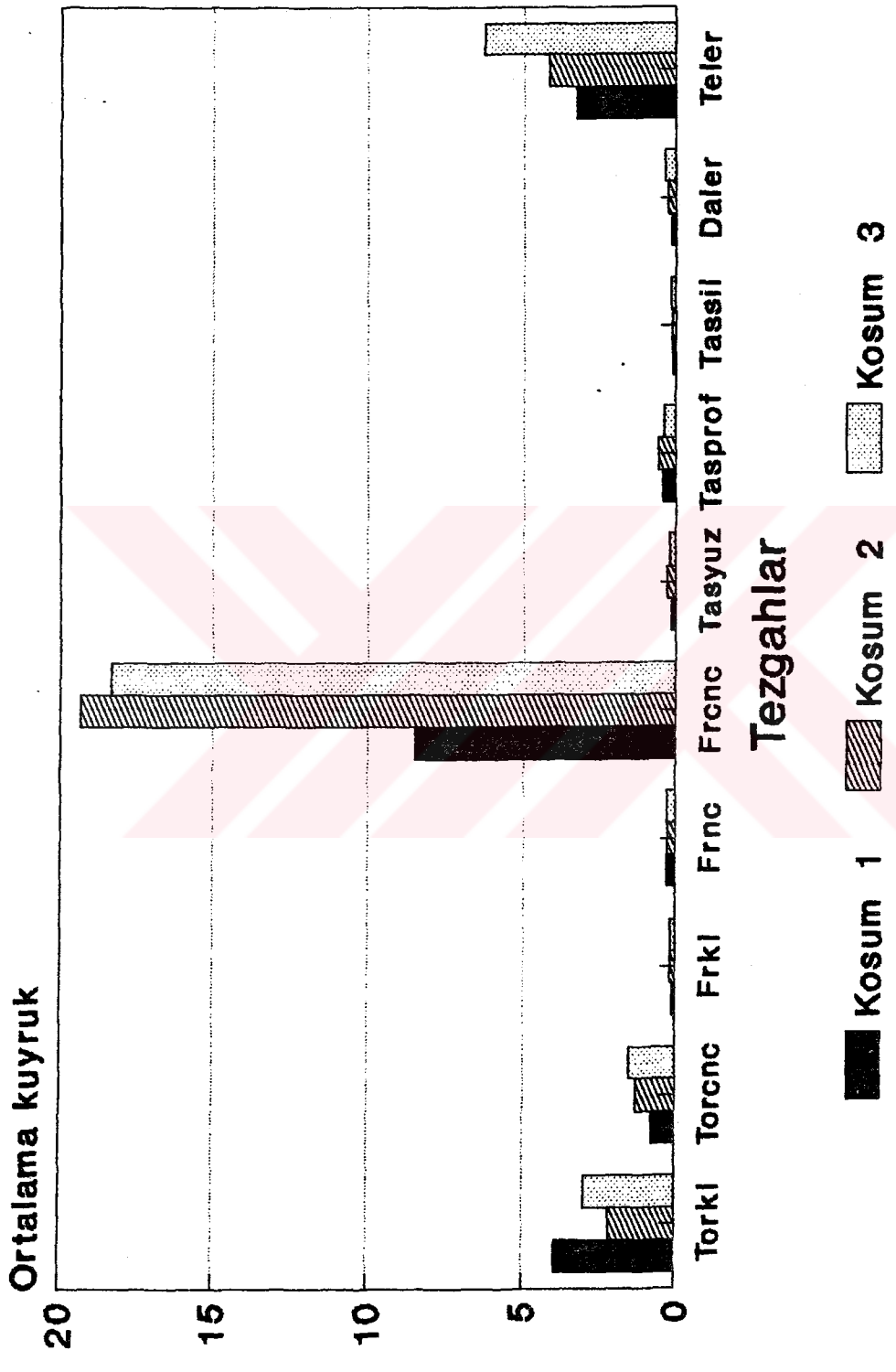
ALTERNATIF 6



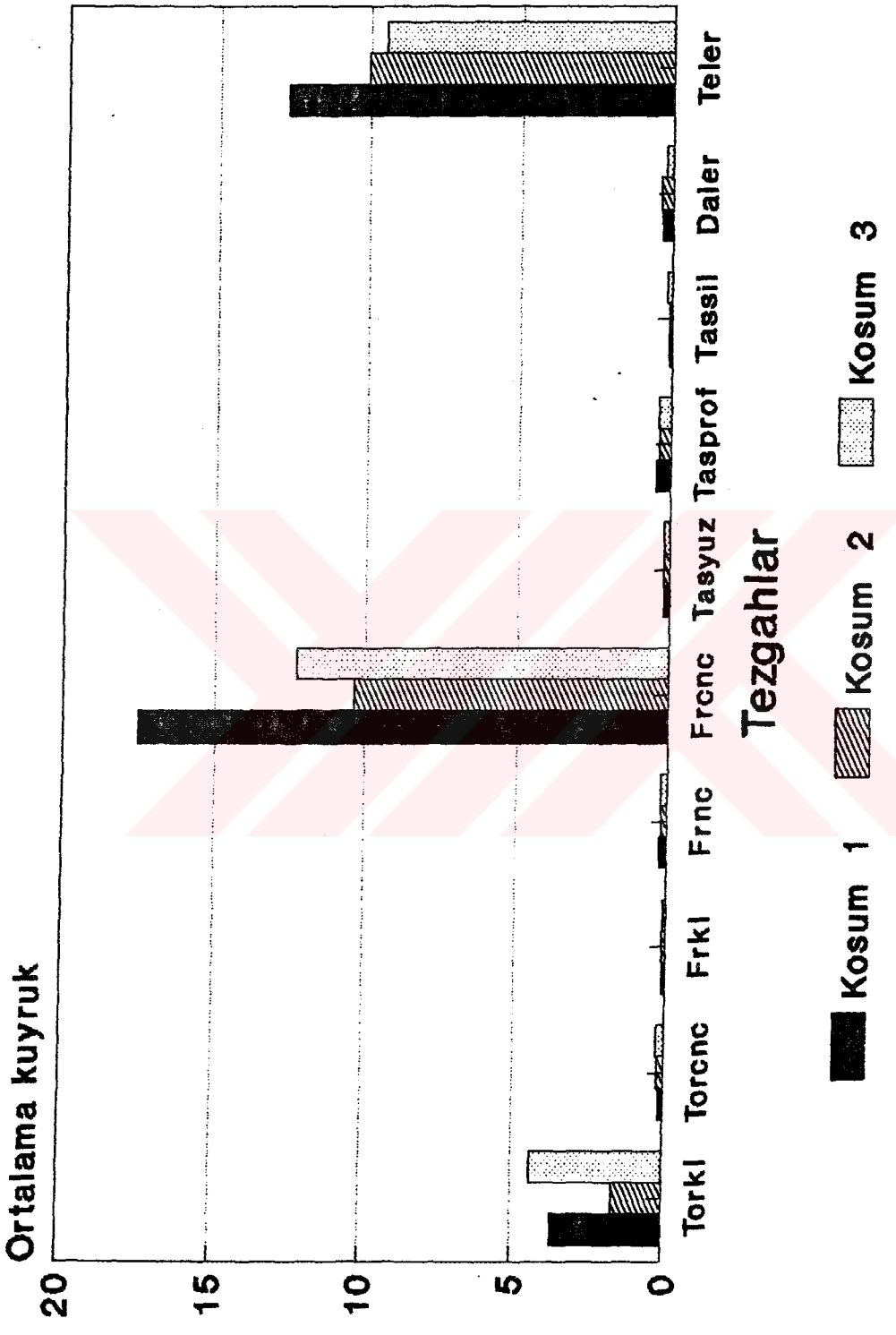
ALTERNATIF 7

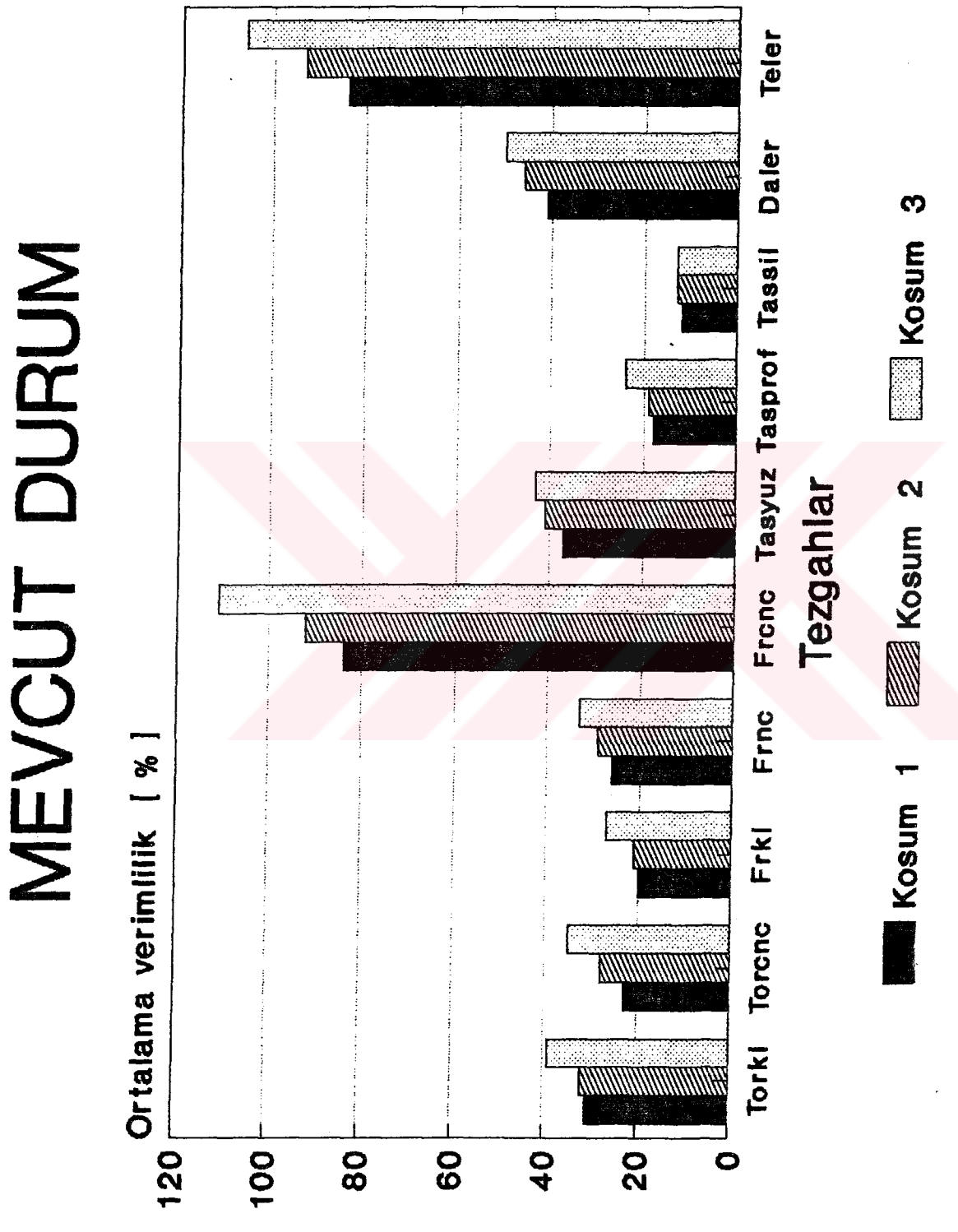


ALTERNATIF 8

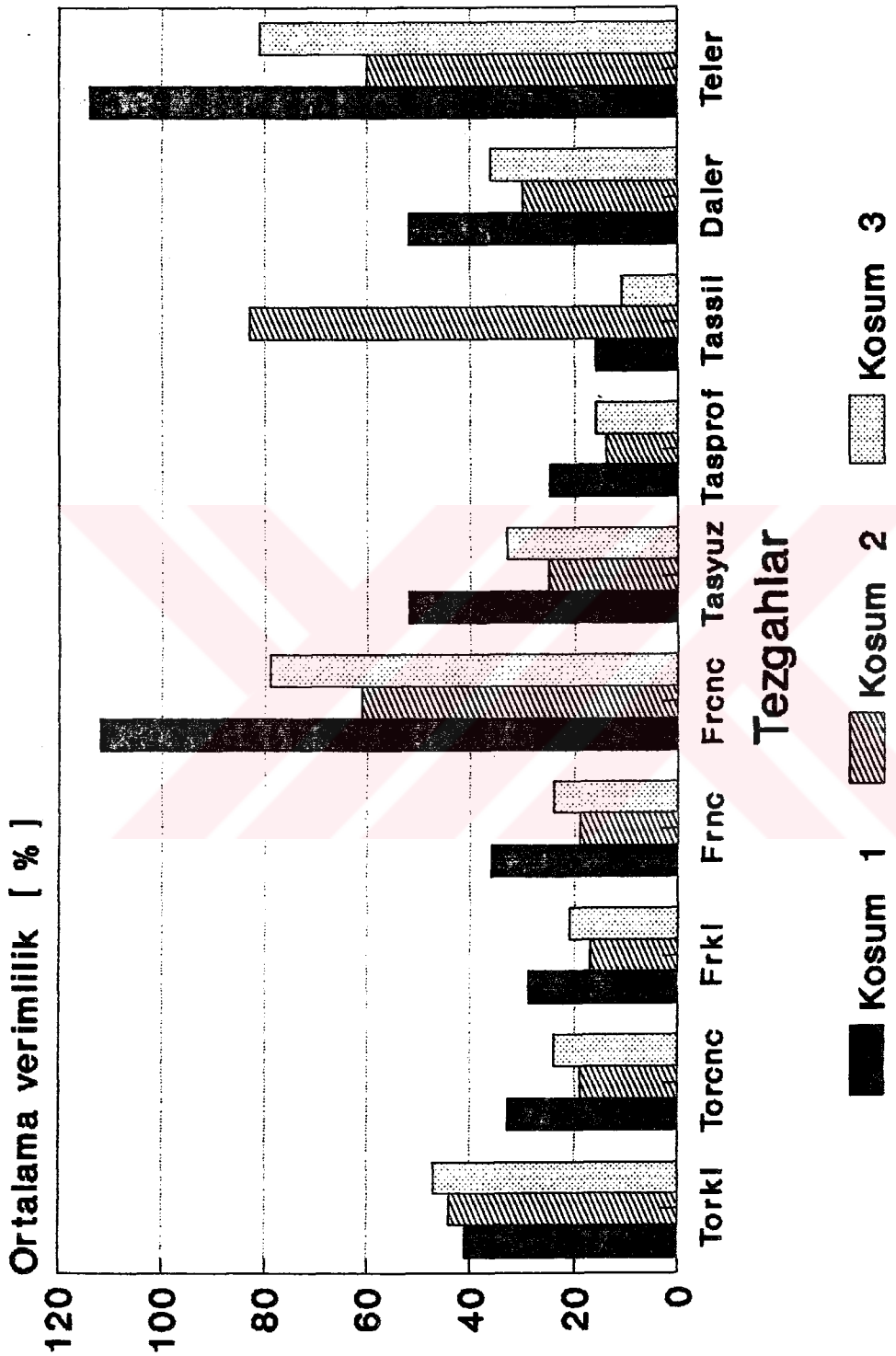


ALTERNATIF 9

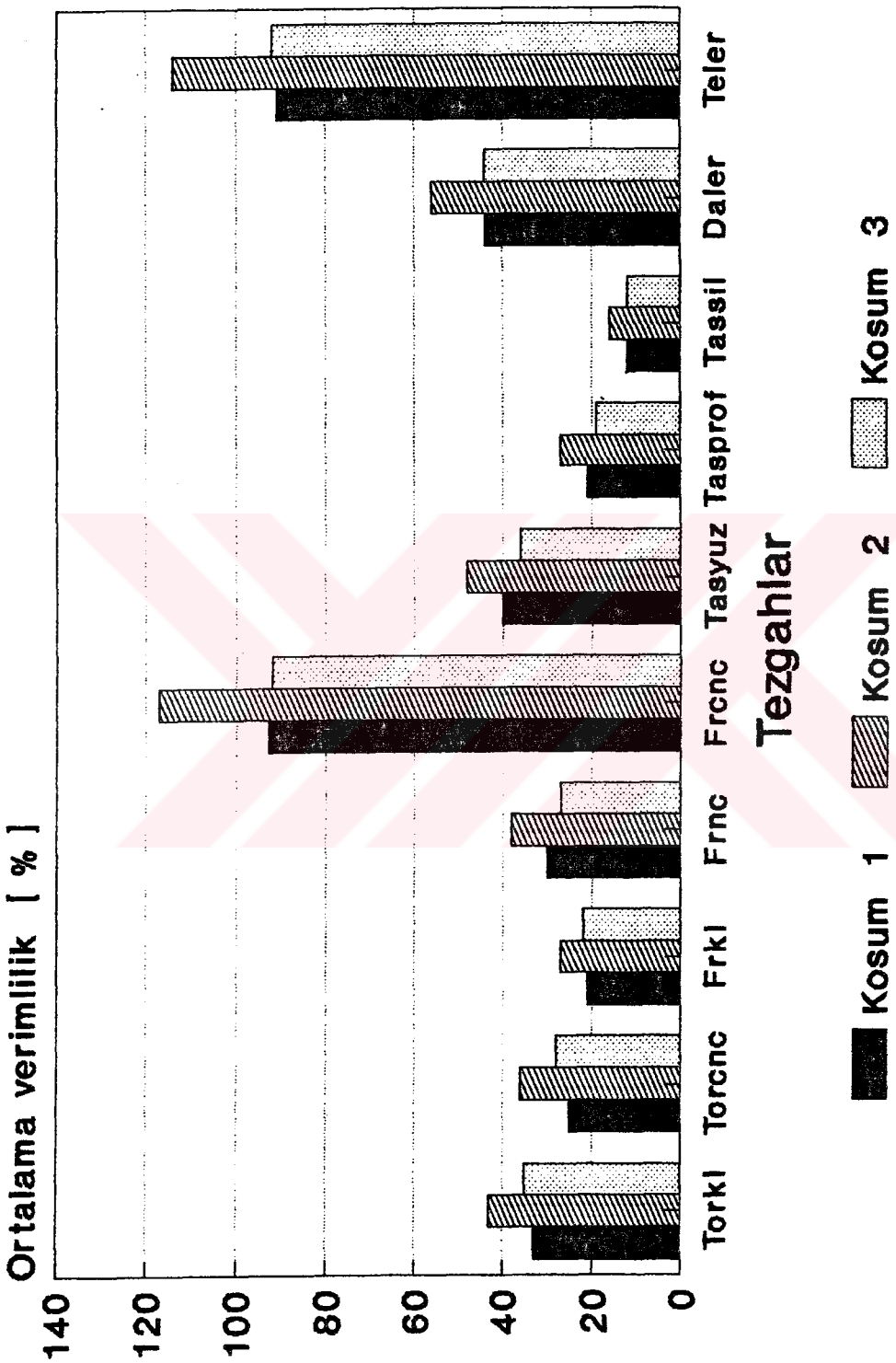



MEVCUT DURUM
Ortalama verimlilik [%]
120
100
80
60
40
20
0
Torkl
Torcnc
Frkl
Frnc
Frcnc
Tasyuz
Tasprof
Tasil
Daler
Teler
Tezgahlar
Kosum 1
Kosum 2
Kosum 3

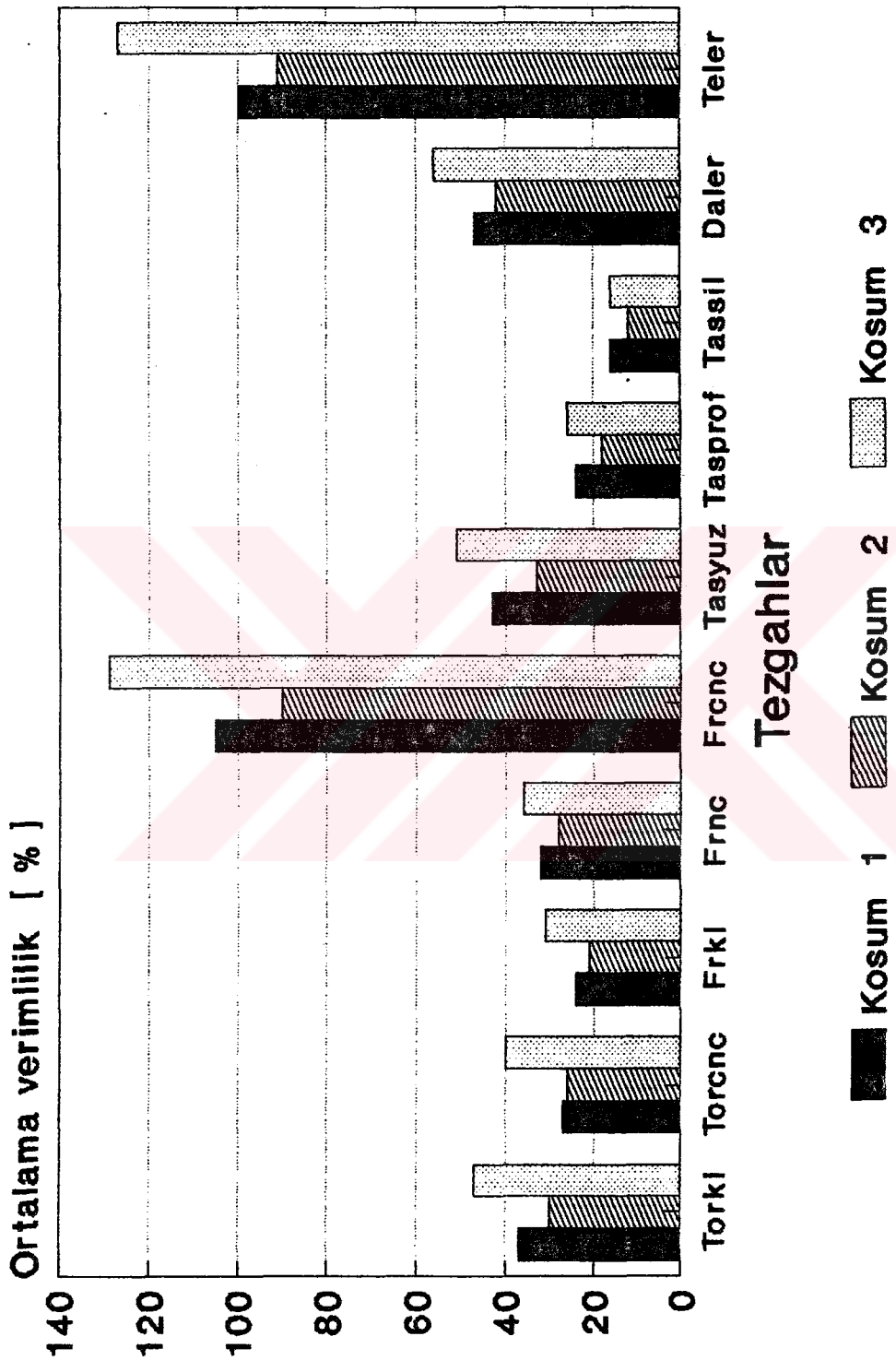
ALTERNATIF 1



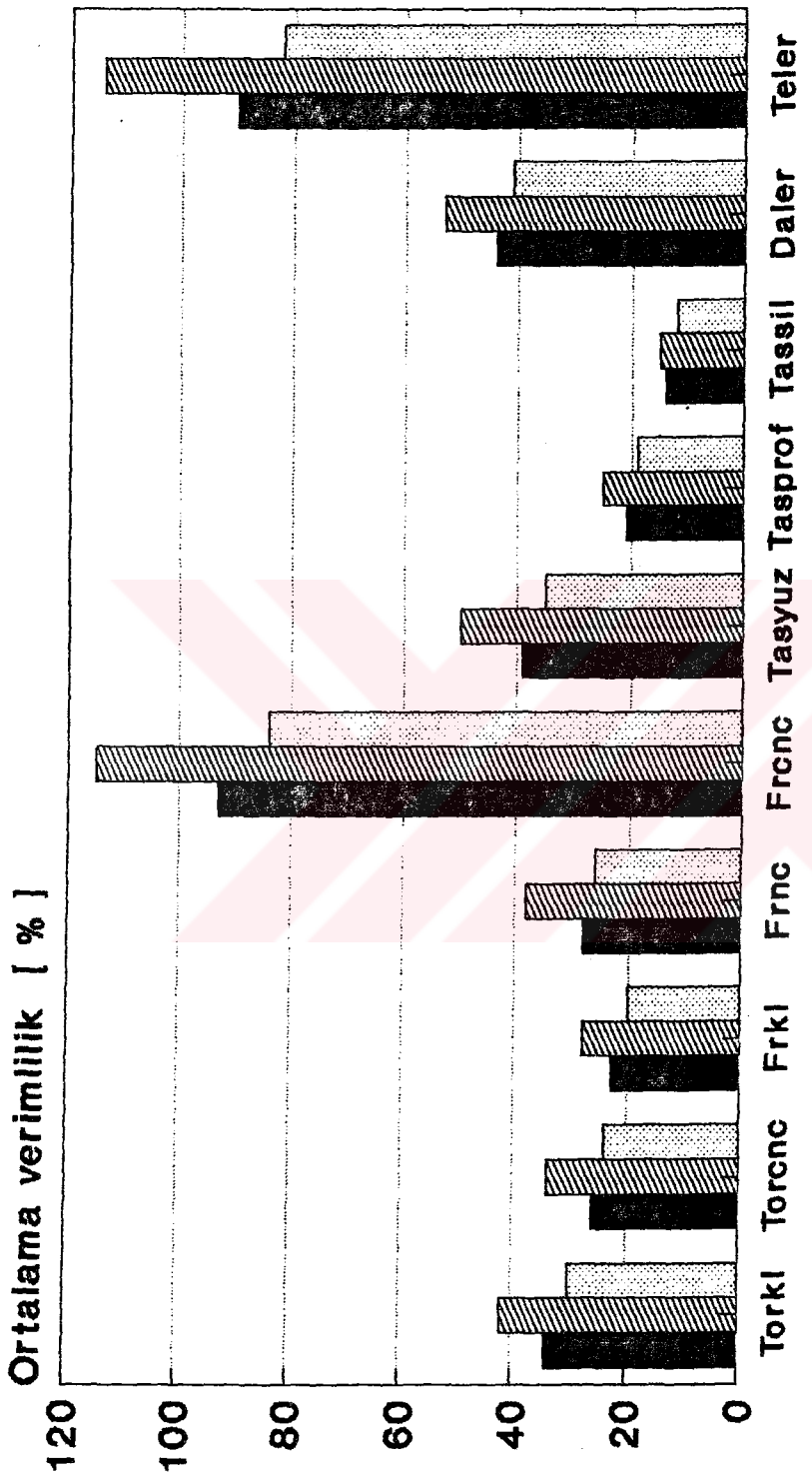
ALTERNATIF 2



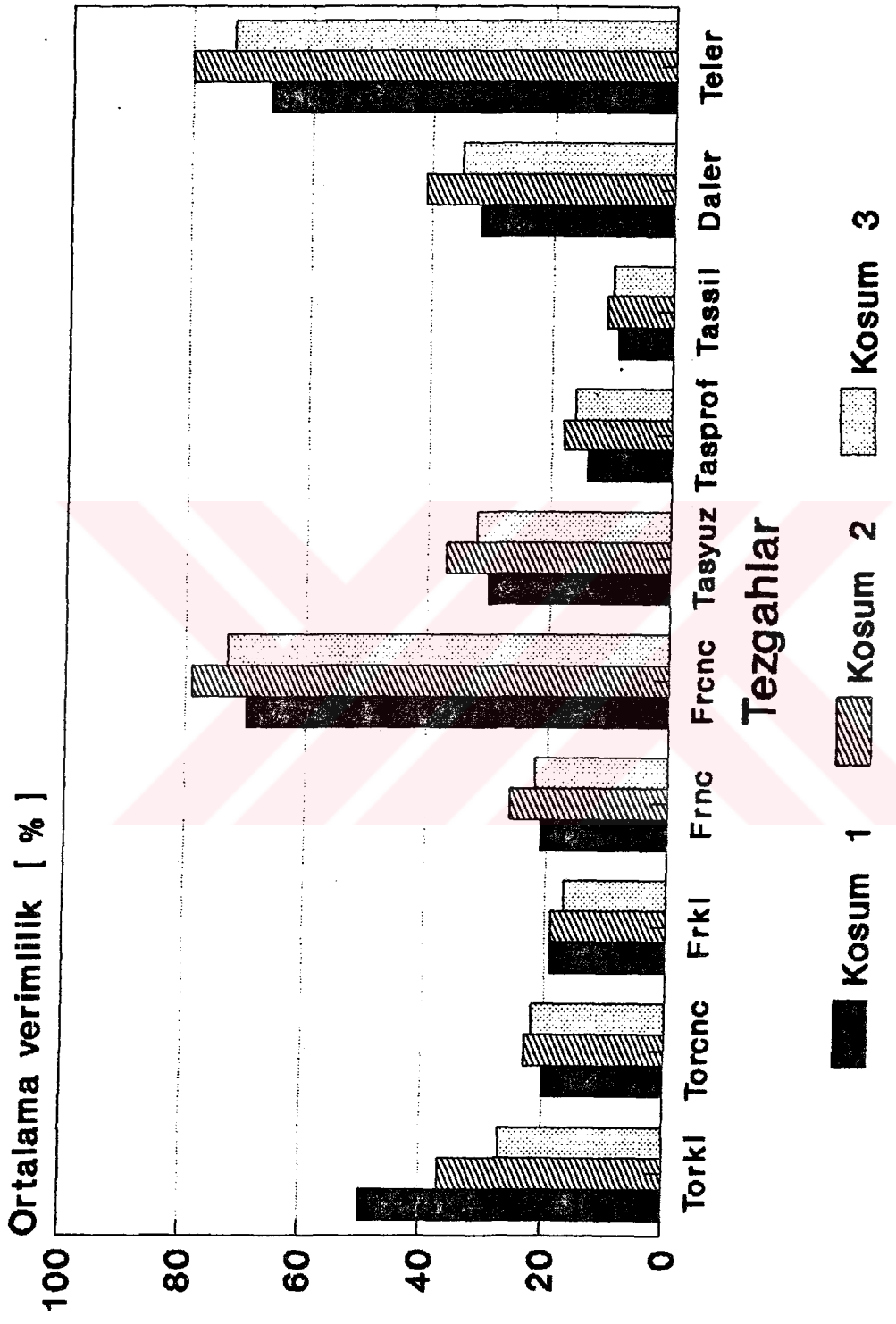
ALTERNATIF 3



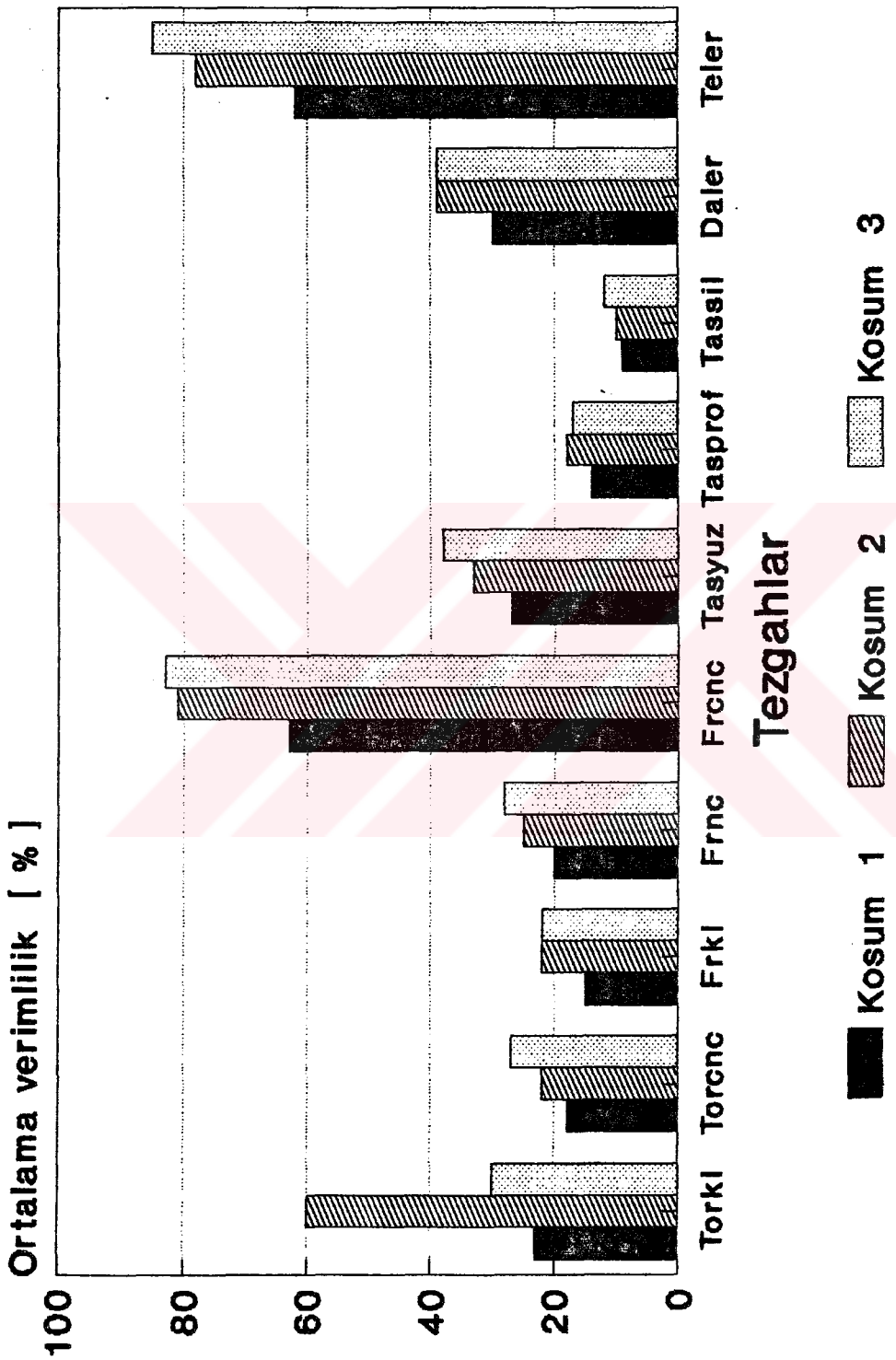
ALTERNATIF 4

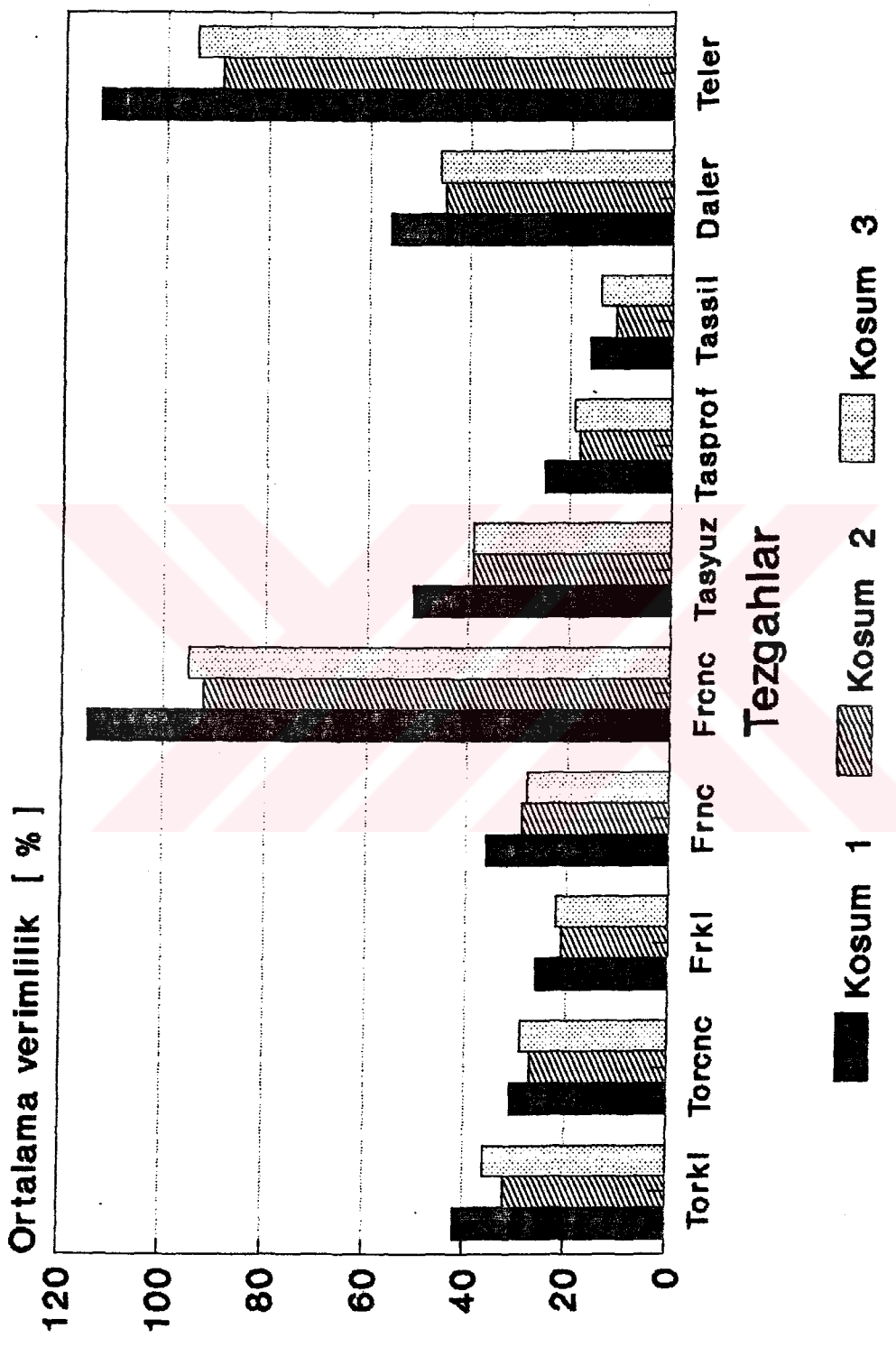


ALTERNATIF 5

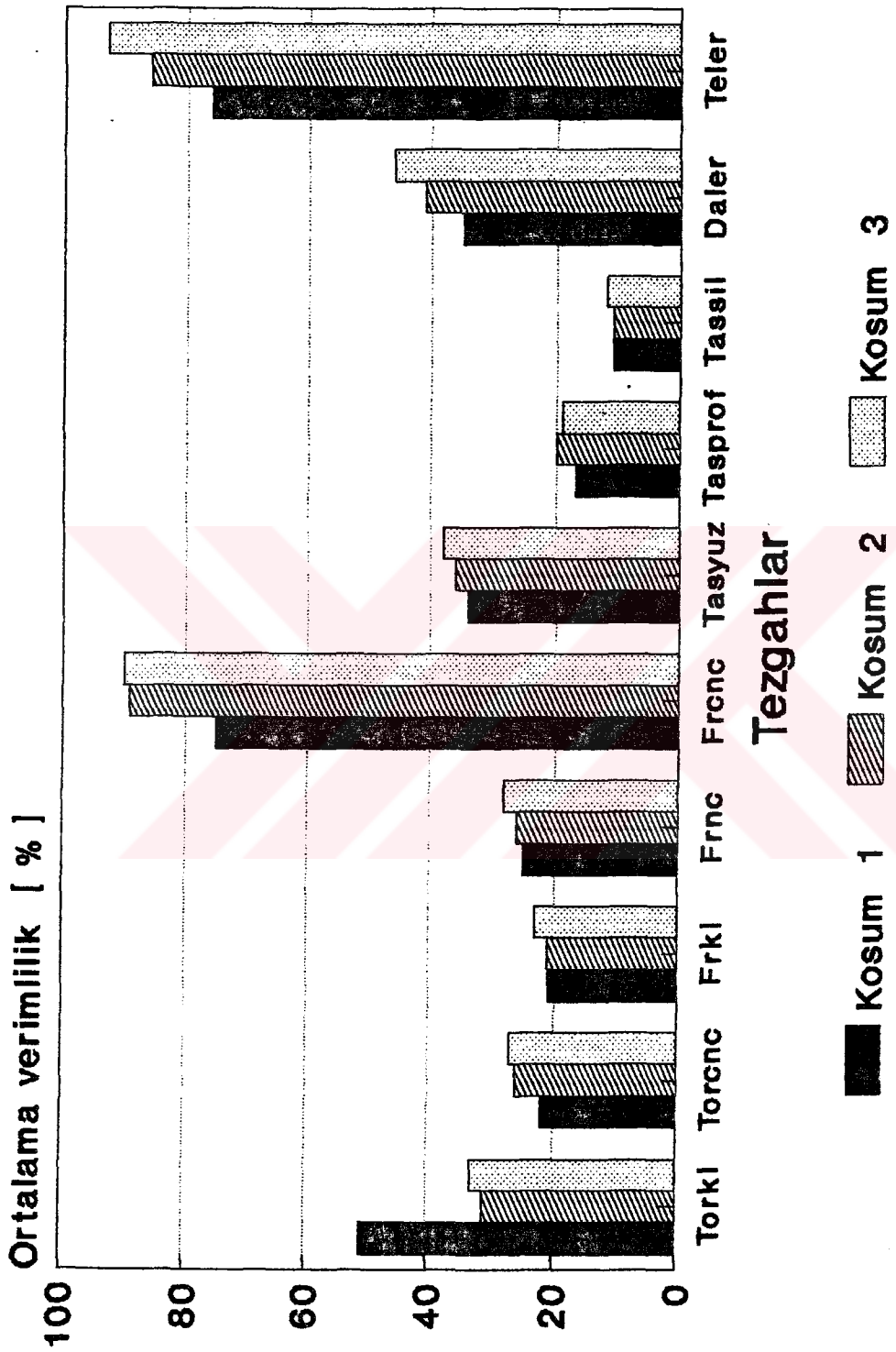


ALTERNATIF 6

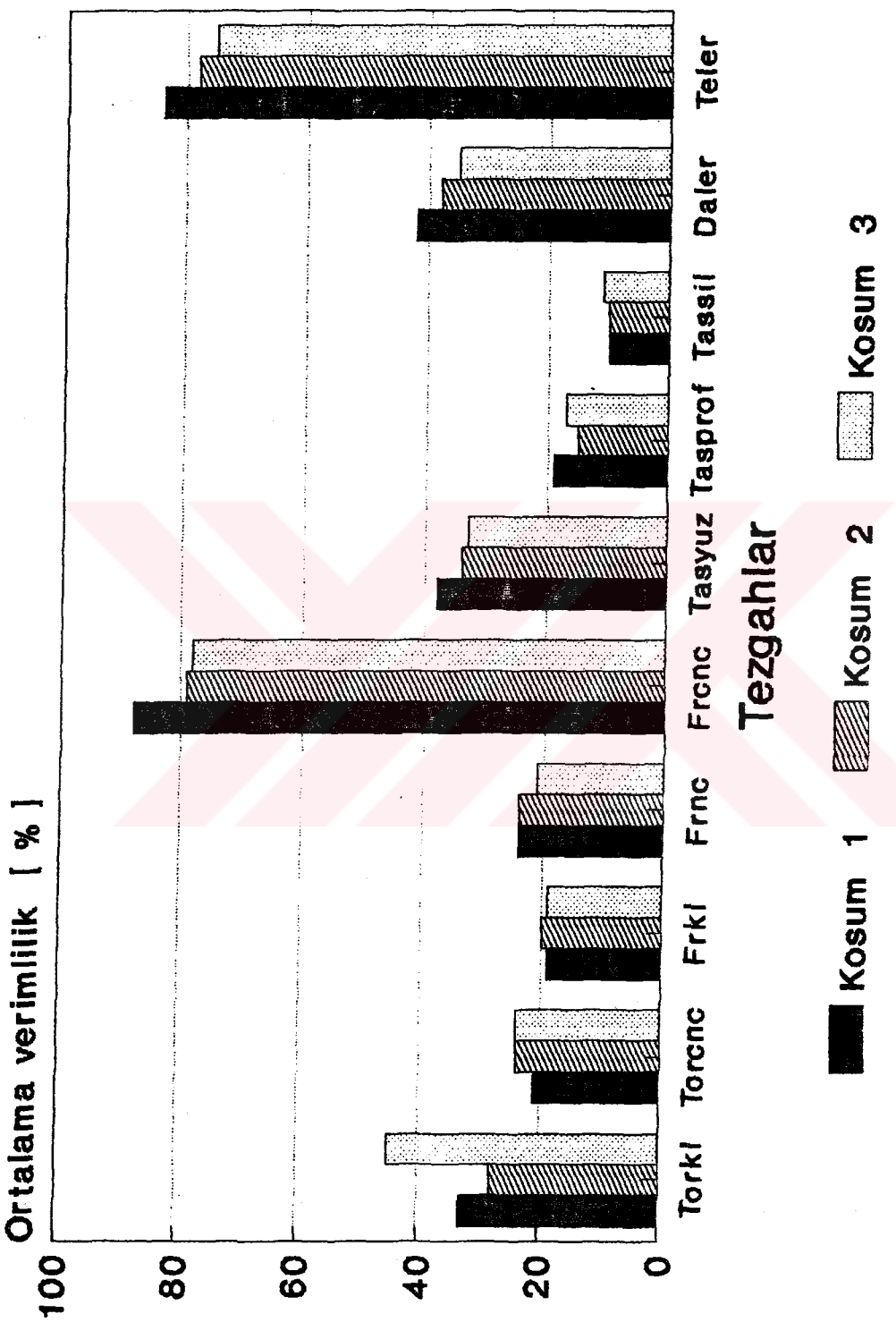


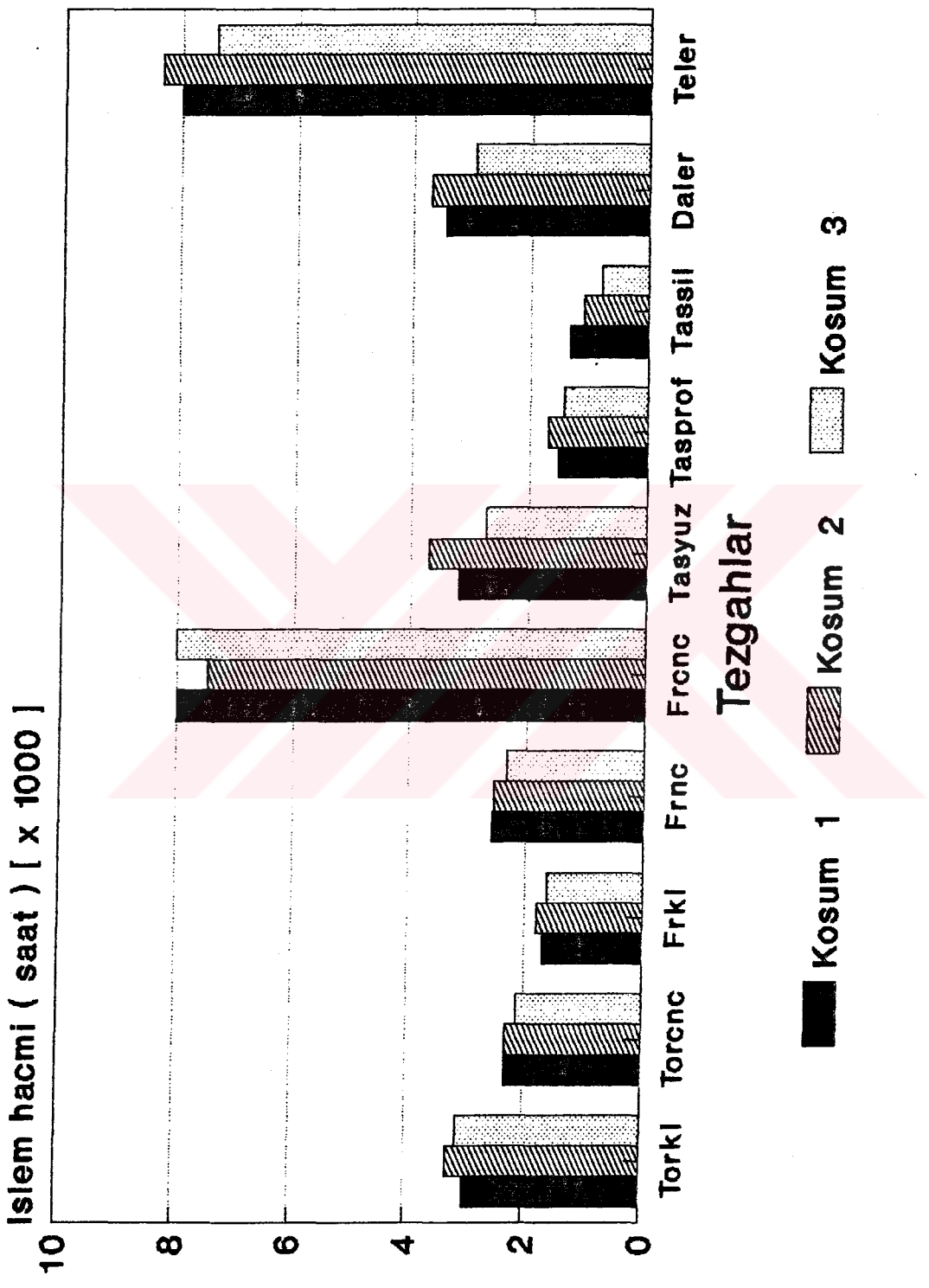

ALTERNATIF 7
Ortalama verimlilik [%]
120
100
80
60
40
20
0
Torkl
Torcnc
Frkl
Frnc
Frcnc
Tasyuz
Tasprof
Tassil
Daler
Teler
Tezgahlar
Kosum 1
Kosum 2
Kosum 3

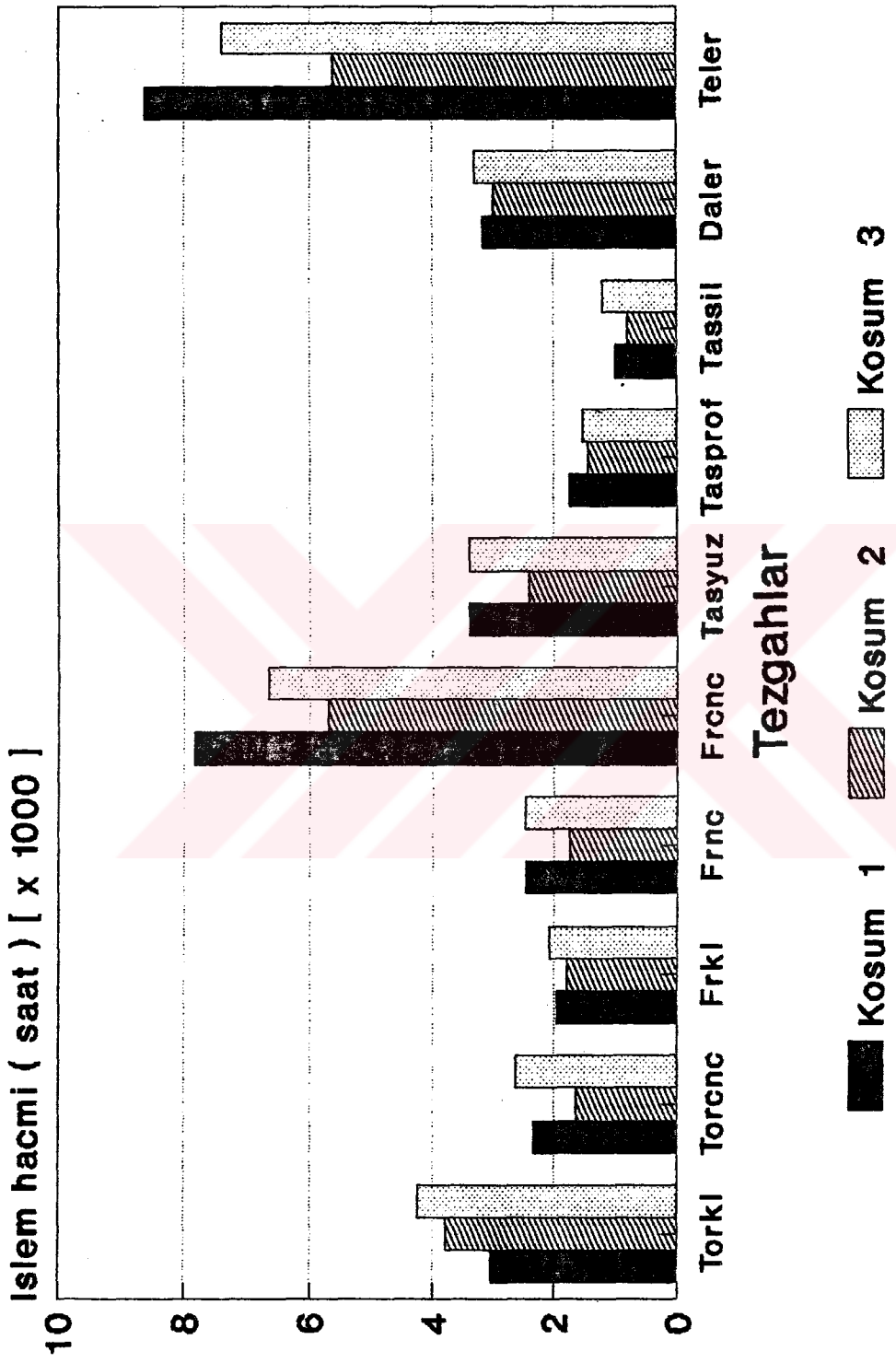
ALTERNATIF 8



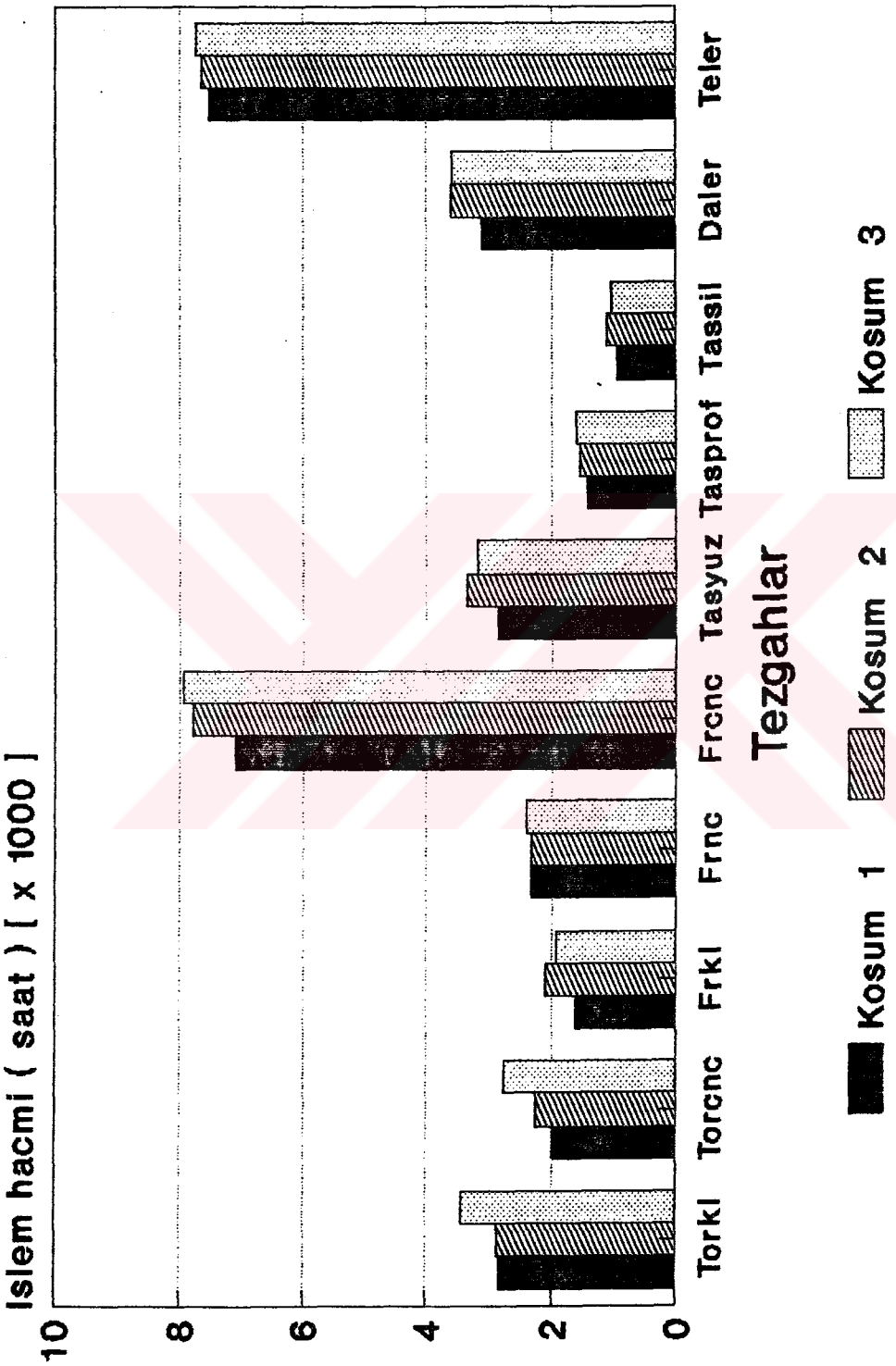
ALTERNATIF 9

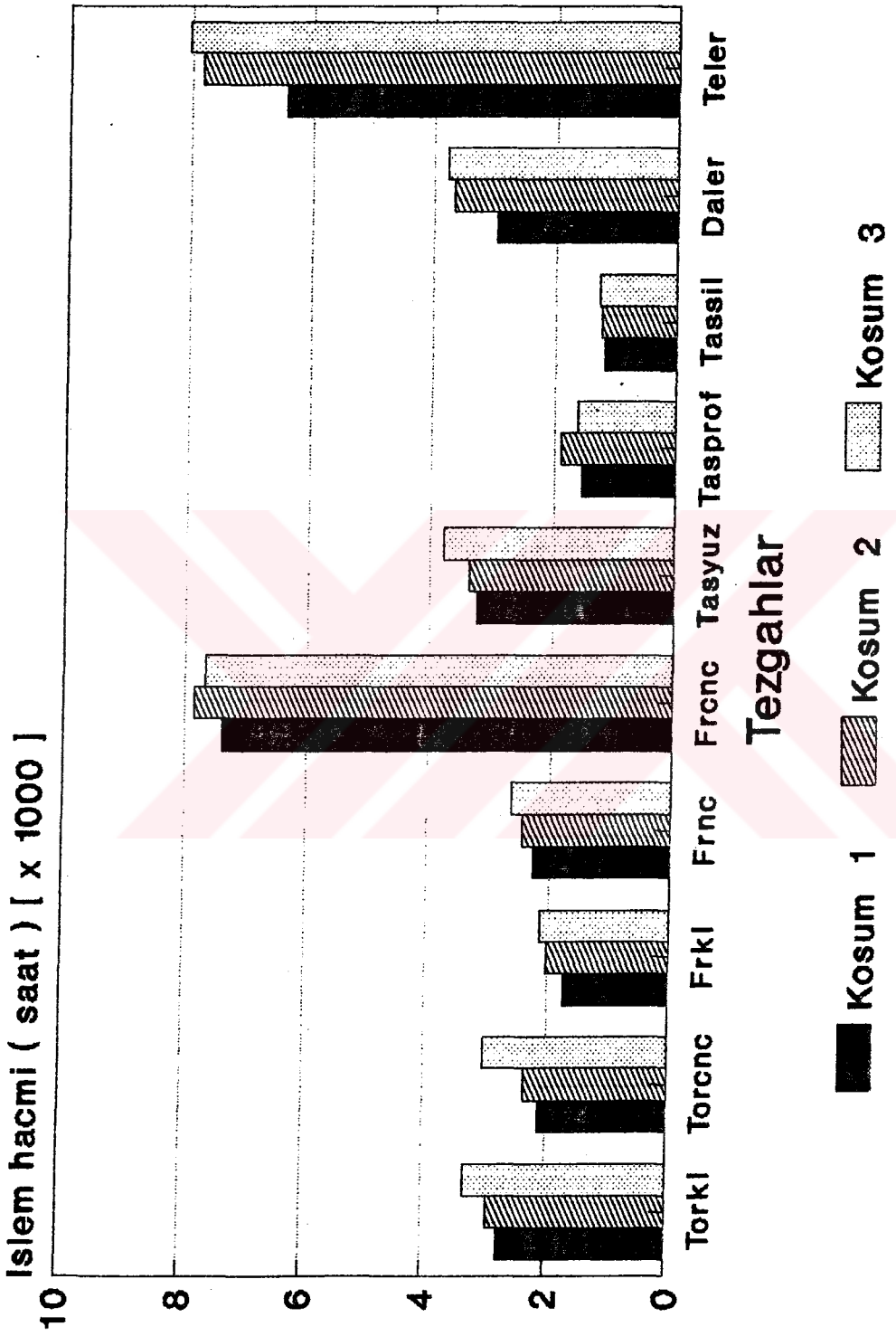



MEVCUT DURUM
Islem hacmi (saat) [x 1000]
10
8
6
4
2
0
Torkl
Torcnc
Frkl
Frnc
Frcnc
Tasyuz
Tasprof
Tassil
Daler
Teler
Tezgahlar
Kosum 1
Kosum 2
Kosum 3

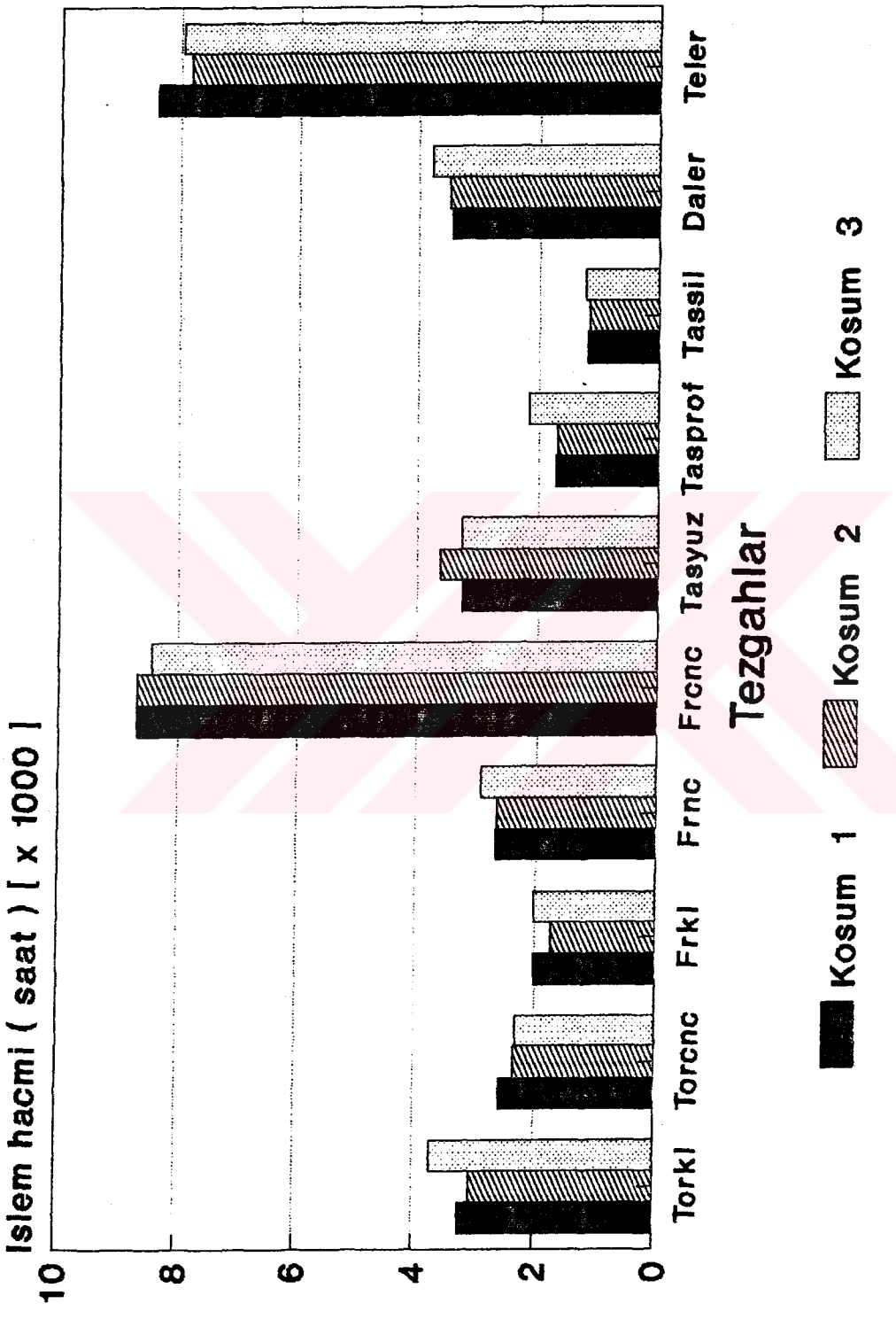

ALTERNATIF 1
Islem hacmi (saat) [x 1000]
10
8
6
4
2
0
Torkl
Torcnc
Frkl
Frnc
Frcnc
Tasyuz
Tasprof
Tassil
Daler
Teler
Tezgahlar
Kosum 1
Kosum 2
Kosum 3

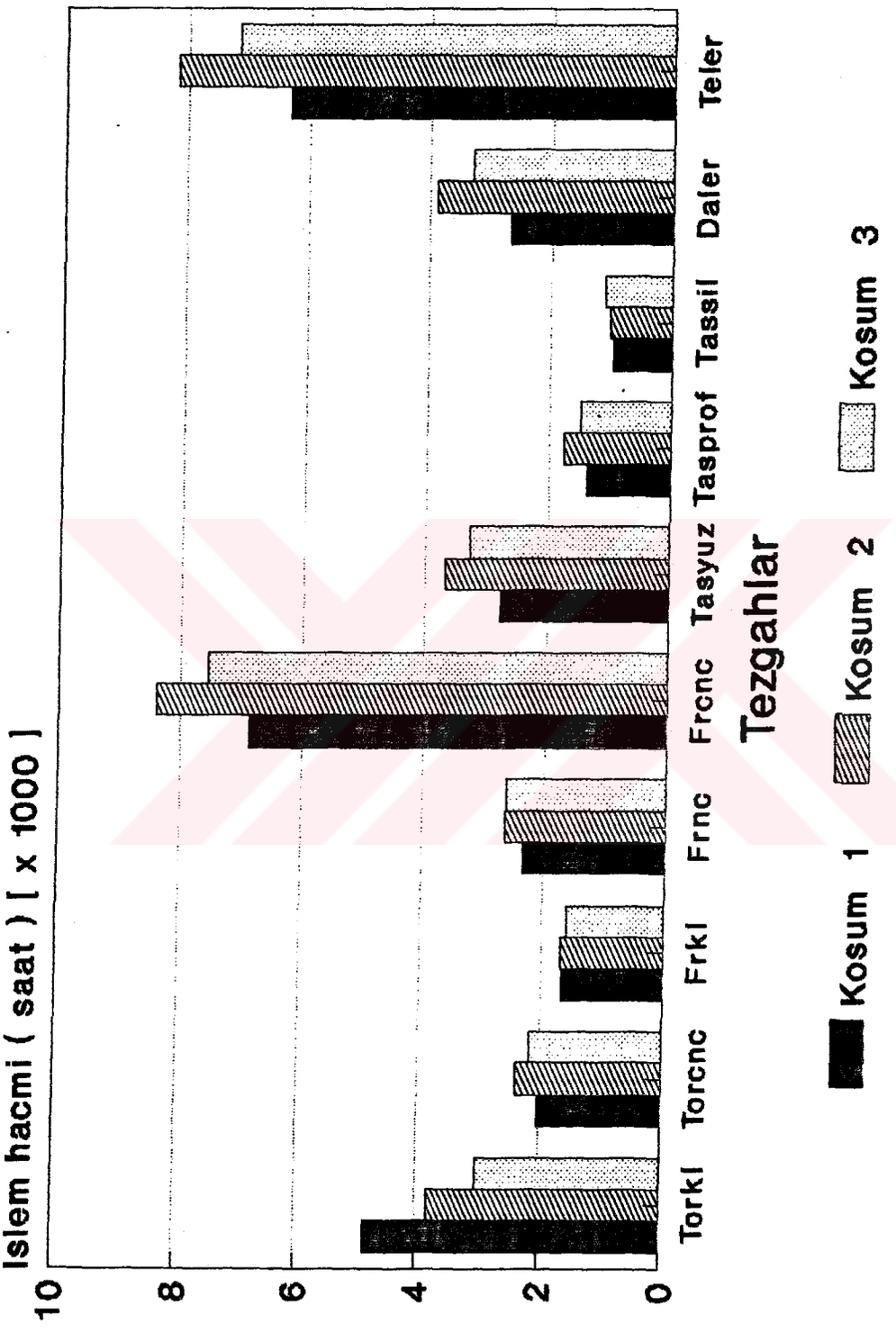
ALTERNATIF 2



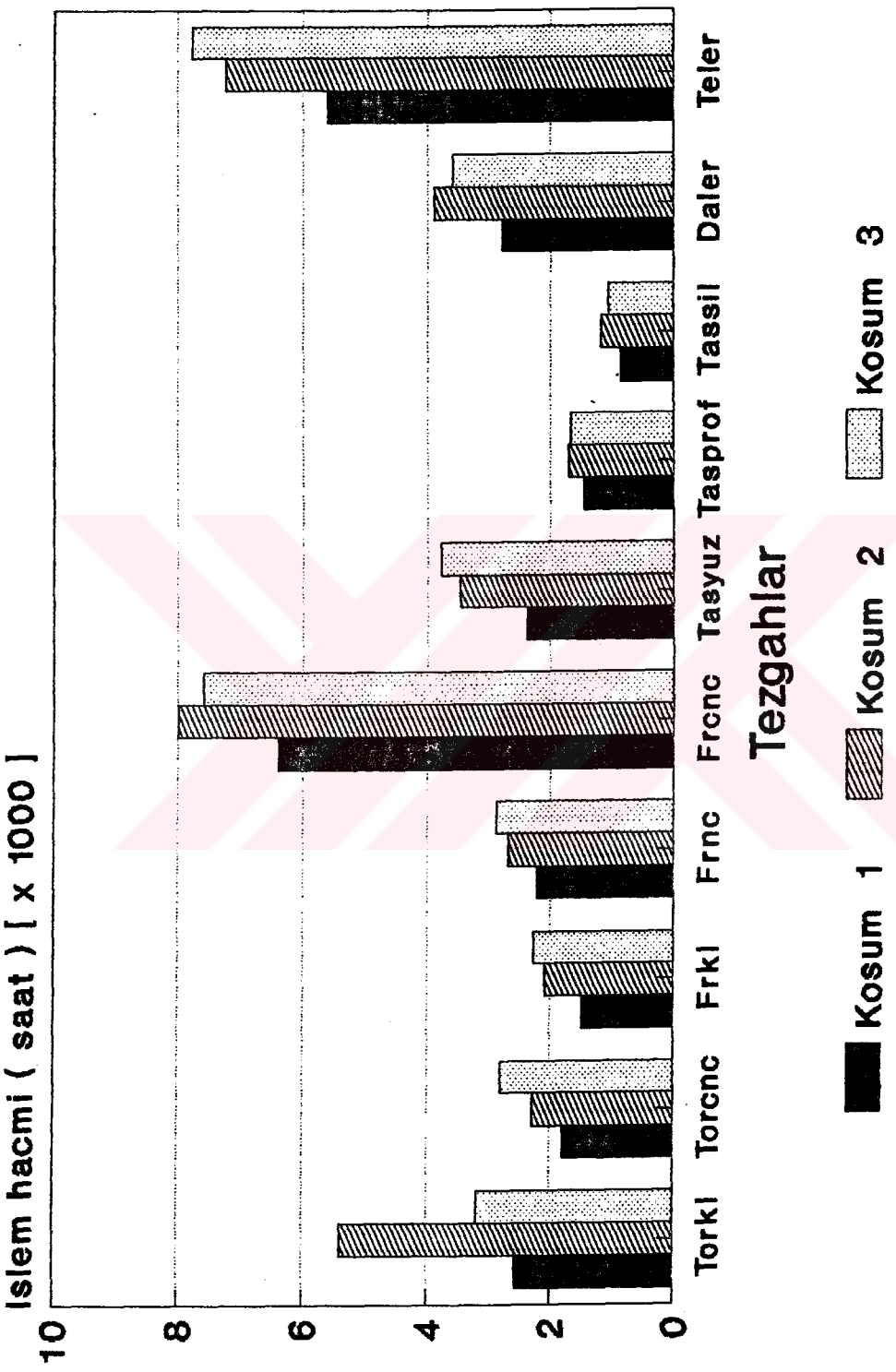

ALTERNATIF 3
Islem hacmi (saat) [x 1000]
10
8
6
4
2
0
Torkl
Torcnc
Frkl
Frnc
Frcnc
Tasyuz
Tasprof
Tassil
Daler
Teler
Tezgahlar
Kosum 1
Kosum 2
Kosum 3

ALTERNATIF 4

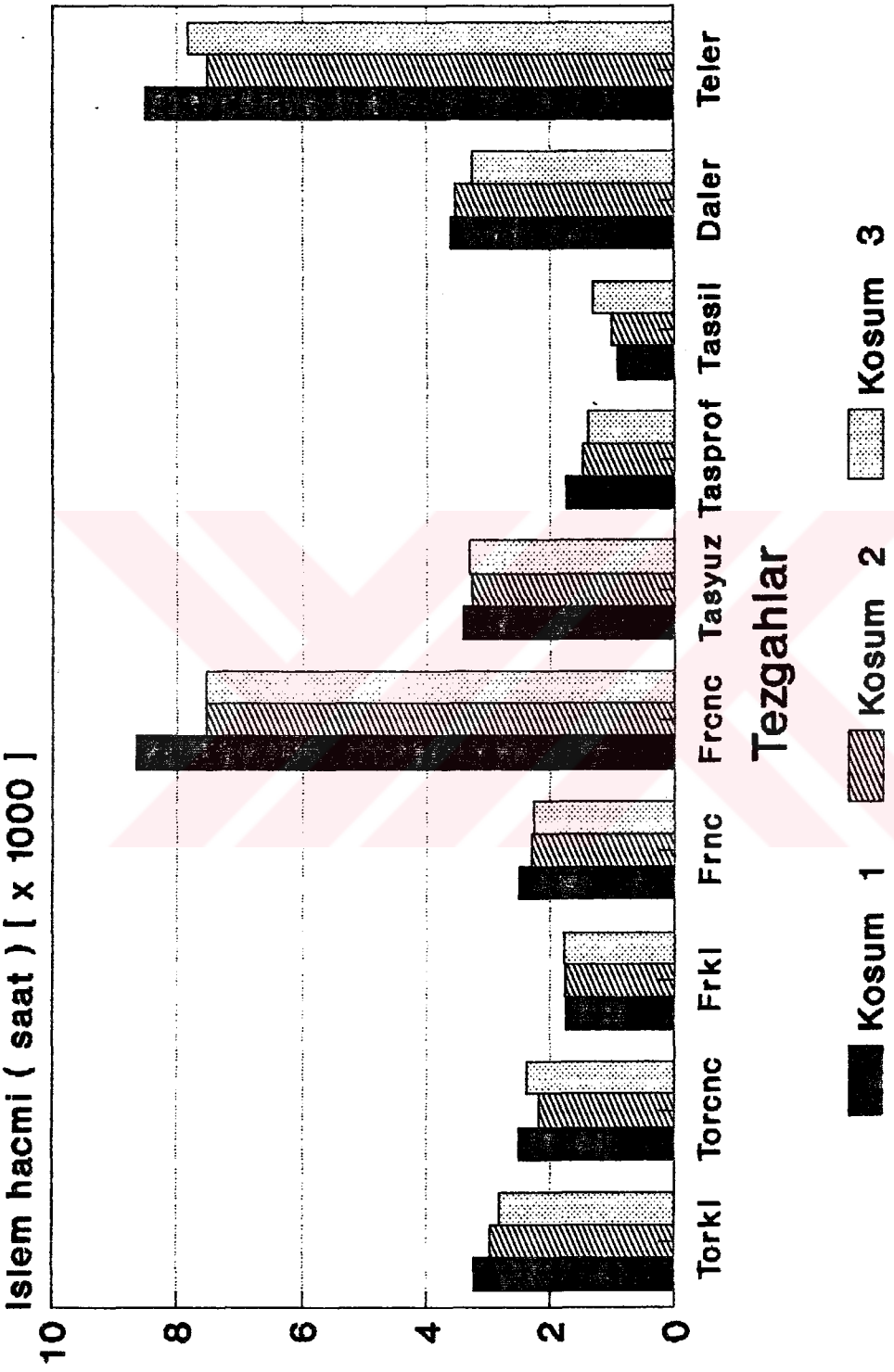



ALTERNATIF 5
Islem hacmi (saat) [x 1000]
10
8
6
4
2
0
Torkl
Torcnc
Frkl
Frnc
Frcnc
Tasyuz
Tasprof
Tassil
Daler
Teler
Tezgahlar
Kosum 1
Kosum 2
Kosum 3

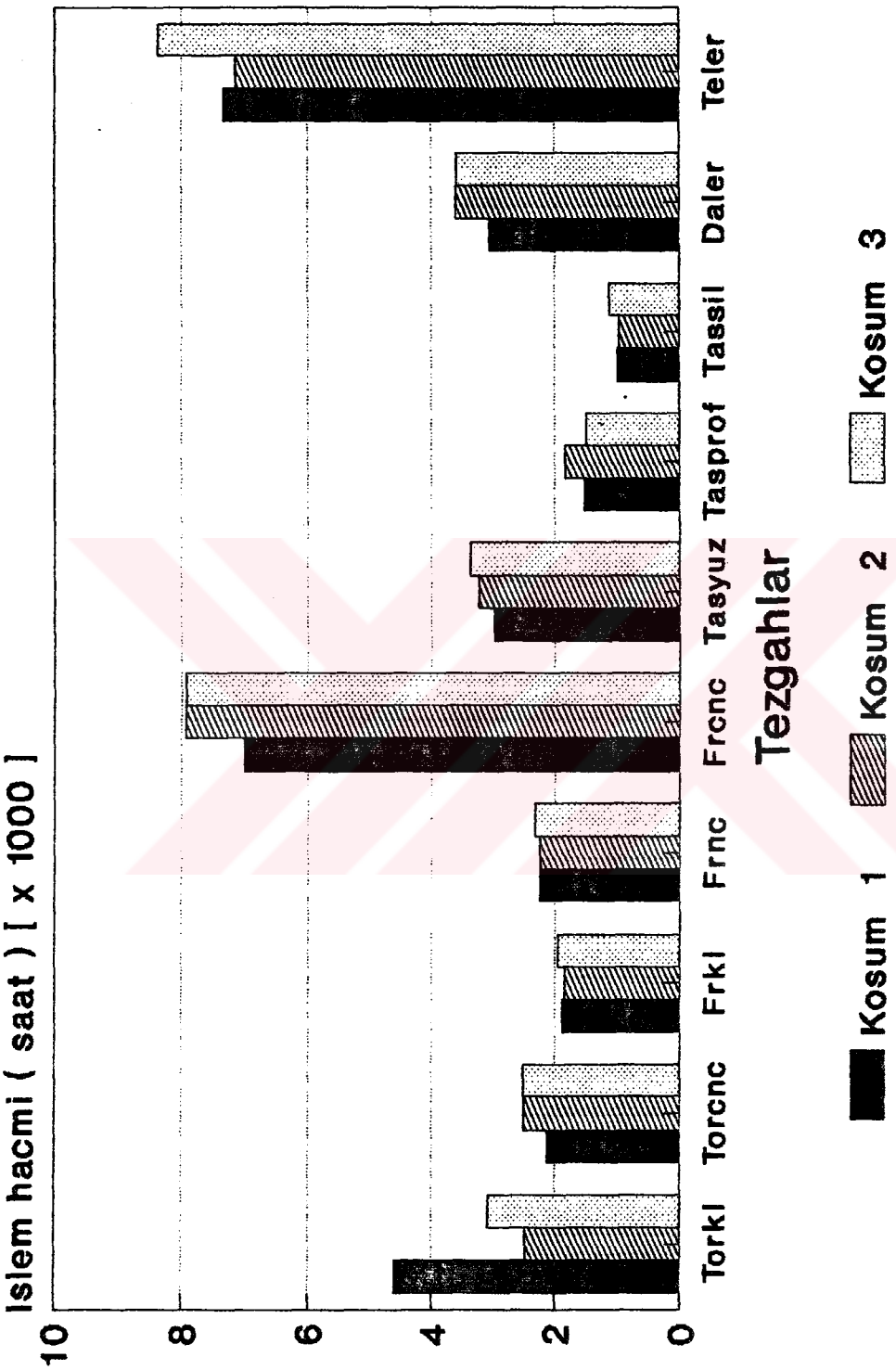
ALTERNATIF 6



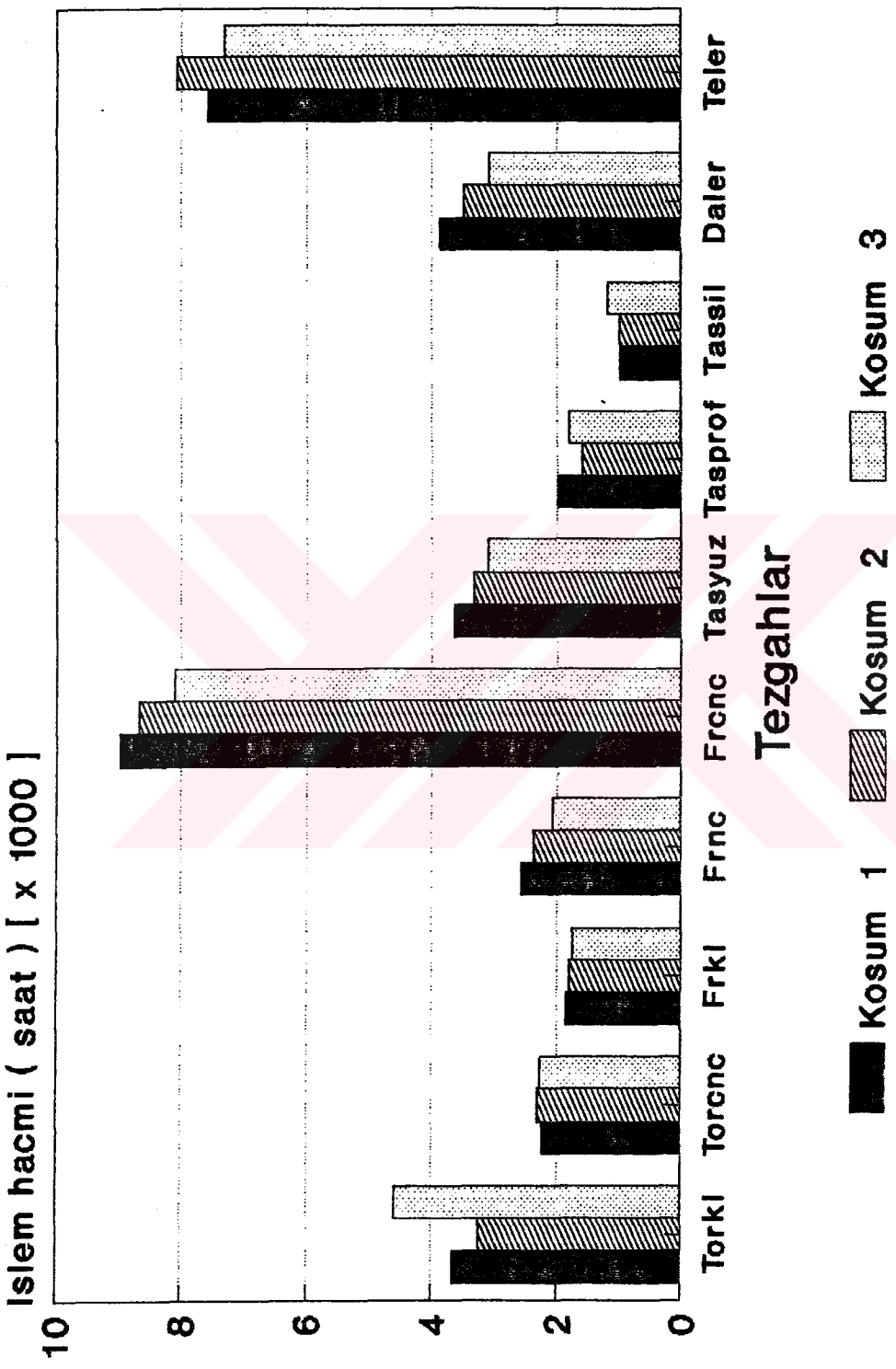
ALTERNATIF 7



ALTERNATIF 8



ALTERNATIF 9



Bu tezin hazırlanmasında kullanılan paket programlar :

1. SIMAN 3.5 Copyright (C) System Modelling Corporation, 1986 Dennis PEGDEN.
   Tezin program kısmı için kullanılmıştır.

2. Q & A Version 3.0 Copyright (C) 1985 - 1988 Symantec.
   Tezin yazımı için kullanılmıştır.

3. FORMTOOL Copyright (C) 1985 - 1986 Bloc Development Corp.
   Tezdeki şekillerin çizilmesi için kullanılmıştır.

4. MICROSTA Microstat Copyright (C) 1984 by ECOSOFT, Inc.
   Tez programında gerçek kalıp atelyesinden toplanan verilerin istatistiksel analizinde kullanılmıştır.

5. HARWARD PRESENTATION GRAPHICS Copyright (C) 1987 Software Publishing Corp. Version 2.10.
   Model çıktılarının gösterildiği grafiklerin çiziminde kullanılmıştır.

6. FANTASY Version 2.05 Hercules, Copyright (C) Prosoft 1986 W.K. MASON.
   Tezdeki bazı ara başlıklarda kullanıldı.

7. SideKick Version 1.56A AST Research Version 1.56A Copyright (C) 1984, 1985 Borland, Inc.

ÖZGEÇMİŞ :

17.9.1967 İstanbul doğumlu olan Zeki AYAĞ ilk, orta, lise öğrenimini sırasıyla Kartal Sabri Taşkın İlkokulunda, Kartal lisesi orta bölümünde, Kartal Teknik Lisesinde yapmıştır. 1984 yılında girdiği üniversite sınavında İ.T.Ü. Endüstri Mühendisliği bölümünü kazanmıştır. 1989 yılında bu bölümden iyi derece ile mezun olmuştur. Ayağ, aynı zamanda aynı bölümde hem yüksek lisansa başlamış hem de bu bölümde araştırma görevlisi olarak çalışmaya başlamıştır.Cobol, Basic, Fortran gibi bilgisayar dillerini bilmektedir. Çalışma konuları imalat sistemleri,uzman sistemler, benzetim ve imalat mühendisliği ile ilgili konulardır. Lisans bitirme ödevinde (1989) imalat sistemleriyle ilgili dünyada yapılmış benzetim uygulamalarını incelemiştir ve İngilizce bilmektedir.