



**ÖZDEŞ PARALEL MAKİNELERDE
ENBÜYÜK TAMAMLANMA ZAMANINI
ENKÜÇÜKLEME AMAÇLI
ÜRETİM ÇİZELGELEME
VE BİR UYGULAMA
Yüksek Lisans Tezi**

Ebru KİREMİTÇİ

Eskişehir 2019

**ÖZDEŞ PARALEL MAKİNELERDE ENBÜYÜK TAMAMLANMA
ZAMANINI ENKÜÇÜKLEME AMAÇLI ÜRETİM ÇİZELGELEME
VE BİR UYGULAMA**

Ebru KİREMİTÇİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Doç. Dr. Haluk YAPICIOĞLU**

**Eskişehir
Eskişehir Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Şubat 2019**

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Ebru KİREMİTÇİ'nin “Özdeş Paralel Makinelerde Enbüyük Tamamlanma Zamanını Enküçükleme Amaçlı Üretim Çizelgeleme ve bir Uygulama” başlıklı tezi 28/02/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından değerlendirilerek “Eskişehir Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği”nin ilgili maddeleri uyarınca, Endüstri Mühendisliği Anabilim dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Unvanı Adı Soyadı

İmza

Üye (Tez Danışmanı)

: Doç. Dr. Haluk YAPICIOĞLU

.....

Üye

: Dr. Öğr. Üyesi Ilgın ACAR

.....

Üye

: Prof. Dr. Ezgi AKTAR DEMİRTAŞ

.....

.....

Prof. Dr. Ersin YÜCEL

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ÖZET

ÖZDEŞ PARALEL MAKİNELERDE ENBÜYÜK TAMAMLANMA ZAMANINI ENKÜÇÜKLEME AMAÇLI ÜRETİM ÇİZELGELEME VE BİR UYGULAMA

Ebru KİREMITÇİ

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Eskişehir Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şubat 2019

Danışman: Doç. Dr. Haluk YAPICIOĞLU

Çalışmada, armatür üretimi yapılan bir işletmenin döküm atölyesindeki özdeş paralel döküm makinelerinin çizelgelenmesi problemi ele alınmıştır. Ele alınan problemi çözmek için maksimum tamamlanma zamanını en küçükleme amaçlı 0-1 karma tamsayılı matematiksel model geliştirilmiştir. Çok makineli durum için geliştirilen matematiksel modelin çözümü ile hangi işlerin hangi partiye atanacağı, partilerin hangi makineye hangi sırada ve hangi zaman aralığında atanacağı belirlenmektedir. İşletmede çizelgeleme işleminin kısa sürede bitmesi gerekliliği ve matematiksel modellerin büyük boyutlu problemlerin çözümünde etkisiz kalması nedeniyle bu problem için ayrıca kısa sürede oldukça iyi bir çözüm bulan algoritma geliştirilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Paralel makine çizelgeleme, 0-1 Karma tamsayılı programlama, Sezgisel algoritmalar.

ABSTRACT

PRODUCTION SCHEDULING IN IDENTICAL PARALLEL MACHINES TO MINIMIZE MAKESPAN WITH AN APPLICATION

Ebru KİREMİTÇİ

Department of Industrial Engineering

Eskişehir Technical University, Graduate School of Sciences, February 2019

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Haluk YAPICIOĞLU

In this study, the problem of scheduling identical parallel machines in the casting workshop of an armature producer has been discussed. To solve the problem, a 0-1 mixed integer mathematical model was developed to minimize the makespan. With the solution of the mathematical model developed for the multi-machine case, it is determined which jobs will be assigned to which batch, which batch will be assigned to which machine and in which time interval and in which order. Due to the fact that the scheduling process needs to be completed in a short time and the mathematical models are ineffective in solving large-scale problems, an algorithm has been developed to find very good solutions for this problem in a short period of time.

Keywords: Parallel machine scheduling, 0-1 Mixed integer programming, Heuristic algorithms.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada bana danışmanlık ederek beni yönlendiren, bilgi ve deneyimlerini esirgemeyen, destek olan danışman hocam Sayın Doç. Dr. Haluk YAPICIOĞLU'na teşekkürlerimi sunarım.

Ebru KİREMİTÇİ

Şubat 2019

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın Eskişehir Teknik Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programı”yla tarandığını ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

.....

Ebru KİREMİTÇİ

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
BAŞLIK SAYFASI	i
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR	v
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
2. PARALEL MAKİNELERDE ÇİZELGELEME VE LİTERATÜR	
TARAMASI	3
2.1. Paralel Makinelerde Çizelgeleme	3
2.2. Literatür Taraması	7
3. PROBLEMİN TANIMI VE ÇÖZÜM YÖNTEMİ	11
3.1. Problemin Tanımı	11
3.2. Çözüm Yöntemi	11
3.2.1. Matematiksel model	11
3.2.1.1. Tek makineli durum için oluşturulan matematiksel model ..	12
3.2.1.2. Çok makineli durum için oluşturulan matematiksel model ..	14
3.2.2. Test problemleri ve GAMS/CPLEX ile elde edilen test sonuçları ...	17
3.2.2.1. Tek makineli durum için oluşturulan test problemleri ve	
sonuçları	17
3.2.2.2. Çok makineli durum için oluşturulan test problemleri ve	
sonuçları	20
3.2.3. Geliştirilen sezgisel çözüm algoritması	23
3.2.4. Geliştirilen sezgisel çözüm algoritması ile elde edilen test	
sonuçları.....	28

3.2.4.1. Tek makineli durum için oluşturulan test problemlerinin sonuçları	28
3.2.4.2. Çok makineli durum için oluşturulan test problemlerinin sonuçları	29
4. UYGULAMA	31
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	48
KAYNAKÇA	50
EKLER	
ÖZGEÇMİŞ	



ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.1. Örnek veri seti (5 iş- 5 parti)	18
Çizelge 3.2. 5 iş- 5 parti test problemi için elde edilen optimal çizelge.....	18
Çizelge 3.3. 3 iş- 7 parti test problemi için elde edilen optimal çizelge.....	19
Çizelge 3.4. Test problemlerinin çözüm zamanları, çözüm sonuçları, değişken ve kısıt sayıları.....	20
Çizelge 3.5. Örnek veri seti (8 iş- 4 parti- 3 makine	21
Çizelge 3.6. 8 iş- 4 parti- 3 makine test problemi için elde edilen optimal çizelge	21
Çizelge 3.7. 5 iş- 9 parti- 3 makine test problemi için elde edilen optimal çizelge.....	22
Çizelge 3.8. Test problemlerinin çözüm zamanları, çözüm sonuçları, değişken ve kısıt sayıları.....	23
Çizelge 3.9. Matematiksel model ve geliştirilen algoritmanın çözüm sonuçlarının karşılaştırılması.....	28
Çizelge 3.10. Matematiksel model ve geliştirilen algoritmanın çözüm sonuçlarının karşılaştırılması.....	29
Çizelge 4.1. 10 iş- 3 makine problem verileri.....	32
Çizelge 4.2. 10 iş- 3 makine probleminin algoritma çözüm sonuçları.....	33
Çizelge 4.3. 10 iş- 3 makine probleminin matematiksel model çözüm sonuçları.....	34
Çizelge 4.4. 10 iş- 3 makine probleminin matematiksel model çözüm sonuçları.....	36
Çizelge 4.5. Matematiksel model ve geliştirilen algoritmanın çözüm sonuçlarının karşılaştırılması.....	37
Çizelge 4.6. 25 iş- 3 makine probleminin algoritma çözüm sonuçları.....	38
Çizelge 4.7. 25 iş- 3 makine probleminin matematiksel model çözüm sonuçları.....	40
Çizelge 4.8. 25 iş- 3 makine probleminin matematiksel model çözüm sonuçları.....	42
Çizelge 4.9. Matematiksel model ve geliştirilen algoritmanın çözüm sonuçlarının karşılaştırılması.....	44

Çizelge 4.10. Matematiksel model ve geliştirilen algoritmanın çözüm sonuçlarının karşılaştırılması.....	47
--	----



ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 3.1. Excel’de oluşturulan program.....	25
Şekil 3.2. “Hesapla” düğmesinin sağ tarafında oluşan alan.....	27



1. GİRİŞ

Çizelgeleme, birçok üretim ve hizmet endüstrisinde düzenli olarak kullanılan bir karar verme sürecidir. Çizelgeleme, bir veya birden fazla amacın optimize edilmeye çalışılarak kaynakların görevlere belirli bir zaman periyodu boyunca tahsis edilmesidir. İşletmelerdeki kaynaklar ve görevler birçok farklı şekilde tanımlanabilmektedir. Kaynaklar, bir atölyedeki makineler, bir hava alanındaki pistler, bir inşaat sahasındaki çalışanlar gibi farklı şekillerde olabilir. Görevler ise, bir üretim sürecindeki işlemler, bir hava alanındaki kalkış ve inişler, bir yapı projesinin aşamaları vs. olabilir. Amaçlar da birçok farklı şekilde tanımlanabilmektedir. Bir amaç, en son işin tamamlanma zamanının en küçüklenmesi olabilirken, bir başkası ise öngörülen teslim tarihinden sonra tamamlanan işlerin sayısının en küçüklenmesi olabilir (Pinedo, 2008).

Bir üretim sisteminde çizelgeleme, işlerin nerede ve hangi sıra ile hangi zaman aralığında üretileceğinin belirlenmesidir. İşlerin daha az kaynak kullanılarak daha kısa zamanda üretilmesi etkin bir çizelgeleme çalışmasının yapılması ile mümkündür (Akyol, 2013). Dolayısıyla, işlerin etkin bir şekilde çizelgelenmesi günümüzdeki rekabetçi ortamda işletmeler için çok önemlidir.

Paralel makinelerde çizelgeleme, çizelgeleme konusunun önemli bir alt konusudur. Birden fazla sayıda aynı işi yapabilen makineler paralel makineler olarak adlandırılmaktadır. Paralel makine çizelgeleme problemlerine gerçek hayatta sıklıkla rastlanmaktadır. Paralel makine çizelgeleme problemleri, işlerin makinelerde işlenme sürelerine göre özdeş paralel makineler, düzgün paralel makineler ve ilişkisiz paralel makineler olmak üzere üç farklı türde incelenmektedir. Bir parça tüm makinelerde aynı sürede üretilbiliyorsa, bu makineler özdeş (*identical*) paralel makineler denilmektedir. Bir parça tüm makinelerde aynı sürede üretilmiyor ancak süre farklılıkları parametrik bir ilişki ile açıklanabiliyorsa, makineler düzgün (*uniform*) paralel makineler olarak adlandırılmaktadır. Parçaların makinelerdeki üretim süreleri düzensiz bir şekilde farklılık gösteriyorsa, makineler ilişkisiz (*unrelated*) paralel makineler olarak adlandırılmaktadır (Pinedo, 2011).

Paralel makine çizelgeleme problemleri, aynı işi yapabilen birden fazla makinenin olduğu üretim ortamlarında görülmektedir. Paralel makine çizelgeleme problemlerinde, her iş paralel makinelerin herhangi birinde işlem görebilmektedir.

Bu çalışmada, bir işletmenin döküm atölyesindeki özdeş paralel makinelerin çizelgelenmesi problemi ele alınmıştır. Ele alınan problemi çözmek için maksimum

tamamlanma zamanını en küçükleme amaçlı 0-1 karma tamsayılı matematiksel model geliştirilmiştir. İşletmede çizelgeleme işleminin kısa sürede bitmesi gerekliliği ve matematiksel modellerin büyük boyutlu problemlerin çözümünde etkisiz kalması nedeniyle bu problem için ayrıca kısa sürede oldukça iyi bir çözüm bulan bir algoritma geliştirilmiştir.

Çalışmanın ikinci bölümünde, paralel makine çizelgeleme konusuna ve literatür araştırması sonucunda erişilebilen bu çalışmadaki probleme benzer problemlerin ele alındığı çalışmalara yer verilmiştir. Üçüncü bölümde, çalışma kapsamında ele alınan problemin tanımı ve problemin çözümüne yönelik olarak geliştirilen matematiksel modeller ve geliştirilen algoritma bulunmaktadır. Geliştirilen matematiksel modellerin ve geliştirilen algoritmanın çözüm performansını görmek amacıyla oluşturulan test problemleri ve sonuçları da üçüncü bölümde verilmiştir. Dördüncü bölümde, geliştirilen çözüm yöntemlerinin işletmedeki uygulamasına yer verilmiştir. Sonuç ve öneriler bölümünde ise çalışmanın genel bir değerlendirilmesi yapılmış ve gelecekte yapılabilecek çalışmalar hakkında önerilerde bulunulmuştur.

2. PARALEL MAKİNELERDE ÇİZELGELEME VE LİTERATÜR TARAMASI

Bu bölümde, paralel makinelerde çizelgeleme konusuyla ilgili temel bilgilere ve literatür taraması sonucunda erişilebilen bu çalışmadaki probleme benzer problemlerin ele alındığı çalışmalara yer verilmiştir. Paralel makinelerde çizelgeleme konusu ile ilgili temel bilgiler Bölüm 2.1.'de, literatür taraması ise Bölüm 2.2.'dedir.

2.1. Paralel Makinelerde Çizelgeleme

Üretim çizelgeleme, işlerin hangi makinelerde hangi sıra ile hangi zaman aralıklarında işleneceğinin belirlenmesidir. Üretim çizelgeleme problemleri makine sayılarına göre tek makine ve çok makine çizelgeleme problemleri olarak sınıflandırılabilir. Paralel makine çizelgeleme problemleri, çok makine çizelgeleme problemlerinin bir sınıfıdır (Benli, 2013).

Birden fazla sayıda aynı işi yapabilen makineler paralel makineler olarak adlandırılmaktadır. Paralel makineler, özdeş, benzer ve ilişkisiz paralel makineler olmak üzere üç grupta incelenmektedir. Makineler aynı işi yapan, aynı hıza sahip makineler ise bu makinelere özdeş paralel makineler denilmektedir. Özdeş paralel makinelerin olduğu üretim sisteminde, işlerden her biri sistemdeki herhangi bir makinede işlem görebilir ve işlem süresi değişmez. Başka bir deyişle, bir parça tüm makinelerde aynı sürede işlem görür. Makine hızlarının farklı olduğu fakat hızlarının işlere bağlı olarak değişmediği paralel makinelere benzer paralel makineler denilmektedir. Makine hızlarının işlere bağlı olarak değiştiği paralel makineler ilişkisiz paralel makineler olarak adlandırılmaktadır.

Paralel makineler, hem teorik hem de pratik açıdan önemlidir. Teorik açıdan, tek makinenin genel bir hali ve esnek akış tipinin özel bir halidir. Pratik açıdan önemli olmasının sebebi ise paralel kaynaklarla gerçek hayatta yaygın olarak karşılaşılmıştır. Paralel makinelerin çizelgelenmesi iki adımlı bir süreç olarak ele alınabilir. Birinci adım, hangi işlerin hangi makineye atanacağını belirlenmesidir. İkincisi, her bir makineye atanan işlerin sıralamalarının belirlenmesidir (Pinedo, 2008).

İşletmelerde, aynı işi yapan birden fazla makinenin olduğu durumlarda çizelgeleme problemine makine seçimi boyutu eklenmektedir. Tek makine çizelgeleme probleminde, makinede çizelgelenecek işler belirli iken, paralel makinelerin olduğu durumlarda birden fazla makineye işlerin dağıtılması söz konusudur (Gocuklu, 2011). Bu nedenle, paralel makine çizelgeleme problemi tek makine çizelgeleme problemine göre daha karmaşık bir problemdir.

Çizelgeleme problemleri ile ilgili temel kavramların tanımları aşağıda verilmiştir:

İşlem süresi (p_{ij}): p_{ij} , j işinin i makinesindeki işlem süresini göstermektedir. Eğer j işinin işlem süresi makinelerden bağımsız veya sadece tek makinede işlem söz konusu ise i indisi kullanılmaz (Pinedo, 2008).

Hazır olma zamanı (r_j): j işinin sisteme geldiği zamanı, başka bir deyişle j işinin işlenebileceği en erken zamanı ifade etmektedir (Pinedo, 2008).

Teslim tarihi (d_j): j işinin tamamlanmış olarak müşteriye teslim edileceği tarihi göstermektedir (Pinedo, 2008).

Ağırlık (w_j): j işine ait ağırlık, basit olarak bir öncelik faktörünü ifade etmekte olup j işinin sistemdeki diğer işlere göre önemini göstermektedir (Pinedo, 2008).

Bir çizelgeleme problemi $\alpha \mid \beta \mid \gamma$ üçlüsü ile tanımlanmaktadır. α alanı, makine ortamını ifade eder ve sadece bir girdi içerir. β alanı, süreç karakteristikleri ve problem kısıtlarıyla ilgili bilgi vermektedir. β alanı, sadece bir girdi, hiçbir girdi veya birden fazla girdi içerebilmektedir. γ alanı, en küçüklenecek amacı belirtmekte olup genellikle tek bir girdi içermektedir (Pinedo, 2008).

α alanında tanımlanabilecek üretim ortamı türlerinden bazıları aşağıda verilmiştir (Pinedo, 2008):

Tek makine (single machine, 1): En basit makine ortamı olan tek makineyi belirtmektedir.

Özdeş paralel makineler (identical parallel machines, P_m): m adet özdeş paralel makine söz konusudur. j işi tek bir işlem gerektirmekte ve m sayıdaki özdeş paralel makinelerin herhangi birinde veya belirli bir altkümeye ait makinelerin herhangi birinde işlenebilmektedir. Eğer j işinin belirli bir altkümeye ait makineler haricinde herhangi bir makinede işlenmesine izin verilmiyorsa, β alanında M_j girdisi bulunmalıdır.

Farklı hızlara sahip paralel makineler (machines in parallel with different speeds, Q_m): Farklı hızlara sahip m adet paralel makine bulunmaktadır. i makinesinin hızı v_i ile gösterilmektedir. j işinin i makinesindeki işlem süresi olan p_{ij} , p_j/v_i ’ye eşittir (j işinin tüm işlemin i makinesi tarafından yapıldığı farz edilerek). Bu durumdaki makinelere *benzer (uniform)* makineler denilmektedir. Eğer tüm makinelerin hızı aynı ise, yani tüm i ’ler için $v_i = 1$ ve $p_{ij} = p_j$ ise, bir önceki özdeş paralel makineler durumu söz konusu olur.

Birbirinden bağımsız paralel makineler (unrelated machines in parallel, R_m): Paralel m sayıda farklı makine vardır. i makinesi j işini v_{ij} hızıyla işlemektedir. j işinin i makinesindeki işlem süresi olan $p_{ij}, p_j/v_{ij}$ ’ye eşittir (j işinin tüm işlemin i makinesi tarafından yapıldığı farz edilerek). Eğer makine hızları işlerden bağımsızsa, başka bir deyişle tüm i ve j ’ler için $v_{ij} = v_i$ ise, bir önceki farklı hızlara sahip paralel makineler durumu söz konusu olur.

Akış tipi (flow shop, F_m): Birbirine seri olarak bağlı m adet makine vardır. Tüm işler aynı rotayı izleyerek bu makinelerin her birinde işlem görmektedir.

Esnek akış tipi (flexible flow shop, FF_c): Esnek akış tipi, akış tipi ve paralel makine ortamlarının bir genellemesidir. Seri şekilde yerleşmiş m adet makine yerine her aşamada özdeş paralel makinelerin olduğu birbirine seri bağlı c adet aşama vardır.

Atölye tipi (job shop, J_m): İşler önceden belirlenmiş kendilerine ait bir rota ile makinelerde işlem görmektedir.

Esnek atölye tipi (flexible job shop, FJ_c): Esnek atölye tipi, atölye tipi ve paralel makine ortamlarının bir genellemesidir. Her iş merkezinde belirli sayıda özdeş paralel makinelerin bulunduğu c adet iş merkezi vardır.

İşlem karakteristiklerinin ve kısıtlarının tanımlandığı β alanına birden çok giriş yapılabilmektedir. β alanında tanımlanabilecek olası girişlerden bazıları şöyledir (Pinedo, 2008):

Hazır olma zamanı (release dates, r_j): j işinin hazır olma zamanından önce işlem görememesi durumunu belirtmektedir. Eğer β alanında r_j sembolü mevcut değilse, j işinin işlemi herhangi bir zamanda başlayabilmektedir.

İş kesintileri (preemptions, $prmp$): İş kesintileri, bir işin başlangıcından tamamlanıncaya kadar bir makinede tutulmasının gerekmediğini ifade eder. Planlamacı, herhangi bir anda bir işin işlenmesine ara verebilir ve o makineye farklı bir iş yükleyebilir. Kesintiye uğramış işin işlenme miktarında kayıp meydana gelmez. Kesintiye uğramış bir iş daha sonra makineye yüklendiğinde veya paralel makine durumundaki başka bir makineye yüklendiğinde sadece kalan işlem süresi kadar makinede işlenmeye ihtiyaç duyar. İş kesintilerine izin verildiği durumda, β alanına $prmp$ eklenir. Eğer β alanında $prmp$ yer almıyorsa, iş kesintilerine izin verilmediği belirtilmektedir.

Öncelik kısıtları (precedence constraints, $prec$): Tek makine ve paralel makine ortamlarında görülebilen bir durumdur. Öncelik kısıtları, bir işin işlem görmeye başlayabilmesi için öncesinde bir veya birden fazla işin tamamlanması gerektiği anlamına gelir.

Makine uygunluk kısıtları (machine eligibility restrictions, M_j): Makine ortamı m sayıda paralel makineden oluştuğunda β alanında M_j sembolü olabilir. Eğer β alanında M_j varsa, m adet paralel makinenin tamamı j işinin işlenmesi için uygun değildir. M_j , j işinin işlem görebileceği makinelerin kümesini belirtmektedir. Eğer β alanında M_j bulunmuyorsa, j işi m sayıdaki makinenin herhangi birinde işlenebilmektedir. Başka bir deyişle, tüm makineler j işinin işlenmesi için uygundur.

Sıraya bağlı hazırlık süreleri (sequence dependent setup times, s_{jk}): s_{jk} , j ve k işleri arasındaki sıraya bağlı hazırlık süresini ifade etmektedir. s_{0k} , sıralamadaki ilk iş olan k işinin hazırlık süresini belirtmektedir. s_{j0} ise sıralamadaki en son iş olan j işinden sonraki temizlik süresini belirtmektedir (s_{0k} ve s_{j0} değerleri sıfır olabilir). Eğer j ve k işleri arasındaki hazırlık süresi makineye de bağlıysa, gösterim i altındisi eklenerek s_{ijk} olur.

Yığın üretim (batch processing, batch(b)): Bir makinenin b sayıdaki işi aynı anda işleyebildiği durumdur. Başka bir deyişle, aynı anda en fazla b sayıda işten oluşan bir yığının işlenebildiği durumdur. Bir yığındaki işlerin işlem süreleri aynı olmayabilir. Tüm yığının tamamlanma süresi, yığındaki en uzun işlem süresine sahip iş tarafından belirlenmektedir. Özel bir durum olan $b = \infty$ durumunda, makinenin herhangi bir zamanda işleyebildiği işlerin sayısında bir sınırlama yoktur.

En küçüklenmek istenilen amaç, işlerin tamamlanma zamanlarının bir fonksiyonudur ve çizelgeye bağlıdır. j işinin i makinesindeki işleminin tamamlanma zamanı C_{ij} ile gösterilmektedir. j işinin sistemden çıkış zamanı (işlem görmesi gerektiği son makinedeki tamamlama zamanı) ise C_j ile ifade edilmektedir. Amaç aynı zamanda teslim zamanlarının da bir fonksiyonu olabilir. j işinin tamamlanma zamanı ile teslim zamanı arasındaki sapma L_j ($L_j = C_j - d_j$) ile gösterilmektedir. L_j , j işi geç tamamlandığında pozitif, erken tamamlandığında ise negatif değer almaktadır. j işinin gecikme süresi (gecikme-tardiness) ise T_j ($T_j = \max(L_j, 0)$) ile ifade edilmektedir. T_j , negatif değer alamamaktadır. U_j , j işinin geciken iş olup olmadığını belirtmektedir. U_j

(unit penalty), j işinin tamamlanma zamanı teslim zamanından büyükse 1 değerini almakta, diğer durumda ise 0 değerini almaktadır (Pinedo, 2008).

γ alanında gösterilebilecek en küçüklenmek istenilen amaç fonksiyonlarından bazıları şöyledir (Pinedo, 2008):

Maksimum tamamlanma zamanı (makespan, C_{max}): En büyük tamamlanma zamanı $\max(C_1, \dots, C_n)$ şeklinde tanımlanmakta olup sistemden çıkan en son işe ait tamamlanma zamanını ifade etmektedir. En küçük C_{max} genellikle yüksek makine verimliliği anlamına gelir.

En büyük gecikme (maximum lateness, L_{max}): $L_{max}, \max(L_1, \dots, L_n)$ olarak tanımlanmaktadır. İşlerin tamamlanma zamanları ile teslim tarihleri arasındaki farkın tüm işler arasında en büyük olanını ifade etmektedir.

Toplam ağırlıklı tamamlanma zamanı (total weighted completion time, $\sum w_j C_j$): n tane işin ağırlıklı tamamlanma zamanlarının toplamı, çizelgeye bağlı toplam elde tutma veya stok maliyetlerine dair bir gösterge sunmaktadır.

Toplam ağırlıklı gecikme süresi (total weighted tardiness, $\sum w_j T_j$): Toplam ağırlıklı tamamlanma zamanından daha genel bir maliyet fonksiyonudur.

Ağırlıklı geciken işlerin sayısı (weighted number of tardy jobs, $\sum w_j U_j$): Teslim tarihinden daha sonra tamamlanan işlerin sayısının ağırlıklı toplamıdır.

2.2. Literatür Taraması

Bu bölümde, literatür araştırması sonucunda erişilebilen bu çalışmadaki probleme benzer problemlerin ele alındığı çalışmalar tanıtılmıştır.

Edis ve Kuru (2017), çalışmasında kaynak elektrotu üreten bir işletmedeki yoğun üretim yapan bir dizi fırına ait iş emri atama ve çizelgeleme problemini ele almışlardır. Problemden, imalatı yapılan bazı elektrot çeşitlerinin makine uygunluk kısıtları bulunmaktadır. Ayrıca her bir elektrot tipinin, işlem görebileceği fırınlara ait bir öncelik sırası vardır. Problemin diğer parametreleri olarak, elektrotlara ait iş emri büyüklüklerini, hazır olma zamanlarını, fırında pişme sürelerini, soğuma sürelerini, fırınların elektrot tipine göre değişen kapasite büyüklüklerini göz önüne almışlardır. Bu problemi çözmek için bir tamsayı programlama modeli geliştirmişlerdir. Modelin amacı, işleri elektrot tiplerine göre öncelikli fırınlara atamak ve fırınların faydalı kullanım oranlarını en büyükmektir. Oluşturulan iki farklı veri kümesi için modeli çalıştırmışlar ve modelin uygulanabilirliğini göstermişlerdir.

Chung vd. (2009), büyüklükleri ve hazır olma zamanları farklı olan işlerin, kapasite kısıtlı yığın üretim yapan özdeş paralel makinelerde çizelgelenmesi problemi ele almışlardır. Bu problemi çözmek için bir karma tamsayılı programlama modeli geliştirmişlerdir. Geliştirdikleri model, maksimum tamamlanma zamanını en küçükleme amaçlı olup, yığın oluşturma ve yığın çizelgeleme işlemlerini yapmaktadır. Ayrıca, geliştirdikleri matematiksel modeli daha verimli bir şekilde çözebilmek için bir algoritma geliştirmişlerdir. Bu algoritma ile matematiksel modele girilmesi gereken parti sayısı parametresi önceden belirlenebilmekte ve bu sayede problemin çözüm zorluğu azalmaktadır. Ayrıca, büyük ölçekli problemleri çözmek için üç verimli sezgisel algoritma geliştirmişlerdir.

Chang vd. (2004), işlem süreleri ve büyüklükleri farklı olan işlerin kapasite kısıtlı özdeş paralel yığın üretim yapan makinelerde çizelgelenmesi problemi ele almışlardır. Ele alınan çizelgeleme problemi, yığın oluşturma ve yığın çizelgelemesini içermektedir. Amaç, maksimum tamamlanma zamanını en küçüklemeektir. Problemi çözmek için bir matematiksel model ve tavlama benzetimine dayanan bir yaklaşım geliştirmişlerdir. Önerilen tavlama benzetimi yaklaşımının matematiksel modele karşı üstünlüğü sayısal sonuçlar üzerinden gösterilmiştir.

Kashan vd. (2008), işlem süreleri ve büyüklükleri farklı olan işlerin yığın üretim yapan özdeş paralel makinelerde çizelgelenmesi problemi ele almışlardır. Amaç, maksimum tamamlanma zamanını en küçüklemeektir. Problem için öncelikle alt sınır değerleri tartışılmış, sonrasında melez genetik algoritma tabanlı bir çözüm yaklaşımı önermişlerdir. Önerilen yaklaşımın, Chang vd. (2004)'nin çalışmasında yer alan tavlama benzetimi algoritmasına karşı üstünlüğü sayısal sonuçlar üzerinden gösterilmiştir.

Xu ve Bean (2007), süre ve büyüklükleri farklı olan işlerin, kapasiteleri birbirinden farklı yığın üretim yapan paralel makinelerde çizelgelenmesi problemi ele almışlardır. Amaç, enbüyük tamamlanma zamanını en küçüklemeektir. Problem için öncelikle bir tamsayılı programlama modeli geliştirmişler, sonrasında problemin çözümü için genetik algoritma tabanlı bir çözüm yaklaşımı önermişlerdir.

Melouk vd. (2004), işlem süreleri ve büyüklükleri farklı olan işlerin yığın üretim yapan tek bir makinede çizelgelenmesi problemi ele almışlardır. Amaç, maksimum tamamlanma zamanını en küçüklemeektir. Problemi çözmek için tavlama benzetimi

yaklaşımı geliştirmişlerdir. Önerilen tavlama benzetimi yaklaşımının matematiksel modele karşı üstünlüğü sayısal sonuçlar üzerinden gösterilmiştir.

Chou (2007), işlem süreleri, büyüklükleri ve hazır olma zamanları farklı olan işlerin yığın üretim yapan tek bir fırında çizelgelenmesi problemini ele almıştır. Amaç, maksimum tamamlanma zamanını en küçükmektir. İş sıralamasının genetik algoritmayla, işlenecek yığın birleşimlerinin ise dinamik programlama ile belirlendiği bütünsel bir çözüm yaklaşımı önerilmiş ve bu yaklaşımın etkinliği ortaya konmuştur.

Azizoğlu ve Webster (2001), sadece aynı iş ailesine ait işlerin aynı yığında üretilbileceği yığın üretim yapan tek makineli bir çizelgeleme problemini ele almışlardır. İşlerin ağırlıklı tamamlanma zamanlarının toplamını en küçükleyen bir dalsınır algoritması önermişlerdir. Algoritma, 25 iş problem büyüklüğüne kadar olan problemler için kabul edilebilir sürelerde çözüm bulabilmiştir.

Koh vd. (2004), eşit işlem süresine sahip işlerin bir iş ailesi oluşturduğu farklı büyüklükteki işlerin yığın üretim yapan paralel makinelerde çizelgelenmesi problemini ele almışlardır. Maksimum tamamlanma zamanı, işlerin tamamlanma zamanlarının toplamı, işlerin ağırlıklı tamamlanma zamanlarının toplamı amaç fonksiyonlarını dikkate alarak basit sıralama algoritmaları ve genetik algoritma tabanlı sezgisel çözüm yaklaşımları önermişlerdir.

Gocuklu (2011), işlerin toplam gecikme süresini en küçükleme amaçlı özdeş paralel makine çizelgeleme problemini ele almıştır. Problem için 0-1 karma tamsayılı matematiksel model geliştirmiştir. Problemin NP-zor problem sınıfında olması sebebiyle, problemin çözümü için sezgisel algoritma geliştirmiştir.

Akyol (2013), sıra bağımlı hazırlık süreli, makine uygunluk kısıtları ve ortak kaynakların olduğu maksimum tamamlanma zamanını en küçükleme amaçlı özdeş paralel makine çizelgeleme problemini ele almıştır. Kaynak paylaşımının iki farklı durumu için iki farklı matematiksel model geliştirmiştir. Geliştirilen matematiksel modeller ile küçük boyutlu test problemleri için makul bir sürede en iyi çizelgeler elde edilmiş, orta boyutlu test problemleri için ancak 8000 saniyede uygun bir çözüm bulunmuş, büyük boyutlu test problemleri için çözüm bulunamamıştır. Bu nedenle, büyük boyutlu problemlerin çözümüne yönelik olarak bir genetik algoritma geliştirmiştir. Önerilen algoritma ile hem orta boyutlu problemlere GAMS/CPLEX'e kıyasla daha kısa sürede daha iyi çözümler elde edilmiş hem de büyük boyutlu problemlere makul sürelerde olurlu çözümler elde edilmiştir.

Erbaşta (2010), paralel fakat tümüyle aynı olmayan tezgahları yükleme ve üretim partilerini sıralama problemini ele almıştır. Amaç, toplam gecikmeyi en küçüklemektir. Problemin czmne yönelik hem matematiksel model hem de genetik algoritma geliştirmiş, gerçek-hayat test problemlerini kullanarak elde edilen sonuçları karşılaştırmıştır. Küçük boyutlu problemlerde, eniyileme yöntemleri ve genetik algoritma aynı sonuçlara erişmiştir. Orta boyutlu problemlerde, eniyileme yaklaşımın bulduğu czmler genetik algoritmanın o süre içinde bulduğu czmlerden geride kalmıştır. Büyük boyutlu problemlerde ise verilen süre içinde eniyileme yöntemleri herhangi bir uygun czm bulamaz iken geliştirilen genetik algoritma oldukça olumlu sonuçlar elde etmiştir.

elik (2008), bölünebilir özellikteki işlerin özdeş paralel makinelerde czelgelenmesi problemini ele almıştır. Amaç, işlerin toplam gecikmesini en küçüklemektir. Problem için öncelikle karma tamsayılı programlama modeli kurulmuş ve problemin czm için bir tabu arama algoritması önerilmiştir. Test problemleri ile yapılan karşılaştırmalar sonucunda, makul süre zarfında önerilen tabu arama algoritmasının daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür.

Benli (2013), özdeş olmayan paralel makine czelgeleme problemini ele almıştır. Problemin czm için yapay arı koloni algoritması önermiştir. Önerilen czm yaklaşımının bir işletmede uygulamasına yer verilmiştir. Algoritmanın verdiği sonuçlar işletmedeki güncel czelge ile karşılaştırılmış ve daha etkin olduğu görülmüştür.

Küçük (2010), sıraya bağlı hazırlık sürelerinin olduğu ve her iş için ortak bir teslim süresinin olduğu özdeş paralel makine czelgeleme problemini ele almıştır. Amaç, toplam erken/geç tamamlanma maliyetinin ve maksimum tamamlanma zamanının en küçüklenmesidir. Problemin czmne yönelik karınca koloni optimizasyonu yöntemi önerilmiştir.

3. PROBLEMİN TANIMI VE ÇÖZÜM YÖNTEMİ

3.1. Problemin Tanımı

Çalışmada, armatür üretimi yapılan bir işletmenin döküm atölyesindeki üretim çizelgeleme problemi ele alınmıştır. Döküm atölyesinde üç adet özdeş paralel döküm makinesi bulunmaktadır. Her döküm makinesinin iki tane kalıp bölmesi vardır. Başka bir deyişle, aynı anda makineye iki farklı ürünün kalıbı yerleştirilip üretim yapılabilmektedir. Aynı anda aynı makinede üretilen ürünler problemde parti olarak adlandırılmıştır. Ürünlerin işlem süreleri birbirinden farklıdır. Bu nedenle, aynı partide işlem gören ürünlerin işlem süreleri birbirinden farklı olabilmektedir. Bir partinin işlem süresi o partide işlenen ürünlerin işlem süresi en fazla olanına göre belirlenmektedir. Çünkü döküm makinelerinde üretim başladığı zaman partideki işlem süresi uzun olan ürünün işlemi bitmeden makineye yeni ürün yükleme ve makineden ürün alımı yapılamamaktadır. Mevcut sistemde, Malzeme İhtiyaç Planından döküm atölyesinde üretilmesi istenen ürünlerin listesi haftalık olarak alınıp planlama personeli tarafından el ile haftalık döküm planı hazırlanmaktadır. Döküm planı el ile hazırlandığı için partilerdeki boş bekleme süreleri fazla olabilmekte, maksimum tamamlanma zamanı optimal çözümden çok büyük olabilmektedir. Bu sorunu çözmek için maksimum tamamlanma zamanını en küçükleme amaçlı karma tamsayılı matematiksel model ve kısa sürede oldukça iyi bir çözüm bulan bir algoritma geliştirilmiştir.

3.2. Çözüm Yöntemi

Ele alınan problemi çözmek için 0-1 karma tamsayılı matematiksel model geliştirilmiştir. İşletmede çizelgeleme işleminin kısa sürede bitmesi gerekliliği ve matematiksel modellerin büyük boyutlu problemlerin çözümünde etkisiz kalması nedeniyle bu problem için ayrıca kısa sürede oldukça iyi bir çözüm bulan bir algoritma geliştirilmiştir.

3.2.1. Matematiksel model

Matematiksel model oluşturulurken problemle ilgili aşağıdaki bilgiler göz önüne alınmıştır.

1. İşler, birim iş (1 adet) olarak partilere atanmaktadır.
2. Tüm işler, çizelgeleme işleminin başlangıcında hazır durumdadır.
3. Her bir birim iş birbirinden bağımsız olup, her birinin sadece tek bir operasyonu vardır.

4. Her birim iş sadece tek bir partiye atanabilir, birim işler bölünemez.
5. Her makinede her ürünün kalıbından sadece bir tane bulunmaktadır. Bu yüzden, her partide iki farklı ürün üretilebilir.
6. Bir makineye aynı anda sadece bir parti atanabilir, bir parti de sadece bir makineye atanabilir.
7. Döküm makineleri özdeş paraleldir. Her ürün her makinede aynı sürede üretilmektedir.
8. Makine uygunluk kısıtları yoktur. Her ürün her makinede üretilebilmektedir.

Problemin çözümü için önce tek makineli durum için 0-1 karma tamsayılı matematiksel model oluşturulmuştur. Daha sonra çok makineli durum için 0-1 karma tamsayılı matematiksel model oluşturulmuştur.

3.2.1.1. Tek makineli durum için oluşturulan matematiksel model

Modelde kullanılan parametre ve değişken tanımlamaları ve geliştirilen 0-1 karma tamsayılı programlama modeli şu şekildedir:

İndisler

i işler $i = 1, 2, \dots, I$

b parti numarası $b = 1, 2, \dots, B$

Parametreler

a_i : i . işin talebi

p_i : i . işin işlem süresi

M : çok büyük bir sayı

$n = 0,01$

Karar Değişkenleri

$x_{ib} = \begin{cases} 1, & i. \text{ işe ait birim iş } b. \text{ partiye atanıyorsa} \\ 0, & \text{diğer durumlarda} \end{cases}$

$z_b = \begin{cases} 1, & \text{eğer } b. \text{ parti açılırsa} \\ 0, & \text{diğer durumlarda} \end{cases}$

t_b : b . partinin başlama zamanı

f_b : b . partinin işlem süresi

C_{max} : maksimum tamamlanma zamanı (makineden çıkan en son partiye ait tamamlanma zamanı)

Kısıtlar

$$\sum_{i=1}^I x_{ib} \leq 2 \quad b = 1, 2, \dots, B \quad (3.1)$$

$$\sum_{b=1}^B x_{ib} \geq a_i \quad i = 1, 2, \dots, I \quad (3.2)$$

$$\sum_{i=1}^I x_{ib} \leq M \cdot z_b \quad b = 1, 2, \dots, B \quad (3.3)$$

$$f_b \geq p_i \cdot x_{ib} \quad i = 1, 2, \dots, I, \quad b = 1, 2, \dots, B \quad (3.4)$$

$$C_{max} \geq t_b + f_b \quad b = 1, 2, \dots, B \quad (3.5)$$

$$t_b + f_b + M \cdot (z_d - 1) \leq t_d \quad b = 1, 2, \dots, B, \quad d = 1, 2, \dots, B, \quad d > b \quad (3.6)$$

$$t_b \geq 0 \quad b = 1, 2, \dots, B \quad (3.7)$$

$$f_b \geq 0 \quad b = 1, 2, \dots, B \quad (3.8)$$

$$C_{max} \geq 0 \quad (3.9)$$

$$x_{ib} \in \{0, 1\} \quad i = 1, 2, \dots, I, \quad b = 1, 2, \dots, B \quad (3.10)$$

$$z_b \in \{0, 1\} \quad b = 1, 2, \dots, B \quad (3.11)$$

kısıtları altında

Amaç Fonksiyonu

$$\text{Enk } C_{max} + n \cdot \sum_{b=1}^B z_b \quad (3.12)$$

(3.1) no.lu kısıt, her partiye en fazla iki birim iş atanabileceğini belirtmektedir. (3.2) no.lu kısıt, her işin talebini karşılayacak şekilde partilere atanmasını sağlamaktadır (talep kısıtı). (3.3) no.lu kısıt, eğer bir partiye herhangi bir iş atanırsa z_b değişkeninin 1 değerini almasını sağlamaktadır. Başka bir deyişle, b . partinin açılmasını sağlamaktadır. Eğer b . parti açılmazsa yani z_b değişkeni 0 değerini alırsa b . partiye iş atanmamasını sağlamaktadır. (3.4) no.lu kısıt, her partinin işlem süresinin o partide işlenen ürünlerden işlem süresi en fazla olan işin işlem süresi olduğunu belirtmektedir. (3.5) no.lu kısıt, maksimum tamamlanma zamanını belirtmektedir. Başka bir deyişle, makinede işlem gören son partinin makineden çıkış zamanını belirtmektedir. (3.6) no.lu kısıt, makinede bir partiden sonra başka parti geliyorsa o partinin başlangıç zamanını önceki partinin makineden çıkış zamanı olarak ayarlamaktadır. (3.7), (3.8), (3.9), (3.10) ve (3.11) no.lu

kısıtlar, sırasıyla karar değişkenlerinin alacağı değerleri belirtmektedir. (3.12)'de yer alan modelin amaç fonksiyonu ise maksimum tamamlanma zamanını enküçükmektir. Başka bir deyişle, makineden çıkan en son partiye ait tamamlanma zamanını enküçükmektir. Amaç fonksiyonunun ikinci kısmında, parti sayısı karmaşıklığı önlenmek istenmektedir.

3.2.1.2. Çok makineli durum için oluşturulan matematiksel model

İncelenen problem, yığın üretim yapan paralel makinelerde çizelgeleme problemi olarak ele alınabilir. Fakat, bu problemde yığın büyüklüğü en fazla iki birim işten oluşmaktadır. Bu problem için geliştirilmiş 0-1 karma tamsayılı matematiksel model maksimum tamamlanma zamanını en küçükleme amaçlı olup, parti oluşturma ve parti çizelgeleme işlemlerini yapmaktadır. Çok makineli durum için ve tek makineli durum için matematiksel model oluşturulurken bu çalışmanın konusu ile benzer konulu Chung, Tai ve Pearn (2009)' nun çalışmasında yer alan karma tamsayılı doğrusal programlama modelinden yararlanılmıştır.

Modelde kullanılan parametre ve değişken tanımlamaları ve geliştirilen 0-1 karma tamsayılı programlama modeli şu şekildedir:

İndisler

i işler $i = 1, 2, \dots, I$

b parti numarası $b = 1, 2, \dots, B$

j makineler $j = 1, 2, \dots, J$

Parametreler

a_i : i . işin talebi

p_i : i . işin işlem süresi

M : çok büyük bir sayı

$n = 0,01$

Karar Değişkenleri

$x_{ibj} = \begin{cases} 1, & i. \text{ işe ait birim iş } b. \text{ partiye } j. \text{ makinede atanıyorsa} \\ 0, & \text{diğer durumlarda} \end{cases}$

$z_{bj} = \begin{cases} 1, & b. \text{ parti } j. \text{ makineye atanıyorsa} \\ 0, & \text{diğer durumlarda} \end{cases}$

t_b : b . partinin başlama zamanı

f_b : b . partinin işlem süresi

C_{max} : maksimum tamamlanma zamanı

Kısıtlar

$$\sum_{b=1}^B \sum_{j=1}^J x_{ibj} \geq a_i \quad i = 1, 2, \dots, I \quad (3.13)$$

$$\sum_{j=1}^J z_{bj} \leq 1 \quad b = 1, 2, \dots, B \quad (3.14)$$

$$\sum_{i=1}^I x_{ibj} \leq M \cdot z_{bj} \quad b = 1, 2, \dots, B, j = 1, 2, \dots, J \quad (3.15)$$

$$\sum_{i=1}^I x_{ibj} \leq 2 \quad b = 1, 2, \dots, B, j = 1, 2, \dots, J \quad (3.16)$$

$$f_b \geq x_{ibj} \cdot p_i \quad i = 1, 2, \dots, I, b = 1, 2, \dots, B, j = 1, 2, \dots, J \quad (3.17)$$

$$C_{max} \geq t_b + f_b \quad b = 1, 2, \dots, B \quad (3.18)$$

$$t_b + f_b + M \cdot z_{bj} + M \cdot z_{dj} \leq t_d + 2M \quad b = 1, 2, \dots, B, d = 1, 2, \dots, B, j = 1, 2, \dots, J, d > b \quad (3.19)$$

$$t_b \geq 0 \quad b = 1, 2, \dots, B \quad (3.20)$$

$$f_b \geq 0 \quad b = 1, 2, \dots, B \quad (3.21)$$

$$C_{max} \geq 0 \quad (3.22)$$

$$x_{ibj} \in \{0,1\} \quad i = 1, 2, \dots, I, b = 1, 2, \dots, B, j = 1, 2, \dots, J \quad (3.23)$$

$$z_{bj} \in \{0,1\} \quad b = 1, 2, \dots, B, j = 1, 2, \dots, J \quad (3.24)$$

kısıtları altında

Amaç Fonksiyonu

$$Enk \quad C_{max} + n \cdot \sum_{b=1}^B \sum_{j=1}^J z_{bj} \quad (3.25)$$

(3.13) no.lu kısıt, her işin talebini karşılayacak şekilde partilere atanmasını sağlamaktadır (talep kısıtı). (3.14) no.lu kısıt, her partinin makinelerden en fazla bir tanesine atanabileceğini belirtmektedir. (3.15) no.lu kısıt, herhangi bir makinenin herhangi bir partisine en az bir birim iş atanırsa z_{bj} değişkeninin 1 değerini almasını sağlamaktadır. Diğer yandan, bir makineye bir parti atanmamışsa ($z_{bj} = 0$), bu parti-makine ikilisine hiçbir birim işin atanamayacağını garanti altına alır. (3.16) no.lu kısıt,

her parti-makine ikilisine en fazla iki birim iş atanabileceğini belirtmektedir. Çünkü bir makinede aynı anda en fazla iki farklı iş üretilebilir. (3.17) no.lu kısıt, her partinin işlem süresinin o partide üretilen ürünlerden işlem süresi en fazla olan işin işlem süresi olduğunu belirtmektedir. (3.18) no.lu kısıt, maksimum tamamlanma zamanını belirler. Başka bir deyişle, sistemden çıkan en son partiye ait tamamlanma zamanını belirlemektedir. (3.19) no.lu kısıt, bir makinede bir partiden sonra başka parti geliyorsa o partinin başlangıç zamanını önceki partinin makineden çıkış zamanı olarak ayarlamaktadır. (3.20), (3.21), (3.22), (3.23) ve (3.24) no.lu kısıtlar, sırasıyla karar değişkenlerinin alacağı değerleri belirtmektedir. (3.25)'de yer alan modelin amaç fonksiyonu ise maksimum tamamlanma zamanını enküçükmektir. Başka bir deyişle, sistemden çıkan en son partiye ait tamamlanma zamanını enküçükmektir. Amaç fonksiyonunun ikinci kısmında, parti sayısı karmaşıklığı önlenmek istenmektedir.

Çok makineli durum için matematiksel model oluşturulurken Chung vd. (2009)'nin çalışmasındaki karma tamsayılı doğrusal programlama modelinden yararlanılmıştır. Çok makineli durum için oluşturulan matematiksel modelin ve Chung vd. (2009)'nin çalışmasındaki matematiksel modelin birbirinden farklı olduğu yönleri aşağıda açıklanmıştır:

- Bu çalışmadaki matematiksel modelde, işler birim iş (1 adet) olarak partilere atanmaktadır. Her işin talebi vardır. Bu nedenle, çok makineli durum için oluşturulan matematiksel modelde her işin talebini karşılayacak şekilde partilere atanmasını sağlayan bir kısıt bulunmaktadır. Chung vd. (2009)'nin çalışmasındaki matematiksel modelde, işlerin büyüklükleri birbirinden farklıdır. İşler bölünebilir değildir. Chung vd. (2009)'nin çalışmasındaki matematiksel modelde, her işin sadece bir makinede sadece bir yığına atanmasını garanti eden bir kısıt bulunmaktadır.
- Çok makineli durum için oluşturulan matematiksel modelde, her parti-makine ikilisine en fazla iki birim iş atanabileceğini belirten bir kısıt bulunmaktadır. Chung vd. (2009), çalışmalarında kapasite kısıtlı yığın üretim yapan özdeş paralel makinelerde çizelgeleme problemini ele almışlardır. Chung vd. (2009)'nin çalışmasındaki matematiksel modelde, bir makinede bir yığına atanan işlerin toplam büyüklüğünün makine kapasitesini aşamayacağını belirten

bir kısıt bulunmaktadır. Başka bir deyişle, makine kapasitesini aşmayacak şekilde işlerin yığınlara atanmasını sağlayan bir kısıt bulunmaktadır.

- Bu çalışmada, işlerin hazır olma zamanları yoktur. Tüm işler, çizelgelemenin başlangıcında hazır durumdadır. Chung vd. (2009)'nin çalışmasında, işlerin hazır olma zamanları birbirinden farklıdır. Chung vd. (2009)'nin çalışmasındaki matematiksel modelde, her işin hazır olma zamanını belirten bir parametre vardır. Her yığının hazır olma zamanı, o yığına atanan işlerden hazır olma zamanı en büyük olanına göre belirlenmektedir. Her yığının işleminin başlama zamanının o yığının hazır olma zamanına eşit veya daha büyük olmasını sağlayan bir kısıt bulunmaktadır.
- Chung vd. (2009)'nin çalışmasındaki matematiksel modelde, bir makinede bir yığından sonra başka bir yığının gelmesi durumuyla ilgili bir karar değişkeni vardır. Çok makineli durum için oluşturulan matematiksel modelde, öyle bir karar değişkeni tanımlanmamıştır.

3.2.2. Test problemleri ve GAMS/CPLEX ile elde edilen test sonuçları

Test problemleri, makul bir sürede en iyi çözüme ulaşabilmek için küçük boyutlu problemlerden oluşmaktadır. Geliştirilen matematiksel modellerin çözüm performansını görmek amacıyla modeller GAMS programında kodlanmıştır. Tüm testlerde 3.5 GHz Intel Xeon E5 işlemcili 32 GB bellekli bir bilgisayar ve GAMS 23.3.3/CPLEX çözücüsü kullanılmıştır.

3.2.2.1. Tek makineli durum için oluşturulan test problemleri ve sonuçları

Tek makineli durum için oluşturulan matematiksel modelin çözüm performansını görmek amacıyla model GAMS programında kodlanmıştır. GAMS/CPLEX çözücüsü ile 3 iş- 3 parti, 4 iş- 4 parti, 5 iş- 5 parti, 8 iş- 5 parti, 10 iş- 5 parti, 15 iş- 8 parti ve 3 iş- 7 parti test örnekleri çözdürülmüştür. Tüm test problemlerinin veri setleri EK-1.'dedir. 3 iş- 3 parti test problemi için GAMS/CPLEX çözücüsü 0,047 saniyede optimal çözümü bulmuştur. 4 iş- 4 parti test problemi çözdürüldüğünde 0,094 saniyede optimal çözüm bulunmuştur. 5 iş- 5 parti test probleminin optimal çözümü 0,203 saniyede bulunmuştur. 8 iş- 5 parti test probleminin optimal çözümü 0,547 saniyede bulunmuştur. 10 iş- 5 parti test problemi çözdürüldüğünde 0,398 saniyede optimal çözüm bulunmuştur. 15 iş- 8 parti test problemi GAMS/CPLEX çözücüsü ile çözüldüğünde 4,733 saniyede optimal çözüm bulunmuştur. 3 iş- 7 parti test problemine

0,328 saniyede optimal çözüm bulunmuştur. 20 iş- 10 parti test problemine GAMS/CPLEX çözücüsü ile 4 saatte optimal çözüm bulunamadığı için süreç durdurulmuştur. 25 iş- 13 parti test problemine GAMS/CPLEX çözücüsü ile 4 saatte optimal çözüm bulunamadığı için süreç durdurulmuştur.

Test problemlerini açıklamak için 5 iş- 5 parti ve 3 iş- 7 parti test problemleri seçilmiştir. 5 iş- 5 parti test probleminin verileri Çizelge 3.1.' dir.

Çizelge 3.1. Örnek veri seti (5 iş- 5 parti)

İş	İşlem süresi (sn)	Talebi (adet)
1	50	1
2	40	1
3	45	1
4	40	1
5	35	1

Çizelge 3.1.'de çizelgelenecek 5 iş ve bu işlerin süreleri ve talepleri belirtilmiştir. Çizelgelenecek 1 no.lu işin işlem süresi 50 saniye ve talebi 1 adettir. 2 no.lu işin işlem süresi 40 saniye ve talebi 1 adettir. 3 no.lu işin işlem süresi 45 saniye ve talebi 1 adettir. 4 no.lu işin işlem süresi 40 saniye ve talebi 1 adettir. 5 no.lu işin işlem süresi 35 saniye ve talebi 1 adettir. Bu test probleminin GAMS kodu ve GAMS çözümü sırasıyla EK-2. ve EK-3.'de verilmiştir. GAMS/CPLEX çözücüsü 5 iş- 5 parti test problemine 0,203 saniyede optimal çözüm bulmuştur. Elde edilen optimal çizelge Çizelge 3.2.' dir.

Çizelge 3.2. 5 iş- 5 parti test problemi için elde edilen optimal çizelge

Parti no	Atanan işler	Başlama zamanı	Bitiş zamanı
1	1,3	0	50
2	2,4	50	90
3	5	90	125

Çizelgeye göre üç adet parti açılmıştır. 1 no.lu partiye 1 no.lu ve 3 no.lu işler atanmıştır. 1 no.lu işin işlem süresi 50 saniye, 3 no.lu işin işlem süresi 45 saniye olduğu için 1 no.lu partinin işlem süresi 50 saniyedir. Bu yüzden, 0. saniyede 1 no.lu partinin işlemi başlamıştır ve 50. saniyede 1 no.lu partinin işlemi bitmiştir. 2 no.lu partiye 2 no.lu ve 4 no.lu işler atanmıştır. 2 no.lu işin işlem süresi 40 saniye, 4 no.lu işin işlem süresi 40 saniye olduğu için 2 no.lu partinin işlem süresi 40 saniyedir. 2 no.lu partinin 50. saniyede işlemi başlayıp, 90. saniyede işlemi bitmiştir. 3 no.lu partiye 5 no.lu iş atanmıştır. 5 no.lu işin işlem süresi 35 saniye olduğu için 3 no.lu partinin işlem süresi 35 saniyedir. 3 no.lu parti 90. saniyede işleme başlamıştır ve 3 no.lu partinin 125.

saniyede işlemi bitmiştir. 3 no.lu parti döküm makinesinde işlem gören son parti olduğu için maksimum tamamlanma zamanı (C_{max}) 125 saniye olarak bulunmuştur.

3 iş- 7 parti test probleminin verileri EK-1.'dedir. Çizelgede, çizelgelenecek 3 iş ve bu işlerin süreleri ve talepleri belirtilmiştir. Çizelgelenecek 1 no.lu işin işlem süresi 50 saniye ve talebi 2 adettir. 2 no.lu işin işlem süresi 40 saniye ve talebi 2 adettir. 3 no.lu işin işlem süresi 45 saniye ve talebi 3 adettir. Bu test probleminin GAMS kodu ve GAMS çözümü sırasıyla EK-4. ve EK-5.'de verilmiştir. GAMS/CPLEX çözücüsü 3 iş- 7 parti test problemine 0,328 saniyede optimal çözüm bulmuştur. Elde edilen optimal çizelge Çizelge 3.3.'dedir.

Çizelge 3.3. 3 iş- 7 parti test problemi için elde edilen optimal çizelge

Parti no	Atanan işler	Başlama zamanı	Bitiş zamanı
3	1,3	0	50
4	1,3	50	100
5	2,3	100	145
7	2	145	185

Çizelgeye göre dört adet parti açılmıştır. 3 no.lu partiye 1 no.lu ve 3 no.lu işler atanmıştır. 1 no.lu işin işlem süresi 50 saniye, 3 no.lu işin işlem süresi 45 saniye olduğu için 3 no.lu partinin işlem süresi 50 saniyedir. Bu yüzden, 0. saniyede 3 no.lu partinin işlemi başlamıştır ve 50. saniyede 3 no.lu partinin işlemi bitmiştir. 4 no.lu partiye 1 no.lu ve 3 no.lu işler atanmıştır. 1 no.lu işin işlem süresi 50 saniye, 3 no.lu işin işlem süresi 45 saniye olduğu için 4 no.lu partinin işlem süresi 50 saniyedir. Bu yüzden, 50. saniyede 4 no.lu partinin işlemi başlamıştır ve 100. saniyede 4 no.lu partinin işlemi bitmiştir. 5 no.lu partiye 2 no.lu ve 3 no.lu işler atanmıştır. 2 no.lu işin işlem süresi 40 saniye, 3 no.lu işin işlem süresi 45 saniye olduğu için 5 no.lu partinin işlem süresi 45 saniyedir. 100. saniyede 5 no.lu partinin işlemi başlamış ve 145. saniyede 5 no.lu partinin işlemi bitmiştir. 7 no.lu partiye 2 no.lu iş atanmıştır. 2 no.lu işin işlem süresi 40 saniye olduğu için 7 no.lu partinin işlem süresi 40 saniyedir. 7 no.lu partinin 145. saniyede işlemi başlamış, 185. saniyede işlemi bitmiştir. 7 no.lu parti döküm makinesinde işlem gören son parti olduğu için C_{max} 185 saniye olarak bulunmuştur.

Diğer test problemleri de yukarıda anlatılan test problemlerine benzer şekilde oluşturulmuştur. Tek makineli durum için oluşturulan test problemlerine ait çözüm sonuçlarını, optimal çözüme ulaşma sürelerini, değişken ve kısıt sayılarını gösteren tablo Çizelge 3.4.'dedir.

Çizelge 3.4. Test problemlerinin çözüm zamanları, çözüm sonuçları, değişken ve kısıt sayıları

İş- parti	Çözüm süresi (sn)	Optimal çözüm	Değişken sayısı	Kısıt sayısı
3 iş- 3 parti	0,047	90	20	25
3 iş- 7 parti	0,328	185	44	67
4 iş- 4 parti	0,094	100	30	39
5 iş- 5 parti	0,203	125	42	56
8 iş- 5 parti	0,547	190	57	74
10 iş- 5 parti	0,398	210	67	86
15 iş- 8 parti	4,733	305	146	188

Çizelge 3.4.'de görüldüğü gibi problem boyutu büyüdükçe çözüm süresi artmaktadır. GAMS/CPLEX çözücüsüne 20 iş- 10 parti ve 25 iş- 13 parti test problemleri de çözdürülmüştür ancak problemlere 4 saatte optimal çözüm bulunamadığı için süreç durdurulmuştur.

3.2.2.2. Çok makineli durum için oluşturulan test problemleri ve sonuçları

Çok makineli durum için oluşturulan matematiksel modelin çözüm performansını görmek amacıyla model GAMS programında kodlanmıştır. GAMS/CPLEX çözücüsü ile 3 iş- 3 parti- 3 makine, 4 iş- 4 parti- 3 makine, 5 iş- 4 parti- 3 makine, 5 iş- 9 parti- 3 makine, 8 iş- 4 parti- 3 makine ve 10 iş- 5 parti- 3 makine test örnekleri çözülmüştür. Tüm test problemlerinin veri setleri EK-6.'dadır. 3 iş- 3 parti- 3 makine test problemi için GAMS/CPLEX çözücüsü 0,078 saniyede optimal çözümü bulmuştur. 4 iş- 4 parti- 3 makine test problemine 0,034 saniyede optimal çözüm bulunmuştur. 5 iş- 4 parti- 3 makine test problemine 0,122 saniyede optimal çözüm bulunmuştur. 5 iş- 9 parti- 3 makine test problemine 109,207 saniyede optimal çözüm bulunmuştur. 8 iş- 4 parti- 3 makine test problemine GAMS/CPLEX çözücüsü ile 0,180 saniyede optimal çözüm bulunmuştur. 10 iş- 5 parti- 3 makine test problemine GAMS/CPLEX çözücüsü ile 4,702 saniyede optimal çözüm bulunmuştur. 15 iş- 8 parti- 3 makine test problemine GAMS/CPLEX çözücüsü ile 4 saatte optimal çözüm bulunamadığı için süreç durdurulmuştur. 20 iş- 10 parti- 3 makine test problemine GAMS/CPLEX çözücüsü ile 4 saatte optimal çözüm bulunamadığı için süreç durdurulmuştur.

Test problemlerini açıklamak için 8 iş- 4 parti- 3 makine ve 5 iş- 9 parti- 3 makine test problemleri seçilmiştir. 8 iş- 4 parti- 3 makine test probleminin verileri Çizelge 3.5.'dedir.

Çizelge 3.5. Örnek veri seti (8 iş- 4 parti- 3 makine)

İş	İşlem süresi (sn)	Talep (adet)
1	40	1
2	45	1
3	20	1
4	30	1
5	40	1
6	30	1
7	20	1
8	35	1

Çizelge 3.5.'de çizelgelenecek 8 iş ve bu işlerin süreleri ve talepleri belirtilmiştir. Çizelgelenecek 1 no.lu işin işlem süresi 40 saniye ve talebi 1 adettir. 2 no.lu işin işlem süresi 45 saniye ve talebi 1 adettir. 3 no.lu işin işlem süresi 20 saniye ve talebi 1 adettir. 4 no.lu işin işlem süresi 30 saniye ve talebi 1 adettir. 5 no.lu işin işlem süresi 40 saniye ve talebi 1 adettir. 6 no.lu işin işlem süresi 30 saniye ve talebi 1 adettir. 7 no.lu işin işlem süresi 20 saniye ve talebi 1 adettir. 8 no.lu işin işlem süresi 35 saniye ve talebi 1 adettir. Bu test probleminin GAMS kodu ve GAMS çözümü sırasıyla EK-7. ve EK-8.'de verilmiştir. GAMS/CPLEX çözücüsü 8 iş- 4 parti- 3 makine test problemine 0,180 saniyede optimal çözüm bulmuştur. Elde edilen optimal çizelge Çizelge 3.6.'dadır.

Çizelge 3.6. 8 iş- 4 parti- 3 makine test problemi için elde edilen optimal çizelge

Parti numarası	Atanan işler	Atandığı makine	Parti süresi (sn)	Parti başlama zamanı (sn)	Parti bitiş zamanı (sn)
4	2,8	1	45	0	45
1	3,7	2	20	0	20
3	4,6	2	30	20	50
2	1,5	3	40	0	40

Çizelgeye göre dört adet parti açılmıştır. 4 no.lu parti birinci makineye atanmıştır. 1 no.lu ve 3 no.lu parti ikinci makineye atanmıştır. 2 no.lu parti üçüncü makineye atanmıştır. 4 no.lu partiye 2 no.lu ve 8 no.lu işler atanmıştır. 2 no.lu işin işlem süresi 45 saniye, 8 no.lu işin işlem süresi 35 saniye olduğu için 4 no.lu partinin işlem süresi 45 saniyedir. Birinci makinede 4 no.lu partinin işlemi 0. saniyede başlamış, 45. saniyede bitmiştir. 1 no.lu partiye 3 no.lu ve 7 no.lu işler atanmıştır. 3 no.lu işin işlem süresi 20 saniye, 7 no.lu işin işlem süresi 20 saniye olduğu için 1 no.lu partinin işlem süresi 20 saniyedir. İkinci makinede 1 no.lu partinin 0. saniyede işlemi başlamış, 20. saniyede işlemi bitmiştir. 3 no.lu partiye 4 no.lu ve 6 no.lu işler atanmıştır. 4 no.lu işin işlem süresi 30 saniye, 6 no.lu işin işlem süresi 30 saniye olduğu için 3 no.lu partinin işlem süresi 30 saniyedir. İkinci makinede 3 no.lu partinin 20. saniyede işlemi başlamıştır ve

50. saniyede işlemi bitmiştir. 2 no.lu partiye 1 no.lu ve 5 no.lu işler atanmıştır. 1 no.lu işin işlem süresi 40 saniye, 5 no.lu işin işlem süresi 40 saniye olduğu için 2 no.lu partinin işlem süresi 40 saniyedir. Üçüncü makinde 2 no.lu partinin işlemi 0. saniyede başlamıştır ve 40. saniyede işlemi bitmiştir. Döküm makinelerinde en son işlem gören partilerin işlemlerinin bitiş zamanlarına bakıldığında en büyük bitiş zamanının 50 saniye olduğu görülmektedir. Bu nedenle, maksimum tamamlanma zamanı (C_{max}) 50 saniyedir.

5 iş- 9 parti- 3 makine test probleminin verileri EK-6.'dadır. Çizelgede, çizelgelenecek 5 iş ve bu işlerin süreleri ve talepleri belirtilmiştir. Çizelgelenecek 1 no.lu işin işlem süresi 40 saniye ve talebi 2 adettir. 2 no.lu işin işlem süresi 45 saniye ve talebi 2 adettir. 3 no.lu işin işlem süresi 20 saniye ve talebi 1 adettir. 4 no.lu işin işlem süresi 30 saniye ve talebi 3 adettir. 5 no.lu işin işlem süresi 40 saniye ve talebi 1 adettir. Bu test probleminin GAMS kodu ve GAMS çözümü sırasıyla EK-9. ve EK-10.'da verilmiştir. GAMS/CPLEX çözücüsü 5 iş- 9 parti- 3 makine test problemine 109,207 saniyede optimal çözüm bulmuştur. Elde edilen optimal çizelge Çizelge 3.7.'dedir.

Çizelge 3.7. 5 iş- 9 parti- 3 makine test problemi için elde edilen optimal çizelge

Parti numarası	Atanan işler	Atandığı makine	Parti süresi (sn)	Parti başlama zamanı (sn)	Parti bitiş zamanı (sn)
1	1,5	1	40	0	40
9	4	1	30	40	70
4	2,4	2	45	0	45
2	3,4	3	30	0	30
7	1,2	3	45	30	75

Çizelgeye göre beş adet parti açılmıştır. 1 no.lu ve 9 no.lu parti birinci makineye atanmıştır. 4 no.lu parti ikinci makineye atanmıştır. 2 no.lu ve 7 no.lu parti üçüncü makineye atanmıştır. 1 no.lu partiye 1 no.lu ve 5 no.lu işler atanmıştır. 1 no.lu işin işlem süresi 40 saniye ve 5 no.lu işin işlem süresi 40 saniye olduğu için 1 no.lu partinin işlem süresi 40 saniyedir. Birinci makinede 1 no.lu partinin 0. saniyede işlemi başlamış ve 40. saniyede işlemi bitmiştir. 9 no.lu partiye 4 no.lu iş atanmıştır. 4 no.lu işin işlem süresi 30 saniye olduğu için 9 no.lu partinin işlem süresi 30 saniyedir. Birinci makinede 9 no.lu partinin 40. saniyede işlemi başlamış ve 70. saniyede işlemi bitmiştir. 4 no.lu partiye 2 no.lu ve 4 no.lu işler atanmıştır. 2 no.lu işin işlem süresi 45 saniye ve 4 no.lu işin işlem süresi 30 saniye olduğu için 4 no.lu partinin işlem süresi 45 saniyedir. İkinci makinede 4 no.lu partinin 0. saniyede işlemi başlamış ve 45. saniyede işlemi bitmiştir. 2 no.lu partiye 3 no.lu ve 4 no.lu işler atanmıştır. 3 no.lu işin işlem süresi 20 saniye ve 4

no.lu işin işlem süresi 30 saniye olduğu için 2 no.lu partinin işlem süresi 30 saniyedir. Üçüncü makinede 2 no.lu partinin 0. saniyede işlemi başlamış ve 30. saniyede işlemi bitmiştir. 7 no.lu partiye 1 no.lu ve 2 no.lu işler atanmıştır. 1 no.lu işin işlem süresi 40 saniye ve 2 no.lu işin işlem süresi 45 saniye olduğu için 7 no.lu partinin işlem süresi 45 saniyedir. Üçüncü makinede 7 no.lu partinin 30. saniyede işlemi başlamış ve 75. saniyede işlemi bitmiştir. Döküm makinelerinde en son işlem gören partilerin işlemlerinin bitiş zamanlarına bakıldığında en büyük bitiş zamanının 75 saniye olduğu görülmektedir. Bu nedenle, maksimum tamamlanma zamanı (C_{max}) 75 saniyedir.

Diğer test problemleri de yukarıda anlatılan test problemlerine benzer şekilde oluşturulmuştur. Çok makineli durum için oluşturulan test problemlerine ait çözüm sonuçlarını, optimal çözüme ulaşma sürelerini, değişken ve kısıt sayılarını gösteren tablo Çizelge 3.8.'dedir.

Çizelge 3.8. Test problemlerinin çözüm zamanları, çözüm sonuçları, değişken ve kısıt sayıları

İş- parti- makine	Çözüm süresi (sn)	Optimal çözüm	Değişken sayısı	Kısıt sayısı
3 iş- 3 parti- 3 makine	0,078	45	44	64
4 iş- 4 parti- 3 makine	0,034	45	70	103
5 iş- 4 parti- 3 makine	0,122	45	82	116
8 iş- 4 parti- 3 makine	0,180	50	118	155
10 iş- 5 parti- 3 makine	4,702	65	177	231
5 iş- 9 parti- 3 makine	109,207	75	182	321

Çizelge 3.8.'de görüldüğü gibi problem boyutu büyüdükçe çözüm süresi artmaktadır. GAMS/CPLEX çözücüsü ile 15 iş- 8 parti- 3 makine ve 20 iş- 10 parti- 3 makine test problemleri de çözülmüştür. Fakat problemlere 4 saatte optimal çözüm bulunamadığı için süreç durdurulmuştur.

3.2.3. Geliştirilen sezgisel çözüm algoritması

Tamsayılı programlama modellerinin ve sürekli değişkenli matematiksel modellerin amaç fonksiyonlarının ve kısıtlarının cebirsel ifadesi aynı gibi görünse de bazı ya da tüm değişkenlerin tamsayı olmasını sağlayan bazı kısıtların eklenmesi, hesaplama bakımından tamsayılı problemleri daha zor hale getirir. Çoğu tamsayılı programlama modelleri NP-zor sınıfına aittir. Bu yüzden, genel doğrusal programlama

modelleri polinom zamanda çözülebilirken, aynı modelin tamsayılı çözümünü bulmak üstel hesaplama zamanı gerektirebilmektedir (Bakır ve Altunkaynak, 2003).

Çizelgeleme problemleri NP-zor problemler sınıfında yer almaktadır. Bu durum, problem boyutunun büyümesi ile çözüm süresinin üstel olarak artmasına ve optimal çözüme ulaşılmasının zorlaşmasına neden olmaktadır (Gocuklu, 2011). Gerçek hayattaki çizelgeleme problemleri genellikle büyük boyutludur. Bu nedenle, en iyi çözümü veren matematiksel model kullanmak yerine kısa sürede en iyi çözüme yakın sonuç veren sezgisel bir algoritma veya probleme özel bir algoritma geliştirilebilir. İncelenen çizelgeleme probleminde, problem boyutu büyüdükçe matematiksel modelin en iyi çözümü bulma süresi Bölüm 3.2.2.'de gösterildiği gibi üstel olarak artmaktadır. İşletmede çizelgeleme işleminin en fazla yarım saatte tamamlanması beklendiğinden, çalışma kapsamında makul süre 1800 sn. olarak kabul edilmiştir. Büyük boyutlu gerçek hayat çizelgeleme problemlerinde makul bir sürede uygun bir çözüm dahi bulunamamaktadır. Bu nedenle, bu çizelgeleme problemine özel olarak kısa sürede oldukça iyi bir çözüm bulan algoritma geliştirilmiştir.

Bu çizelgeleme problemine özel olarak geliştirilen kısa sürede oldukça iyi bir çözüm bulan algoritmanın adımları aşağıda verilmiştir.

Adım 1: Tüm birim işler işlem sürelerine göre büyükten küçüğe doğru sıralanır.

Adım 2: Oluşan sıradan aynı ürüne ait birim işler aynı gruba gelmeyecek şekilde ve iki işten oluşacak şekilde sırasıyla grup oluşturulur. Eğer iki işten grup oluşturulamıyorsa tek işten oluşacak şekilde grup oluşturulur. Oluşturulan gruplar parti olarak adlandırılmaktadır.

Adım 3: Adım 2'de oluşturulan gruplardan ilk makine sayısı kadar olanı sırasıyla makinelere tek tek atanır.

Adım 4: Makinelere ilk gruplar atandıktan sonra, makinelerdeki parti sürelerine bakılır, en az parti süresi hangi makinedeyse o makineye sonraki grup atanır.

Adım 5: Makinelerdeki toplam parti süresine bakılır, toplam en az parti süresi hangi makinedeyse o makineye sonraki grup atanır.

Adım 6: Tüm gruplar atanana kadar Adım 5'teki işlem yapılır.

Geliştirilen algoritma ile parti oluşturma ve parti çizelgeleme işlemleri yapılmaktadır. Geliştirilen algoritma ile çizelgeleme yapıldığında en iyi çözüme yakın uygun bir çözüm bulunmaktadır.

Algoritma Excel VBA’da kodlanarak bir makro oluşturulmuştur. Geliştirilen algoritmanın kodları EK-11.’dedir. Bu makro sayesinde çok kısa sürede problemin çözümü elde edilebilmektedir. Excel’de oluşturulan programın işleyişini açıklayan örnek Şekil 3.1.’dedir.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
iş	zaman	talebi		Bir Makina İle								Hesapla
1	60	5		Makina 1								
2	45	3		1, 4--1, 4--1, 2--1, 2--1, 2--5, 6--6, 3--8, 7--8, 7--8, 7--8, 7--7	495							
3	30	1										
4	55	2		Makina 1		Makina 2		Makina 3				
5	40	1		1, 4--1, 2--8, 7--8, 7	170	1, 4--1, 2--8, 7--7	165	1, 2--5, 6--6, 3--8, 7	160			
6	35	2										
7	20	5										
8	25	4										

Şekil 3.1. Excel’de oluşturulan program

Şekil 3.1.’de görüldüğü gibi iş-zaman-talebi alanına kullanıcı istediği büyüklükteki problem verilerini programa girebilmektedir. Programda “Hesapla” düğmesi bulunmaktadır. Kullanıcı “Hesapla” düğmesine tıkladığında “Hesapla” düğmesinin sol tarafında çok kısa bir sürede çizelgeler elde edilmektedir. Çizelge oluşturma işlemi bir makine için yapılıyorsa “Bir Makine İle” alanına bakılmalıdır. Çizelge oluşturma işlemi üç makine için yapılıyorsa Makina 1- Makina 2- Makina 3 alanına bakılmalıdır. Problem çözdürüldüğünde “Bir Makine İle” alanına bakıldığında “Makina 1” hücresinin altında Makine 1’e atanan işler görülmektedir. Aynı şekilde, Makina 1- Makina 2- Makina 3 alanına bakıldığında “Makina 1” hücresinin altında Makine 1’e atanan işler, “Makina 2” hücresinin altında Makine 2’ye atanan işler ve “Makina 3” hücresinin altında Makine 3’e atanan işler görülmektedir. Programda, çizelge alanlarındaki tire işareti makineye atanan partileri birbirinden ayırmak için kullanılmıştır. Her iki çizelge alanında makinelere atanan işlerin bulunduğu hücrenin

yanındaki hücrede o makinede işlem gören en son partinin işleminin tamamlanma zamanı bulunmaktadır.

Şekil 3.1.'deki örnek problem için bir makinenin olduğu durumda problem çözdürüldüğünde “Makina 1” hücresinin altına Makine 1'e atanan işler gelmiştir. Makine 1'e önce 1. ve 4. işten oluşan parti daha sonra sırasıyla 1. ve 4. işten oluşan parti, 1. ve 2. işten oluşan parti, 1. ve 2. işten oluşan parti, 1 ve 2. işten oluşan parti, 5. ve 6. işten oluşan parti, 6. ve 3. işten oluşan parti, 8. ve 7. işten oluşan parti, 8. ve 7. işten oluşan parti, 8. ve 7. işten oluşan parti ve sonuncu sırada 7. işten oluşan parti atanmıştır. Çizelgede görüldüğü gibi her işin talebi karşılanmıştır. Makineye atanan işlerin bulunduğu hücrenin yanındaki hücrede makinede işlem gören son partinin işleminin tamamlanma zamanı bulunmaktadır. Buna göre, Makine 1'de işlem gören son partinin işlemi 495. saniyede tamamlanmıştır. Başka bir deyişle, bir makine çalıştırılması durumunda maksimum tamamlanma zamanı (C_{max}) 495 saniye olarak bulunmuştur. Aynı problem GAMS/CPLEX çözücüsü ile çözdürüldüğünde 60 saniyelik çözüm zamanı sonunda maksimum tamamlanma zamanı (C_{max}) 495 saniye olarak bulunmuştur.

Şekil 3.1.'deki örnek problem için üç makinenin olduğu durumda problem çözdürüldüğünde “Makina 1” hücresinin altında Makine 1'e atanan işler, “Makina 2” hücresinin altında Makine 2'ye atanan işler ve “Makina 3” hücresinin altında Makine 3'e atanan işler gelmiştir. Makine 1'e ilk sırada 1. ve 4. işten oluşan parti daha sonra sırasıyla 1. ve 2. işten oluşan parti, 8. ve 7. işten oluşan parti ve son olarak 8. ve 7. işten oluşan parti atanmıştır. Makine 1'de işlem gören son partinin tamamlanma zamanı 170 saniye olarak bulunmuştur. Makine 2'ye ilk sırada 1. ve 4. işten oluşan parti daha sonra sırasıyla 1. ve 2. işten oluşan parti, 8. ve 7. işten oluşan parti ve son olarak 7. işten oluşan parti atanmıştır. Makine 2'de işlem gören son partinin tamamlanma zamanı 165 saniye olarak bulunmuştur. Makine 3'e ilk sırada 1. ve 2. işten oluşan parti daha sonra sırasıyla 5. ve 6. işten oluşan parti, 6. ve 3. işten oluşan parti ve son olarak 8. ve 7. işten oluşan parti atanmıştır. Makine 3'de işlem gören son partinin tamamlanma zamanı 160 saniye olarak bulunmuştur. Çizelgede görüldüğü gibi tüm işlerin talepleri karşılanmıştır. Makinelerde işlem gören en son partilerin işlemlerinin tamamlanma zamanlarına bakıldığında en büyük tamamlanma zamanının 170 saniye olduğu görülmektedir. Bu nedenle, maksimum tamamlanma zamanı (C_{max}) 170 saniye olarak bulunmuştur. Geliştirilen program bu örneği 0,03 saniyede çözmüştür. Aynı problem GAMS/CPLEX

çözücüsü ile çözdürüldüğünde 60 saniyelik çözüm zamanı sonunda maksimum tamamlanma zamanı (C_{max}) 170 saniye olarak bulunmuştur.

Programda, algoritma adımlarından Adım 1'i ve Adım 2'yi, oluşturulan gruplardaki işlerin sürelerini ve her oluşturulan grubun parti süresini gösteren bir alan bulunmaktadır. Kullanıcı "Hesapla" düğmesine basıp girilen problemi çözdürdüğünde "Hesapla" düğmesinin sağ tarafında bu alan oluşmaktadır. Şekil 3.1.'deki örnek problem çözdürüldüğünde "Hesapla" düğmesinin sağ tarafında oluşan alan Şekil 3.2.'dedir.

L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
Hesapla							1	60 K		1, 4	60, 55	60
			1	60	5		1	60 K		1, 4	60, 55	60
			4	55	2		1	60 K		1, 2	60, 45	60
			2	45	3		1	60 K		1, 2	60, 45	60
			5	40	1		1	60 K		1, 2	60, 45	60
			6	35	2		4	55 K		5, 6	40, 35	40
			3	30	1		4	55 K		6, 3	35, 30	35
			8	25	4		2	45 K		8, 7	25, 20	25
			7	20	5		2	45 K		8, 7	25, 20	25
							2	45 K		8, 7	25, 20	25
							5	40 K		8, 7	25, 20	25
							6	35 K		7	20	20
							6	35 K				
							3	30 K				
							8	25 K				
							8	25 K				
							8	25 K				
							8	25 K				
							7	20 K				
							7	20 K				
							7	20 K				
							7	20 K				
							7	20 K				

Şekil 3.2. "Hesapla" düğmesinin sağ tarafında oluşan alan

Şekil 3.2.'de görüldüğü gibi Excel dosyasının S ve T sütununda tüm birim işler işlem sürelerine göre büyükten küçüğe doğru sıralanmıştır. S sütununda işlerin numarası ve T sütununda ilgili işe ait süreler bulunmaktadır. V sütununda sırayla grup oluşturma işlemi gerçekleşmiştir. Buradan, kaç tane parti oluşturulduğu ve oluşturulan partilere atanan işler görülebilmektedir. W sütununda her partiye atanan işlerin işlem süreleri bulunmaktadır. X sütununda, her partinin parti süresi bulunmaktadır.

İşlerin talepleri 1'den fazla olduğunda matematiksel modele girilmesi gereken parti sayısı verisinin belirlenmesinde zorluklar yaşanmaktadır. Çünkü bir partiye aynı işten iki tane atanamamaktadır. Bu yüzden, toplam talep ikiye bölünerek parti sayısı verisi belirlenememektedir. Bu durumda, modele parti sayısı olarak toplam talep değeri

girilmektedir. Bu durumda da problem boyutu büyüdüğü için problemin en iyi çözümünün bulunması zorlaşmaktadır. Fakat geliştirilen program sayesinde modele girilmesi gereken parti sayısı verisi belirlenebilmektedir. V sütununa bakıldığında kaç tane parti açılması gerektiği görülmektedir. Bu sayı toplam talepten küçük olduğu için problem boyutu daha küçük olmakta ve problemin en iyi çözümünün bulunması daha kolay olmaktadır.

3.2.4. Geliştirilen sezgisel çözüm algoritması ile elde edilen test sonuçları

Geliştirilen algoritmanın performansı, matematiksel model çözümü ile karşılaştırılmıştır. Geliştirilen algoritma için Excel VBA'da kodlanarak geliştirilen program ile Bölüm 3.2.2.'deki tek makineli durum için oluşturulan test problemleri ve çok makineli durum için oluşturulan test problemleri çözülmüştür.

3.2.4.1. Tek makineli durum için oluşturulan test problemlerinin sonuçları

Tek makineli durum için oluşturulan test problemleri algoritma için geliştirilen program ile çözülmüştür. Çözüm sonuçları, matematiksel model çözümleri ile karşılaştırılmıştır. Matematiksel model ve geliştirilen algoritmanın çözüm sonuçlarının karşılaştırılması ile ilgili değerler Çizelge 3.9.'dadır.

Çizelge 3.9. Matematiksel model ve geliştirilen algoritmanın çözüm sonuçlarının karşılaştırılması

Test örnek no	İş sayısı	Talep değerleri	Matematiksel Model						Geliştirilen Algoritma		
			Modele girilen parti sayısı	Çözüm süresi (sn)	Optimal çözüm değeri (C_{max})	Modelin açtığı parti sayısı	Değişken sayısı	Kısıt sayısı	Algoritmanın bulduğu çözüm değeri (C_{max})	Algoritmanın çözüm süresi (sn)	Algoritmanın açtığı parti sayısı
1	3 iş	1	3	0,047	90	2	20	25	90	0,03	2
2	4 iş	1	4	0,094	100	2	30	39	100	0,03	2
3	5 iş	1	5	0,203	125	3	42	56	125	0,03	3
4	3 iş	1-3	7	0,328	185	4	44	67	185	0,03	4
5	8 iş	1	5	0,547	190	4	57	74	190	0,03	4
6	10 iş	1	5	0,398	210	5	67	86	210	0,03	5
7	15 iş	1	8	4,733	305	8	146	188	305	0,03	8

Çizelge 3.9.'da görüldüğü gibi geliştirilen algoritma, her test örneğinde matematiksel modelin maksimum tamamlanma zamanı (C_{max}) için bulduğu en iyi çözüm değerini bulmuştur. Sezgisel yöntem her test örneğini çok kısa bir sürede (0,03 saniye) çözmüştür. Matematiksel modelin çözüm sürelerine bakıldığında, geliştirilen algoritmanın her test örneğini daha kısa sürede çözdüğü görülmektedir.

3.2.4.2. Çok makineli durum için oluşturulan test problemlerinin sonuçları

Çok makineli durum için oluşturulan test problemleri sezgisel yöntem ile çözülmüştür. Çözüm sonuçları, matematiksel model çözümleri ile karşılaştırılmıştır. Matematiksel model ve geliştirilen algoritmanın çözüm sonuçlarının karşılaştırılması ile ilgili değerler Çizelge 3.10.'dadır.

Çizelge 3.10. Matematiksel model ve geliştirilen algoritmanın çözüm sonuçlarının karşılaştırılması

Test örnek no	İş sayısı- makine sayısı	Talep değerleri	Matematiksel Model						Geliştirilen Algoritma		
			Modele girilen parti sayısı	Çözüm süresi (sn)	Optimal çözüm değeri (C_{max})	Modelin açtığı parti sayısı	Değişken sayısı	Kısıt sayısı	Algoritmanın bulduğu çözüm değeri (C_{max})	Algoritmanın çözüm süresi (sn)	Algoritmanın açtığı parti sayısı
1	3 iş- 3 makine	1	3	0,078	45	2	44	64	45	0,03	2
2	4 iş- 3 makine	1	4	0,034	45	2	70	103	45	0,03	2
3	5 iş- 3 makine	1	4	0,122	45	3	82	116	45	0,03	3
4	8 iş- 3 makine	1	4	0,180	50	4	118	155	50	0,03	4
5	10 iş- 3 makine	1	5	4,702	65	5	177	231	65	0,03	5
6	5 iş- 3 makine	1-3	9	109,207	75	5	182	321	75	0,03	5

Çizelge 3.10.'da görüldüğü üzere geliştirilen algoritma, her test örneğinde matematiksel modelin maksimum tamamlanma zamanı (C_{max}) için bulduğu en iyi çözüm değerini bulmuştur. Sezgisel yöntem her test örneğini çok kısa bir sürede (0,03 saniye) çözmüştür. Matematiksel modelin çözüm sürelerine bakıldığında, geliştirilen algoritmanın her test örneğini daha kısa sürede çözdüğü görülmektedir. Özellikle, 6

numaralı test örneği problem boyutu en büyük test örneği olduğu için çözüm süreleri arasındaki fark bu örnekte daha fazla olmuştur. GAMS/CPLEX çözücüsü 6 numaralı test örneğine 109,207 saniyede optimal çözümü bulmuştur. Aynı çözüm değeri geliştirilen algoritmanın çalıştırılması sonucu 0,03 saniyede elde edilmiştir.



4. UYGULAMA

Çalışmada, armatür üretimi yapılan bir işletmenin döküm atölyesindeki üretim çizelgeleme problemi ele alınmıştır. Döküm atölyesinde üç adet özdeş paralel döküm makinesi bulunmaktadır. Her döküm makinesinin iki tane kalıp bölmesi vardır. Bu yüzden, aynı anda makineye iki farklı ürünün kalıbı yerleştirilip üretim yapılabilmektedir. Problemin parametreleri olarak döküm atölyesinde üretilmesi istenen işlerin talepleri ve işlerin birim işlem süreleri göz önüne alınmıştır. Aynı anda aynı makinede üretilen ürünler problemde parti olarak adlandırılmıştır. Ürünlerin işlem süreleri birbirinden farklıdır. Bu nedenle, aynı partide işlem gören ürünlerin işlem süreleri birbirinden farklı olabilmektedir. Bir partinin işlem süresi o partide işlenen ürünlerin işlem süresi en fazla olanına göre belirlenmektedir. Çünkü döküm makinelerinde üretim başladığı zaman partideki işlem süresi uzun olan ürünün işlemi bitmeden makineye yeni ürün yükleme ve makineden ürün alımı yapılamamaktadır. Mevcut sistemde, döküm planı el ile hazırlandığı için partilerdeki boş bekleme süreleri fazla olabilmekte, maksimum tamamlanma zamanı (C_{max}) optimal çözümden çok büyük olabilmektedir.

Bu bölümde, işletmeye ait veriler kullanılarak üç farklı veri seti oluşturulmuştur. Birinci veri seti olan 10 iş- 3 makine problemi döküm atölyesinde üretilen 10 farklı işin birim işlem süre verileri kullanılarak oluşturulmuştur. 10 iş- 3 makine problemi, çok makineli durum için oluşturulan matematiksel model ve sezgisel yöntem ile çözülerek matematiksel modelin ve algoritmanın uygulanabilirliği ortaya konmuştur. Matematiksel model, parti sayısı verisi değiştirilerek iki kez çalıştırılmış ve önemli sayısal sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca, matematiksel model ile algoritmanın çözüm sonuçları karşılaştırılmıştır. 10 iş- 3 makine problemine ait sayısal girdiler Çizelge 4.1.'dedir.

Çizelge 4.1. 10 iş- 3 makine problem verileri

İş	İşlem süresi (sn)	Talep (adet)
1	30	5
2	93	7
3	93	8
4	77	5
5	35	5
6	35	8
7	74	8
8	74	3
9	63	5
10	138	3

10 iş- 3 makine problemi önce sezgisel yöntem ile çözülmüştür. Geliştirilen program, 10 iş- 3 makine problemini 0,5 saniyede çözmüştür. Elde edilen çözüm sonuçları Çizelge 4.2.'de özetlenmiştir. Çizelge 4.2., hangi işlerin hangi partiye atandığına, partilerin hangi makineye hangi sırada ve hangi zaman aralığında atandığına ait çözüm sonuçlarını göstermektedir.

Çizelge 4.2. 10 iş- 3 makine probleminin algoritma çözüm sonuçları

Parti numarası	Atanan işler	Atandığı makine	Parti süresi (sn)	Parti başlama zamanı (sn)	Parti bitiş zamanı (sn)
1	10,2	1	138	0	138
2	2,3	1	93	138	231
3	2,3	1	93	231	324
4	3,4	1	93	324	417
5	7,8	1	74	417	491
6	7,9	1	74	491	565
7	9,5	1	63	565	628
8	5,6	1	35	628	663
9	6,1	1	35	663	698
10	10,2	2	138	0	138
11	2,3	2	93	138	231
12	3,4	2	93	231	324
13	3,4	2	93	324	417
14	7,8	2	74	417	491
15	7,9	2	74	491	565
16	5,6	2	35	565	600
17	5,6	2	35	600	635
18	6,1	2	35	635	670
19	6,1	2	35	670	705
20	10,2	3	138	0	138
21	2,3	3	93	138	231
22	3,4	3	93	231	324
23	4,7	3	77	324	401
24	7,8	3	74	401	475
25	7,9	3	74	475	549
26	7,9	3	74	549	623
27	5,6	3	35	623	658
28	6,1	3	35	658	693
29	1	3	30	693	723

Çizelge 4.2.'de, işlerin hangi partiye atandığı, partilerin hangi makineye atandığı, her partinin işlem süresi, her partinin başlama zamanı ve her partinin bitiş zamanı belirtilmiştir. Örneğin, birinci makineye ilk sırada 1 numaralı parti atanmıştır. 1 numaralı partiye 10 numaralı ve 2 numaralı işler atanmıştır. 1 numaralı parti birinci makineyi 0. saniyeden 138. saniyeye kadar meşgul etmiştir. Problemin çözümüne göre 29 adet parti açılmıştır. Birinci makineye atanan en son partinin işlemi 698. saniyede bitmiştir. İkinci makineye atanan en son partinin işlemi 705. saniyede bitmiştir. Üçüncü makineye atanan en son partinin işlemi 723. saniyede bitmiştir. Sonuç olarak, maksimum tamamlanma zamanı (C_{max}) 723 saniye olarak bulunmuştur.

İşletmede çizelgeleme işleminin en fazla 30 dakikada tamamlanması beklendiğinden 10 iş-3 makine ve 25 iş-3 makine uygulama problemleri için GAMS'e verilen süre kısıtı 1800 sn. olarak belirlenmiştir.

10 iş- 3 makine problemi, çok makineli durum için oluşturulan matematiksel model ile parti sayısı verisi değiştirilerek iki kez çözülmüştür. İlk olarak, matematiksel modele parti sayısı olarak 29 değeri girilmiştir. Bu değer, 10 iş- 3 makine probleminin sezgisel yöntem ile çözümü sonucu elde edilmiştir. 10 iş- 3 makine problemi için oluşturulan matematiksel model GAMS programında kodlanmıştır. 10 iş- 3 makine probleminin GAMS kodu EK-12.'dedir. 10 iş- 3 makine problemi için oluşturulan matematiksel model GAMS 23.3.3/CPLEX çözücüsü ile 1800 saniye süre limiti verilerek çözdürülmüştür. Bu problemin GAMS çözümü EK-13.'dedir. Çözüm sonucunda, uygun bir çözüm bulunmuş ve maksimum tamamlanma zamanı (C_{max}) 703 saniye olarak bulunmuştur. Elde edilen çözüm sonuçları Çizelge 4.3.'de özetlenmiştir. Çizelge 4.3., hangi işlerin hangi partiye atandığına, partilerin hangi makineye hangi sırada ve hangi zaman aralığında atandığına ait çözüm sonuçlarını göstermektedir.

Çizelge 4.3. 10 iş- 3 makine probleminin matematiksel model çözüm sonuçları

Parti numarası	Atanan işler	Atandığı makine	Parti süresi (sn)	Parti başlama zamanı (sn)	Parti bitiş zamanı (sn)
3	2,3	1	93	0	93
5	4,7	1	77	93	170
7	8,9	1	74	170	244
12	1,6	1	35	244	279
13	7,9	1	74	279	353
14	7,8	1	74	353	427
15	2,3	1	93	427	520
20	1,6	1	35	520	555
21	1,6	1	35	555	590
23	5,6	1	35	590	625
24	5,6	1	35	625	660
26	5,6	1	35	660	695
1	2,10	2	138	0	138
9	1,9	2	63	138	201
17	3,10	2	138	201	339
18	1	2	30	339	369
22	7,9	2	74	369	443
27	7,9	2	74	443	517
28	2,3	2	93	517	610
29	2,3	2	93	610	703
2	4,7	3	77	0	77
4	3,10	3	138	77	215
6	5,6	3	35	215	250
8	4,7	3	77	250	327
10	4,8	3	77	327	404
11	2,3	3	93	404	497
16	5,6	3	35	497	532
19	4,7	3	77	532	609
25	2,3	3	93	609	702

Çizelge 4.3.'de, işlerin hangi partiye atandığı, partilerin hangi makineye atandığı, her partinin işlem süresi, her partinin başlama zamanı ve her partinin bitiş zamanı belirtilmiştir. Örneğin, birinci makineye ilk sırada 3 numaralı parti atanmıştır. 3 numaralı partiye 2 numaralı ve 3 numaralı işler atanmıştır. 3 numaralı parti birinci makineyi 0. saniyeden 93. saniyeye kadar meşgul etmiştir. Problemin çözümüne göre 29 adet parti açılmıştır. Birinci makineye atanan en son partinin işlemi 695. saniyede bitmiştir. İkinci makineye atanan en son partinin işlemi 703. saniyede bitmiştir. Üçüncü makineye atanan en son partinin işlemi 702. saniyede bitmiştir. Sonuç olarak, maksimum tamamlanma zamanı (C_{max}) 703 saniye olarak bulunmuştur.

İkinci çalıştırmada, matematiksel modele parti sayısı olarak toplam talep olan 57 değeri girilmiştir. 10 iş- 3 makine probleminin GAMS kodu EK-14.'dedir. 10 iş- 3 makine problemi için oluşturulan matematiksel model GAMS 23.3.3/CPLEX çözücüsü ile 1800 saniye süre limiti verilerek çözdürülmüştür. Bu problemin GAMS çözümü EK-15.'dedir. Çözüm sonucunda, uygun bir çözüm bulunmuş ve maksimum tamamlanma zamanı (C_{max}) 712 saniye olarak bulunmuştur. Elde edilen çözüm sonuçları Çizelge 4.4.'de özetlenmiştir. Çizelge 4.4., hangi işlerin hangi partiye atandığına, partilerin hangi makineye hangi sırada ve hangi zaman aralığında atandığına ait çözüm sonuçlarını göstermektedir.

Çizelge 4.4. 10 iş- 3 makine probleminin matematiksel model çözüm sonuçları

Parti numarası	Atanan işler	Atandığı makine	Parti süresi (sn)	Parti başlama zamanı (sn)	Parti bitiş zamanı (sn)
4	2,3	1	93	0	93
11	2,3	1	93	93	186
15	5,6	1	35	186	221
19	7,8	1	74	221	295
21	7,9	1	74	295	369
37	2,10	1	138	369	507
39	5,6	1	35	507	542
53	4,7	1	77	542	619
57	2,3	1	93	619	712
12	6,9	2	63	0	63
20	1,5	2	35	63	98
24	4,8	2	77	98	175
26	7,9	2	74	175	249
27	3,10	2	138	249	387
31	1,6	2	35	387	422
36	1,6	2	35	422	457
41	3,10	2	138	457	595
49	8,9	2	74	595	669
51	5,6	2	35	669	704
3	4,7	3	77	0	77
5	1,7	3	74	77	151
7	2,3	3	93	151	244
14	4,7	3	77	244	321
25	6,9	3	63	321	384
28	2,3	3	93	384	477
29	1	3	30	477	507
30	4,7	3	77	507	584
54	5,6	3	35	584	619
55	2,3	3	93	619	712

Çizelge 4.4.'de, işlerin hangi partiye atandığı, partilerin hangi makineye atandığı, her partinin işlem süresi, her partinin başlama zamanı ve her partinin bitiş zamanı belirtilmiştir. Örneğin, ikinci makineye ilk sırada 12 numaralı parti atanmıştır. 12 numaralı partiye 6 numaralı ve 9 numaralı işler atanmıştır. 12 numaralı parti ikinci makineyi 0. saniyeden 63. saniyeye kadar meşgul etmiştir. Problemin çözümüne göre 29 adet parti açılmıştır. Birinci makineye atanan en son partinin işlemi 712. saniyede bitmiştir. İkinci makineye atanan en son partinin işlemi 704. saniyede bitmiştir. Üçüncü makineye atanan en son partinin işlemi 712. saniyede bitmiştir. Sonuç olarak, maksimum tamamlanma zamanı (C_{max}) 712 saniye olarak bulunmuştur.

10 iş- 3 makine probleminin matematiksel modellerinin çözüm sonuçları birbiriyle karşılaştırılmıştır. Ayrıca, matematiksel modellerin çözüm sonuçları algoritma çözüm sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Matematiksel model ve geliştirilen algoritmanın çözüm sonuçlarının karşılaştırılması ile ilgili değerler Çizelge 4.5.'dedir.

Çizelge 4.5. Matematiksel model ve geliştirilen algoritmanın çözüm sonuçlarının karşılaştırılması

İş sayısı- makine sayısı	Talep değerleri	Matematiksel Model						Geliştirilen Algoritma		
		Modele girilen parti sayısı	Çözüm süresi (sn)	Modelin bulduğu çözüm değeri (C_{max})	Modelin açtığı parti sayısı	Değişken sayısı	Kısıt sayısı	Algoritmanın bulduğu çözüm değeri (C_{max})	Algoritmanın çözüm süresi (sn)	Algoritmanın açtığı parti sayısı
10 iş- 3 makine	3-8	29	1800	703	29	1017	2331	723	0,5	29
10 iş- 3 makine	3-8	57	1800	712	29	1997	6965	723	0,5	29

Çizelge 4.5.'de görüldüğü gibi 10 iş- 3 makine problemi sezgisel yöntem ile 0,5 saniyede çözülmüş ve maksimum tamamlanma zamanı (C_{max}) 723 saniye olarak bulunmuştur. Çözüm sonucunda 29 adet parti açılmıştır. Buradan elde edilen parti sayısı ile matematiksel model 1800 saniye süre limiti verilerek çözdürüldüğünde maksimum tamamlanma zamanı (C_{max}) 703 saniye olarak bulunmuştur. Bu değer, algoritmanın bulduğu maksimum tamamlanma zamanı değerinden daha küçük yani daha iyidir. Aynı modele parti sayısı olarak toplam talep olan 57 değeri girildiğinde ve 1800 saniye süre limiti verilip model çözdürüldüğünde maksimum tamamlanma zamanı (C_{max}) 712 saniye olarak bulunmuştur. Bu değer, algoritmanın bulduğu maksimum tamamlanma zamanı değerinden daha küçük yani daha iyidir. Diğer modelin bulduğu maksimum tamamlanma zamanı değerinden daha büyük yani daha kötüdür. Birinci modelin değişken sayısı 1017, kısıt sayısı 2331'dir. İkinci modelin değişken sayısı 1997, kısıt sayısı 6965'tir. Görüldüğü üzere, ikinci model birinci modelden daha büyük boyutludur ve ikinci model birinci modelle aynı süre çalıştırıldığında maksimum tamamlanma zamanı için daha büyük bir çözüm değeri bulunmuştur. Ayrıca, birinci modele 29 değeri parti sayısı olarak girilmiştir. Birinci modelin çözümü sonucunda 29 adet parti açılmıştır. İkinci modele 57 değeri parti sayısı olarak girilmiştir. İkinci modelin çözümü sonucunda 29 adet parti açılmıştır.

İkinci veri seti olan 25 iş- 3 makine problemi döküm atölyesinde üretilen 25 farklı işin birim işlem süre verileri kullanılarak oluşturulmuştur. 25 iş- 3 makine problemi,

çok makineli durum için oluşturulan matematiksel model ve sezgisel yöntem ile çözülerek matematiksel modelin ve algoritmanın uygulanabilirliği ortaya konmuştur. Matematiksel model, parti sayısı verisi değiştirilerek iki kez çalıştırılmış ve önemli sayısal sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca, matematiksel model ile algoritmanın çözüm sonuçları karşılaştırılmıştır. 25 iş- 3 makine problemine ait sayısal girdiler EK-16.'dadır.

25 iş- 3 makine problemi önce sezgisel yöntem ile çözülmüştür. Geliştirilen program, 25 iş- 3 makine problemini 0,5 saniyede çözmüştür. Elde edilen çözüm sonuçları Çizelge 4.6.'da özetlenmiştir. Çizelge 4.6., hangi işlerin hangi partiye atandığına, partilerin hangi makineye hangi sırada ve hangi zaman aralığında atandığına ait çözüm sonuçlarını göstermektedir.

Çizelge 4.6. 25 iş- 3 makine probleminin algoritma çözüm sonuçları

Parti numarası	Atanan işler	Atandığı makine	Parti süresi (sn)	Parti başlama zamanı (sn)	Parti bitiş zamanı (sn)
1	10,14	1	138	0	138
2	10,15	1	138	138	276
3	15,17	1	134	276	410
4	15,21	1	134	410	544
5	21,22	1	98	544	642
6	2,3	1	93	642	735
7	2,3	1	93	735	828
8	11,12	1	86	828	914
9	11,12	1	86	914	1000
10	16,13	1	80	1000	1080
11	16,13	1	80	1080	1160
12	4,18	1	77	1160	1237
13	7,8	1	74	1237	1311
14	7,8	1	74	1311	1385
15	20,19	1	67	1385	1452
16	20,19	1	67	1452	1519
17	23,24	1	65	1519	1584
18	24,9	1	65	1584	1649
19	24,25	1	65	1649	1714
20	25,5	1	58	1714	1772
21	25,5	1	58	1772	1830
22	6,1	1	35	1830	1865
23	6,1	1	35	1865	1900
24	1	1	30	1900	1930
25	10,14	2	138	0	138
26	10,15	2	138	138	276
27	15,21	2	134	276	410
28	21,22	2	98	410	508
29	21,22	2	98	508	606
30	22,2	2	98	606	704
31	2,3	2	93	704	797
32	2,11	2	93	797	890
33	11,12	2	86	890	976

Çizelge 4.6. (Devam) 25 iş- 3 makine probleminin algoritma çözüm sonuçları

Parti numarası	Atanan işler	Atandığı makine	Parti süresi (sn)	Parti başlama zamanı (sn)	Parti bitiş zamanı (sn)
34	11,12	2	86	976	1062
35	16,13	2	80	1062	1142
36	4,18	2	77	1142	1219
37	4,18	2	77	1219	1296
38	7,8	2	74	1296	1370
39	20,19	2	67	1370	1437
40	20,19	2	67	1437	1504
41	19,23	2	66	1504	1570
42	24,9	2	65	1570	1635
43	24,9	2	65	1635	1700
44	25,5	2	58	1700	1758
45	25,5	2	58	1758	1816
46	6,1	2	35	1816	1851
47	6,1	2	35	1851	1886
48	6,1	2	35	1886	1921
49	10,14	3	138	0	138
50	15,17	3	134	138	272
51	15,17	3	134	272	406
52	15,21	3	134	406	540
53	21,22	3	98	540	638
54	2,3	3	93	638	731
55	2,3	3	93	731	824
56	11,12	3	86	824	910
57	11,12	3	86	910	996
58	11,16	3	86	996	1082
59	4,18	3	77	1082	1159
60	4,18	3	77	1159	1236
61	4,7	3	77	1236	1313
62	7,8	3	74	1313	1387
63	20,19	3	67	1387	1454
64	19,23	3	66	1454	1520
65	24,9	3	65	1520	1585
66	24,9	3	65	1585	1650
67	24,25	3	65	1650	1715
68	25,5	3	58	1715	1773
69	5,6	3	35	1773	1808
70	6,1	3	35	1808	1843
71	6,1	3	35	1843	1878
72	6,1	3	35	1878	1913
73	1	3	30	1913	1943

Çizelge 4.6.'da, işlerin hangi partiye atandığı, partilerin hangi makineye atandığı, her partinin işlem süresi, her partinin başlama zamanı ve her partinin bitiş zamanı belirtilmiştir. Örneğin, birinci makineye ilk sırada 1 numaralı parti atanmıştır. 1 numaralı partiye 10 numaralı ve 14 numaralı işler atanmıştır. 1 numaralı parti birinci makineyi 0. saniyeden 138. saniyeye kadar meşgul etmiştir. Problemin çözümüne göre 73 adet parti açılmıştır. Birinci makineye atanan en son partinin işlemi 1930. saniyede

bitmiştir. İkinci makineye atanan en son partinin işlemi 1921. saniyede bitmiştir. Üçüncü makineye atanan en son partinin işlemi 1943. saniyede bitmiştir. Sonuç olarak, maksimum tamamlanma zamanı (C_{max}) 1943 saniye olarak bulunmuştur.

25 iş- 3 makine problemi, çok makineli durum için oluşturulan matematiksel model ile parti sayısı verisi değiştirilerek iki kez çözülmüştür. İlk olarak, matematiksel modele parti sayısı olarak 73 değeri girilmiştir. Bu değer, 25 iş- 3 makine probleminin sezgisel yöntem ile çözümü sonucu elde edilmiştir. 25 iş- 3 makine problemi için oluşturulan matematiksel model GAMS programında kodlanmıştır. 25 iş- 3 makine problemi için oluşturulan matematiksel model GAMS 23.3.3/CPLEX çözücüsü ile 1800 saniye süre limiti verilerek çözdürülmüştür. Çözüm sonucunda, uygun bir çözüm bulunmuş ve maksimum tamamlanma zamanı (C_{max}) 1982 saniye olarak bulunmuştur. Elde edilen çözüm sonuçları Çizelge 4.7.'de özetlenmiştir. Çizelge 4.7., hangi işlerin hangi partiye atandığına, partilerin hangi makineye hangi sırada ve hangi zaman aralığında atandığına ait çözüm sonuçlarını göstermektedir.

Çizelge 4.7. 25 iş- 3 makine probleminin matematiksel model çözüm sonuçları

Parti numarası	Atanan işler	Atandığı makine	Parti süresi (sn)	Parti başlama zamanı (sn)	Parti bitiş zamanı (sn)
6	9,11	1	86	0	86
7	2,21	1	98	86	184
8	24,25	1	65	184	249
11	16,18	1	80	249	329
13	10,17	1	138	329	467
15	4,18	1	77	467	544
22	8,24	1	74	544	618
23	2,3	1	93	618	711
31	15,21	1	134	711	845
32	7,12	1	86	845	931
35	7,8	1	74	931	1005
37	6,9	1	63	1005	1068
38	11,12	1	86	1068	1154
42	5,25	1	58	1154	1212
45	4,13	1	79	1212	1291
47	19,24	1	66	1291	1357
51	15,22	1	134	1357	1491
54	4,11	1	86	1491	1577
58	11,12	1	86	1577	1663
62	10,22	1	138	1663	1801
63	2,19	1	93	1801	1894
72	11,12	1	86	1894	1980
3	1,6	2	35	0	35
10	4,22	2	98	35	133
12	6,9	2	63	133	196
14	11,13	2	86	196	282
17	7,19	2	74	282	356
18	1,5	2	35	356	391

Çizelge 4.7. (Devam) 25 iş- 3 makine probleminin matematiksel model çözüm sonuçları

Parti numarası	Atanan işler	Atandığı makine	Parti süresi (sn)	Parti başlama zamanı (sn)	Parti bitiş zamanı (sn)
19	1,6	2	35	391	426
21	10,15	2	138	426	564
25	3,16	2	93	564	657
28	14,15	2	134	657	791
30	8,25	2	74	791	865
33	1,6	2	35	865	900
34	4,18	2	77	900	977
40	1,6	2	35	977	1012
41	12,16	2	86	1012	1098
44	18,21	2	98	1098	1196
50	2,11	2	93	1196	1289
53	19,20	2	67	1289	1356
56	20,25	2	67	1356	1423
59	14,15	2	134	1423	1557
64	19,23	2	66	1557	1623
67	5,6	2	35	1623	1658
68	2,17	2	117	1658	1775
69	7,19	2	74	1775	1849
70	1,6	2	35	1849	1884
73	21,22	2	98	1884	1982
1	1,5	3	35	0	35
2	4,24	3	77	35	112
4	10,14	3	138	112	250
9	15,22	3	134	250	384
16	20,24	3	67	384	451
20	19,24	3	66	451	517
24	1,5	3	35	517	552
26	15,17	3	134	552	686
27	13,21	3	98	686	784
29	2,21	3	98	784	882
36	2,3	3	93	882	975
39	20,24	3	67	975	1042
43	6,16	3	80	1042	1122
46	1,9	3	63	1122	1185
48	11,12	3	86	1185	1271
49	7,23	3	74	1271	1345
52	18,20	3	76	1345	1421
55	3,8	3	93	1421	1514
57	9,25	3	63	1514	1577
60	24,25	3	65	1577	1642
61	1,5	3	35	1642	1677
65	3,21	3	98	1677	1775
66	10,15	3	138	1775	1913
71	23,25	3	65	1913	1978

Çizelge 4.7.'de, işlerin hangi partiye atandığı, partilerin hangi makineye atandığı, her partinin işlem süresi, her partinin başlama zamanı ve her partinin bitiş zamanı belirtilmiştir. Örneğin, birinci makineye ilk sırada 6 numaralı parti atanmıştır. 6 numaralı partiye 9 numaralı ve 11 numaralı işler atanmıştır. 6 numaralı parti birinci

makineyi 0. saniyeden 86. saniyeye kadar meşgul etmiştir. Problemin çözümüne göre 72 adet parti açılmıştır. Birinci makineye atanan en son partinin işlemi 1980. saniyede bitmiştir. İkinci makineye atanan en son partinin işlemi 1982. saniyede bitmiştir. Üçüncü makineye atanan en son partinin işlemi 1978. saniyede bitmiştir. Sonuç olarak, maksimum tamamlanma zamanı (C_{max}) 1982 saniye olarak bulunmuştur.

İkinci çalıştırmada, matematiksel modele parti sayısı olarak toplam talep olan 144 değeri girilmiştir. 25 iş- 3 makine problemi için oluşturulan matematiksel model GAMS 23.3.3/CPLEX çözücüsü ile 1800 saniye süre limiti verilerek çözdürülmüştür. Çözüm sonucunda, uygun bir çözüm bulunmuş ve maksimum tamamlanma zamanı (C_{max}) 2116 saniye olarak bulunmuştur. Elde edilen çözüm sonuçları Çizelge 4.8.'de özetlenmiştir. Çizelge 4.8., hangi işlerin hangi partiye atandığına, partilerin hangi makineye hangi sırada ve hangi zaman aralığında atandığına ait çözüm sonuçlarını göstermektedir.

Çizelge 4.8. 25 iş- 3 makine probleminin matematiksel model çözüm sonuçları

Parti numarası	Atanan işler	Atandığı makine	Parti süresi (sn)	Parti başlama zamanı (sn)	Parti bitiş zamanı (sn)
3	10,15	1	138	0	138
4	4,7	1	77	138	215
12	5,7	1	74	215	289
24	1,24	1	65	289	354
32	11,18	1	86	354	440
33	12,21	1	98	440	538
39	1,5	1	35	538	573
54	21,22	1	98	573	671
61	3,12	1	93	671	764
65	5,23	1	65	764	829
68	2,22	1	98	829	927
69	9,24	1	65	927	992
72	3,19	1	93	992	1085
82	11,15	1	134	1085	1219
88	6	1	35	1219	1254
89	2,21	1	98	1254	1352
98	19,24	1	66	1352	1418
108	10,14	1	138	1418	1556
110	23	1	65	1556	1621
126	10,16	1	138	1621	1759
133	16,23	1	80	1759	1839
139	4,11	1	86	1839	1925
143	11,18	1	86	1925	2011
144	11,21	1	98	2011	2109
2	1	2	30	0	30
6	17,21	2	117	30	147
8	12,19	2	86	147	233
11	21,25	2	98	233	331
21	16,22	2	98	331	429
25	7,24	2	74	429	503

Çizelge 4.8. (Devam) 25 iş- 3 makine probleminin matematiksel model çözüm sonuçları

Parti numarası	Atanan işler	Atandığı makine	Parti süresi (sn)	Parti başlama zamanı (sn)	Parti bitiş zamanı (sn)
26	24,25	2	65	503	568
30	1,6	2	35	568	603
59	8,9	2	74	603	677
62	8,18	2	76	677	753
63	9,24	2	65	753	818
66	4,6	2	77	818	895
70	4,13	2	79	895	974
74	19,20	2	67	974	1041
77	13,16	2	80	1041	1121
86	1	2	30	1121	1151
94	1,6	2	35	1151	1186
99	3,24	2	93	1186	1279
100	6,25	2	58	1279	1337
104	9,25	2	63	1337	1400
112	4,19	2	77	1400	1477
115	7,9	2	74	1477	1551
119	13,15	2	134	1551	1685
125	5,25	2	58	1685	1743
134	6,11	2	86	1743	1829
135	4,8	2	77	1829	1906
136	14,15	2	134	1906	2040
142	18,20	2	76	2040	2116
9	6,19	3	66	0	66
10	2,21	3	98	66	164
14	1,20	3	67	164	231
16	1,24	3	65	231	296
22	1,10	3	138	296	434
31	15,22	3	134	434	568
34	6,19	3	66	568	634
35	2,3	3	93	634	727
36	7,18	3	76	727	803
48	3,12	3	93	803	896
56	8,22	3	98	896	994
64	10,25	3	138	994	1132
67	2,15	3	134	1132	1266
73	2,12	3	93	1266	1359
75	12,15	3	134	1359	1493
81	2,20	3	93	1493	1586
87	11,17	3	117	1586	1703
91	1,5	3	35	1703	1738
93	5,6	3	35	1738	1773
106	11,20	3	86	1773	1859
118	17,25	3	117	1859	1976
132	14,15	3	134	1976	2110

Çizelge 4.8.'de, işlerin hangi partiye atandığı, partilerin hangi makineye atandığı, her partinin işlem süresi, her partinin başlama zamanı ve her partinin bitiş zamanı belirtilmiştir. Örneğin, birinci makineye ilk sırada 3 numaralı parti atanmıştır. 3 numaralı partiye 10 numaralı ve 15 numaralı işler atanmıştır. 3 numaralı parti birinci makineyi 0. saniyeden 138. saniyeye kadar meşgul etmiştir. Problemin çözümüne göre

74 adet parti açılmıştır. Birinci makineye atanan en son partinin işlemi 2109. saniyede bitmiştir. İkinci makineye atanan en son partinin işlemi 2116. saniyede bitmiştir. Üçüncü makineye atanan en son partinin işlemi 2110. saniyede bitmiştir. Sonuç olarak, maksimum tamamlanma zamanı (C_{max}) 2116 saniye olarak bulunmuştur.

25 iş- 3 makine probleminin matematiksel modellerinin çözüm sonuçları birbiriyle karşılaştırılmıştır. Ayrıca, matematiksel modellerin çözüm sonuçları algoritma çözüm sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Matematiksel model ve geliştirilen algoritmanın çözüm sonuçlarının karşılaştırılması ile ilgili değerler Çizelge 4.9.'dadır.

Çizelge 4.9. Matematiksel model ve geliştirilen algoritmanın çözüm sonuçlarının karşılaştırılması

İş sayısı- makine sayısı	Talep değerleri	Matematiksel Model						Geliştirilen Algoritma		
		Modele girilen parti sayısı	Çözüm süresi (sn)	Modelin bulduğu çözüm değeri (C_{max})	Modelin açtığı parti sayısı	Değişken sayısı	Kısıt sayısı	Algoritmanın bulduğu çözüm değeri (C_{max})	Algoritmanın çözüm süresi (sn)	Algoritmanın açtığı parti sayısı
25 iş- 3 makine	3-10	73	1800	1982	72	5842	13969	1943	0,5	73
25 iş- 3 makine	3-10	144	1800	2116	74	11522	42866	1943	0,5	73

Çizelge 4.9.'da görüldüğü gibi 25 iş- 3 makine problemi sezgisel yöntem ile 0,5 saniyede çözülmüş ve maksimum tamamlanma zamanı (C_{max}) 1943 saniye olarak bulunmuştur. Çözüm sonucunda 73 adet parti açılmıştır. Buradan elde edilen parti sayısı ile matematiksel model 1800 saniye süre limiti verilerek çözdürüldüğünde maksimum tamamlanma zamanı (C_{max}) 1982 saniye olarak bulunmuştur. Bu değer, algoritmanın bulduğu maksimum tamamlanma zamanı değerinden daha büyük yani daha kötü bir değerdir. Aynı modele parti sayısı olarak toplam talep olan 144 değeri girildiğinde ve 1800 saniye süre limiti verilip model çözdürüldüğünde maksimum tamamlanma zamanı (C_{max}) 2116 saniye olarak bulunmuştur. Bu değer, diğer modelin bulduğu maksimum tamamlanma zamanı değerinden ve algoritmanın bulduğu maksimum tamamlanma zamanı değerinden daha büyük yani daha kötü bir değerdir. Birinci modelin değişken sayısı 5842, kısıt sayısı 13969'dur. İkinci modelin değişken sayısı 11522, kısıt sayısı

42866'dır. Görüldüğü üzere, ikinci model birinci modelden daha büyük boyutludur ve ikinci model birinci modelle aynı süre çalıştırıldığında maksimum tamamlanma zamanı için daha büyük bir çözüm değeri bulunmuştur. Ayrıca, birinci modele 73 değeri parti sayısı olarak girilmiştir. Birinci modelin çözümü sonucunda 72 adet parti açılmıştır. İkinci modele 144 değeri parti sayısı olarak girilmiştir. İkinci modelin çözümü sonucunda 74 adet parti açılmıştır.

Sonuç olarak, 10 iş- 3 makine ve 25 iş- 3 makine boyutundaki problemlerde matematiksel modele parti sayısı verisi olarak toplam talep değeri yerine algorithmadan elde edilen parti sayısı verisi girilip matematiksel model çözdürüldüğünde daha iyi sonuçların elde edildiği görülmektedir.

Üçüncü veri seti olan 50 iş- 3 makine problemi döküm atölyesinde en çok üretilen 50 farklı işin birim işlem süre verileri ve haftalık talep verileri kullanılarak oluşturulmuştur. 50 iş- 3 makine problemi, çok makineli durum için oluşturulan matematiksel model ve sezgisel yöntem ile çözülmüştür. Ayrıca, matematiksel model ve algoritmanın çözüm sonuçları karşılaştırılmıştır. 50 iş- 3 makine problemine ait sayısal girdiler EK-17.'dedir.

50 iş- 3 makine problemi önce sezgisel yöntem ile çözülmüştür. Geliştirilen program, 50 iş- 3 makine problemini 7 saniyede çözmüştür. Elde edilen çözüm sonuçları EK-18.'de özetlenmiştir. EK-18.'deki çizelge, hangi işlerin hangi partiye atandığına, partilerin hangi makineye hangi sırada ve hangi zaman aralığında atandığına ait çözüm sonuçlarını göstermektedir. Çizelgede, işlerin hangi partiye atandığı, partilerin hangi makineye atandığı, her partinin işlem süresi, her partinin başlama zamanı ve her partinin bitiş zamanı belirtilmiştir. Örneğin, birinci makineye ilk sırada 1 numaralı parti atanmıştır. 1 numaralı partiye 29 numaralı ve 47 numaralı işler atanmıştır. 1 numaralı parti birinci makineyi 0. saniyeden 180. saniyeye kadar meşgul etmiştir. Problemin çözümüne göre 739 adet parti açılmıştır. Birinci makineye atanan en son partinin işlemi 23092. saniyede bitmiştir. İkinci makineye atanan en son partinin işlemi 23058. saniyede bitmiştir. Üçüncü makineye atanan en son partinin işlemi 23058. saniyede bitmiştir. Sonuç olarak, maksimum tamamlanma zamanı (C_{max}) 23092 saniye olarak bulunmuştur.

50 iş- 3 makine problemi, çok makineli durum için oluşturulan matematiksel model ile çözülmüştür. Matematiksel modele parti sayısı olarak 800 değeri girilmiştir. 50 iş- 3 makine problemi için oluşturulan matematiksel model GAMS programında

kodlanmıştır. 50 iş- 3 makine problemi için oluşturulan matematiksel model GAMS 23.4.3/CPLEX çözücüsü ile 172800 saniye (2 gün) süre limiti verilerek çözdürülmüştür. Çözüm sonucunda, uygun bir çözüm bulunmuş ve maksimum tamamlanma zamanı (C_{max}) 29153 saniye olarak bulunmuştur. Elde edilen çözüm sonuçları EK-19.'daki çizelgede özetlenmiştir. EK-19.'daki çizelge, hangi işlerin hangi partiye atandığına, partilerin hangi makineye hangi sırada ve hangi zaman aralığında atandığına ait çözüm sonuçlarını göstermektedir. Çizelgede, işlerin hangi partiye atandığı, partilerin hangi makineye atandığı, her partinin işlem süresi, her partinin başlama zamanı ve her partinin bitiş zamanı belirtilmiştir. Örneğin, birinci makineye ilk sırada 4 numaralı parti atanmıştır. 4 numaralı partiye 2 numaralı ve 23 numaralı işler atanmıştır. 4 numaralı parti birinci makineyi 0. saniyeden 93. saniyeye kadar meşgul etmiştir. Problemin çözümüne göre 741 adet parti açılmıştır. Birinci makineye atanan en son partinin işlemi 26797. saniyede bitmiştir. İkinci makineye atanan en son partinin işlemi 29153. saniyede bitmiştir. Üçüncü makineye atanan en son partinin işlemi 26268. saniyede bitmiştir. Sonuç olarak, maksimum tamamlanma zamanı (C_{max}) 29153 saniye olarak bulunmuştur.

50 iş- 3 makine problemi için oluşturulan matematiksel modele parti sayısı olarak algoritmadan elde edilen 739 değeri girildiğinde ve 172800 saniye süre limiti verilip model çözdürüldüğünde uygun bir çözüm bulunamamıştır. Bunun nedeni, 50 iş- 3 makine probleminin büyük boyutlu bir problem olması ve parti sayısına 739 değeri girildiğinde matematiksel modelin çok kısıtlanmış olmasıdır. 50 iş- 3 makine problemi için oluşturulan matematiksel modele parti sayısı olarak toplam talep olan 1477 değeri girildiğinde ve 172800 saniye süre limiti verilip matematiksel model çözdürüldüğünde uygun bir çözüm bulunamamıştır. Çünkü büyük boyutlu bir problem olan 50 iş- 3 makine probleminin parti sayısına 1477 değeri girildiğinde problem daha büyük boyutlu bir problem haline gelmiştir. Bu yüzden, matematiksel modele parti sayısı olarak iki değerin arasında bir değer olan 800 değeri girilmiştir ve 172800 saniye çözüm süresi sonunda uygun bir çözüm elde edilmiştir.

50 iş- 3 makine probleminin matematiksel model çözüm sonucu ile algoritma çözüm sonucu karşılaştırılmıştır. Matematiksel model ve geliştirilen algoritmanın çözüm sonuçlarının karşılaştırılması ile ilgili değerler Çizelge 4.10.'dadır.

Çizelge 4.10. Matematiksel model ve geliştirilen algoritmanın çözüm sonuçlarının karşılaştırılması

İş sayısı- makine sayısı	Talep değerleri	Matematiksel Model						Geliştirilen Algoritma		
		Modele girilen parti sayısı	Çözüm süresi (sn)	Modelin bulduğu çözüm değeri (C_{max})	Modelin açtığı parti sayısı	Değişken sayısı	Kısıt sayısı	Algoritmanın bulduğu çözüm değeri (C_{max})	Algoritmanın çözüm süresi (sn)	Algoritmanın açtığı parti sayısı
50 iş- 3 makine	10-50	800	172800	29153	741	124002	1085251	23092	7	739

Çizelge 4.10.'da görüldüğü gibi 50 iş- 3 makine problemi sezgisel yöntem ile 7 saniyede çözülmüş ve maksimum tamamlanma zamanı (C_{max}) 23092 saniye olarak bulunmuştur. Çözüm sonucunda 739 adet parti açılmıştır. Daha sonra, 50 iş- 3 makine problemi matematiksel model ile çözülmüştür. Matematiksel model, 172800 saniye çözüm süresi verilerek çözdürüldüğünde uygun bir çözüm bulunmuş ve maksimum tamamlanma zamanı (C_{max}) 29153 saniye olarak bulunmuştur. Bu değer, algoritmanın bulduğu maksimum tamamlanma zamanı değerinden daha büyük yani daha kötü bir değerdir. Ayrıca, algoritmanın matematiksel modelden çok daha kısa bir sürede daha iyi sonuç verdiği görülmektedir. 50 iş- 3 makine probleminin matematiksel modelinin değişken sayısı 124002, kısıt sayısı 1085251'dir. 50 iş- 3 makine probleminin matematiksel modeline 800 değeri parti sayısı olarak girilmiştir. Modelin çözümü sonucunda 741 adet parti açılmıştır.

50 iş- 3 makine problemi matematiksel model ile çözüldüğünde uygun bir çözümün bulunmasının çok uzun zaman (1 günden fazla) aldığı görülmüştür. Ayrıca 50 iş- 3 makine problemi, geliştirilen algoritma ile çok kısa bir sürede (7 saniye) çözülmüş ve maksimum tamamlanma zamanı için (C_{max}) matematiksel modelin bulduğu sonuçtan (29153 saniye) daha iyi bir sonuç (23092 saniye) elde edilmiştir. Bu nedenle, 50 iş- 3 makine problemi gibi gerçek hayat problemlerinin geliştirilen algoritma ile çözülmesi önerilmektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmada, armatür üretimi yapılan bir işletmenin döküm atölyesindeki özdeş paralel döküm makinelerinin çizelgelenmesi problemi ele alınmıştır. Ele alınan problemi çözmek için maksimum tamamlanma zamanını en küçükleme amaçlı 0-1 karma tamsayılı matematiksel model geliştirilmiştir. Çok makineli durum için geliştirilen matematiksel modelin çözümü ile hangi işlerin hangi partiye atanacağı, partilerin hangi makineye hangi sırada ve hangi zaman aralığında atanacağı belirlenmektedir. İşletmede çizelgeleme işleminin kısa sürede bitmesi gerekliliği ve matematiksel modellerin büyük boyutlu problemlerin çözümünde etkisiz kalması nedeniyle bu problem için ayrıca kısa sürede oldukça iyi bir çözüm bulan algoritma geliştirilmiştir.

Geliştirilen matematiksel modellerin çözüm performanslarını görmek amacıyla tek makineli durum için ve çok makineli durum için oluşturulan test problemleri GAMS/CPLEX çözücüsü ile çözülmüştür. Test problemleri, makul bir sürede en iyi çözüme ulaşabilmek için küçük boyutlu problemlerden oluşmaktadır. Daha sonra, tek makineli durum için oluşturulan test problemleri ve çok makineli durum için oluşturulan test problemleri sezgisel yöntem ile çözülmüştür. Sonuç olarak, geliştirilen algoritma her test probleminde matematiksel modelin maksimum tamamlanma zamanı için bulduğu en iyi çözüm değerini bulmuştur. Ayrıca, sezgisel yöntem her test problemini çok kısa bir sürede (0,03 saniye) çözmüştür.

Uygulama bölümünde, işletmeye ait veriler kullanılarak üç farklı veri seti oluşturulmuştur. İlk iki veri seti olan 10 iş- 3 makine ve 25 iş- 3 makine problemi çok makineli durum için oluşturulan matematiksel model ve sezgisel yöntem ile çözülerek matematiksel modelin ve algoritmanın uygulanabilirliği ortaya konmuştur. Problemlerin matematiksel modelleri parti sayısı verileri değiştirilerek iki kez çalıştırılmış ve önemli sayısal sonuçlar elde edilmiştir. Sonuç olarak, 10 iş- 3 makine ve 25 iş- 3 makine boyutundaki problemlerde matematiksel modele parti sayısı verisi olarak toplam talep değeri yerine algoritmadan elde edilen parti sayısı verisi girilip matematiksel model çözdürüldüğünde daha iyi sonuçların elde edildiği görülmektedir. Ayrıca, 10 iş- 3 makine probleminin matematiksel modelinin algoritmadan elde edilen parti sayısı verisi ile 1800 saniye çalıştırılması sonucunda algoritmanın 0,5 saniye çözüm süresi sonunda maksimum tamamlanma zamanı için bulduğu çözüm değerinden daha iyi bir çözüm değeri bulunmuştur. Diğer modelin (toplam talep verisi ile) 1800 saniye çalıştırılması

sonucunda algoritmanın 0,5 saniye çözüm süresi sonunda maksimum tamamlanma zamanı için bulduğu çözüm değerinden daha iyi bir çözüm değeri bulunmuştur. Daha büyük boyutlu olan 25 iş- 3 makine probleminin her iki modeli de 1800 saniye çalıştırılmıştır ve her iki modelde de algoritmanın 0,5 saniye çözüm süresi sonunda maksimum tamamlanma zamanı için bulduğu çözüm değerinden daha kötü çözüm değerleri elde edilmiştir.

Üçüncü veri seti olan 50 iş- 3 makine problemi, döküm atölyesinde en çok üretilen 50 farklı işin birim işlem süre verileri ve gerçek talep verileri kullanılarak oluşturulmuştur. 50 iş- 3 makine problemi çok makineli durum için oluşturulan matematiksel model ve sezgisel yöntem ile çözülmüştür. 50 iş- 3 makine problemi matematiksel model ile çözüldüğünde uygun bir çözümün bulunmasının çok uzun zaman (1 günden fazla) aldığı görülmüştür. Ayrıca 50 iş- 3 makine problemi, geliştirilen algoritma ile çok kısa bir sürede (7 saniye) çözülmüş ve maksimum tamamlanma zamanı (C_{max}) için matematiksel modelin bulduğu sonuçtan (29153 saniye) daha iyi bir sonuç (23092 saniye) elde edilmiştir. Bu nedenle, 50 iş- 3 makine problemi gibi gerçek hayat problemlerinin sezgisel yöntem ile çözülmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

Algoritma için geliştirilen program anlaşılır ve kolay uygulanabilir. Kullanıcı istediği büyüklükteki problem verilerini programa girebilmektedir. Oluşturulan makro sayesinde çok kısa bir sürede amaca uygun sonuçlar elde edilmektedir. Ayrıca geliştirilen program sayesinde matematiksel modele girilmesi gereken parti sayısı verisi de belirlenebilmektedir.

Bundan sonraki çalışmalarda, geliştirilen matematiksel model temel alınarak matematiksel modele bazı kısıtlar eklenebilir. Matematiksel modelin amaç fonksiyonuna toplam gecikme süresi ölçütü gibi başka performans ölçütleri de eklenerek matematiksel model çok amaçlı hale getirilebilir.

KAYNAKÇA

- Akyol, E. (2013). *Hazırlık süreli, makine uygunluk kısıtları ve ortak kaynakların olduğu sıra bağımlı paralel makine çizelgeleme problemi için model etkileşimli genetik algoritma*. Yüksek Lisans Tezi. Eskişehir: Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Azizoğlu, M. ve Webster, S. (2001). Scheduling a batch processing machine with incompatible job families. *Computers & Industrial Engineering*, 39 (3), 325-335.
- Bakır, M.A. ve Altunkaynak, B. (2003). *Tamsayılı Programlama-Teori, Modeller ve Algoritmalar*. Nobel Yayın Dağıtım Ltd. Şti.
- Benli, B. (2013). *Özdeş olmayan paralel makine çizelgeleme problemleri için yapay arı koloni algoritması ile bir uygulama*. Yüksek Lisans Tezi. Kayseri: Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Chang, P.Y., Damodaran, P. ve Melouk, S. (2004). Minimising makespan on parallel batch processing machines. *International Journal of Production Research*, 42 (19), 4211-4220.
- Chou, F.D. (2007). A joint GA+DP approach for single burn-in oven scheduling problems with makespan criterion. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 35 (5-6), 587-595.
- Chung, S.H., Tai, Y.T. ve Pearn, W.L. (2009). Minimising makespan on parallel batch processing machines with non-identical ready time and arbitrary job sizes. *International Journal of Production Research*, 47 (18), 5109-5128.
- Çelik, C. (2008). *İşlerin bölünebilir olduğu paralel makine çizelgeleme problemi için tabu arama yöntemi*. Yüksek Lisans Tezi. Eskişehir: Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Edis, E. ve Kuru, B. (2017). Yığın üretim yapan fırınlara işlerin yüklenmesi ve çizelgelenmesi: Tamsayılı programlama modeli. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 23 (1), 81-87.
- Erbaştı, E. (2010). *Paralel tezgahlarda yükleme ve çizelgeleme problemi için karma tamsayılı modelleme ve genetik algoritma temelli yeni bir çözüm yaklaşımı*. Yüksek Lisans Tezi. Eskişehir: Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Gocuklu, G. (2011). *Özdeş paralel makinelerde toplam gecikmeyi enküçükmek amaçlı çizelgeleme problemi için sezgisel bir çözüm yaklaşımı*. Yüksek Lisans Tezi. Eskişehir: Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Kashan, A.H., Karimi, B. ve Jenabi, M. (2008). A hybrid genetic heuristic for scheduling parallel batch processing machines with arbitrary job sizes. *Computers and Operations Research*, 35 (4), 1084-1098.
- Koh, S.G., Koo, P.H., Ha, J.W, Lee, W.S. (2004). Scheduling parallel batch processing machines with arbitrary job sizes and incompatible job families. *International Journal of Production Research*, 42 (19), 4091- 4107.
- Küçük, B. (2010). *Özdeş paralel makineli bir üretim sisteminin karınca koloni algoritması ile çizelgelenmesi*. Doktora Tezi. İstanbul: İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Melouk, S., Damodaran, P. ve Chang, P.Y. (2004). Minimising makespan for single machine batch processing with non-identical job sizes using simulated annealing. *International Journal of Production Economics*, 87 (2), 141-147.
- Pinedo, M.L. (2008). *Scheduling Theory, Algorithms, and Systems*. New York: Springer.
- Pinedo, M.L. (2011). *Scheduling Theory, Algorithms, and Systems*. New York: Springer.
- Xu, S. ve Bean, J.C. (2007). A genetic algorithm for scheduling parallel non-identical batch processing machines. *IEEE Symposium Computational Intelligence in Scheduling*, Hawaii, USA.

EK-1. Tek Makineli Durum İçin Oluşturulan Test Problemlerinin Veri Setleri

3 iş-3 parti:

İş	İşlem süresi (sn)	Talebi (adet)
1	50	1
2	40	1
3	45	1

3 iş-7 parti:

İş	İşlem süresi (sn)	Talebi (adet)
1	50	2
2	40	2
3	45	3

4 iş-4 parti:

İş	İşlem süresi (sn)	Talebi (adet)
1	50	1
2	40	1
3	45	1
4	55	1

5 iş-5 parti:

İş	İşlem süresi (sn)	Talebi (adet)
1	50	1
2	40	1
3	45	1
4	40	1
5	35	1

8 iş-5 parti:

İş	İşlem süresi (sn)	Talebi (adet)
1	50	1
2	40	1
3	45	1
4	55	1
5	30	1
6	45	1
7	50	1
8	45	1

10 iş-5 parti:

İş	İşlem süresi (sn)	Talebi (adet)
1	50	1
2	40	1
3	45	1
4	40	1
5	35	1
6	45	1
7	50	1
8	40	1
9	35	1
10	35	1

15 iş-8 parti:

İş	İşlem süresi (sn)	Talebi (adet)
1	50	1
2	40	1
3	45	1
4	40	1
5	35	1
6	45	1
7	50	1
8	40	1
9	35	1
10	35	1
11	25	1
12	20	1
13	45	1
14	30	1
15	40	1

EK-2. 5 İş-5 Parti Test Probleminin GAMS Kodu

```
option optcr=0.0;
sets
j /1*5/
b /1*5/
alias (b,d);
scalars
m /0.01/
n /1000000/;
parameters
a(j) /1 1, 2 1, 3 1, 4 1, 5 1/
p(j) /1 50, 2 40, 3 45, 4 40, 5 35/;
variables
x(j,b)
z(b)
t(b)
f(b)
s
k;
binary variables
x(j,b)
z(b);
positive variables
t(b)
f(b)
s;
equations
amac
kisit1(b)
kisit2(j)
kisit3(b)
kisit4(j,b)
kisit5(b)
kisit6(b,d);
```

BU KISIMDAKİ KOD PARÇASI ÇIKARTILMIŞTIR

```
model scheduling/all/;
solve scheduling using mip minimizing k;
```

EK-3. 5 İş-5 Parti Test Probleminin GAMS Çözümü

SOLVE SUMMARY

MODEL scheduling OBJECTIVE k
 TYPE MIP DIRECTION MINIMIZE
 SOLVER CPLEX FROM LINE 46

**** SOLVER STATUS 1 Normal Completion

**** MODEL STATUS 1 Optimal

**** OBJECTIVE VALUE 125.0300

RESOURCE USAGE, LIMIT 0.203 1000.000

ITERATION COUNT, LIMIT 2448 2000000000

Proven optimal solution.

MIP Solution: 125.030000 (2448 iterations, 513 nodes)

Final Solve: 125.030000 (0 iterations)

Best possible: 125.030000

Absolute gap: 0.000000

Relative gap: 0.000000

---- VAR x

LOWER LEVEL UPPER MARGINAL

1.1 . 1.000 1.000 50.000

1.2 . . 1.000 EPS

1.3 . . 1.000 EPS

1.4 . . 1.000 EPS

1.5 . . 1.000 EPS

2.1 . . 1.000 EPS

2.2 . 1.000 1.000 40.000

2.3 . . 1.000 EPS

2.4 . . 1.000 EPS

2.5 . . 1.000 EPS

3.1 . 1.000 1.000 EPS

3.2 . . 1.000 EPS

3.3 . . 1.000 EPS

3.4 . . 1.000 EPS

3.5 . . 1.000 EPS

4.1 . . 1.000 EPS

4.2 . 1.000 1.000 EPS

4.3 . . 1.000 EPS

4.4	.	.	1.000	EPS
4.5	.	.	1.000	EPS
5.1	.	.	1.000	EPS
5.2	.	.	1.000	EPS
5.3	.	1.000	1.000	35.000
5.4	.	.	1.000	EPS
5.5	.	.	1.000	EPS

---- VAR z

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
1	.	1.000	1.000	0.010
2	.	1.000	1.000	1.0000E+6
3	.	1.000	1.000	1.0000E+6
4	.	.	1.000	0.010
5	.	.	1.000	0.010

---- VAR t

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
1	.	.	+INF	1.000
2	.	50.000	+INF	.
3	.	90.000	+INF	.
4	.	.	+INF	EPS
5	.	125.000	+INF	.

---- VAR f

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
1	.	50.000	+INF	.
2	.	40.000	+INF	.
3	.	35.000	+INF	.
4	.	.	+INF	EPS
5	.	.	+INF	EPS

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
---- VAR s	.	125.000	+INF	.
---- VAR k	-INF	125.030	+INF	.

**** REPORT SUMMARY : 0 NONOPT
 0 INFEASIBLE
 0 UNBOUNDED



EK-4. 3 İş- 7 Parti Test Probleminin GAMS Kodu

```
option optcr=0.0;
sets
j /1*3/
b /1*7/
alias (b,d);
scalars
m /0.01/
n /1000000/;
parameters
a(j) /1 2, 2 2, 3 3/
p(j) /1 50, 2 40, 3 45/;
variables
x(j,b)
z(b)
t(b)
f(b)
s
k;
binary variables
x(j,b)
z(b);
positive variables
t(b)
f(b)
s;
equations
amac
kisit1(b)
kisit2(j)
kisit3(b)
kisit4(j,b)
kisit5(b)
kisit6(b,d);
```

BU KISIMDAKİ KOD PARÇASI ÇIKARTILMIŞTIR

```
model scheduling/all/;
solve scheduling using mip minimizing k;
```

EK-5. 3 İş-7 Parti Test Probleminin GAMS Çözümü

SOLVE SUMMARY

MODEL scheduling OBJECTIVE k
TYPE MIP DIRECTION MINIMIZE
SOLVER CPLEX FROM LINE 46

**** SOLVER STATUS 1 Normal Completion

**** MODEL STATUS 1 Optimal

**** OBJECTIVE VALUE 185.0400

RESOURCE USAGE, LIMIT 0.328 1000.000

ITERATION COUNT, LIMIT 9216 2000000000

Proven optimal solution.

MIP Solution: 185.040000 (9216 iterations, 1908 nodes)

Final Solve: 185.040000 (0 iterations)

Best possible: 185.040000

Absolute gap: 0.000000

Relative gap: 0.000000

--- VAR x

LOWER LEVEL UPPER MARGINAL

1.1	.	.	1.000	EPS
1.2	.	.	1.000	EPS
1.3	.	1.000	1.000	50.000
1.4	.	1.000	1.000	50.000
1.5	.	.	1.000	EPS
1.6	.	.	1.000	EPS
1.7	.	.	1.000	EPS
2.1	.	.	1.000	EPS
2.2	.	.	1.000	EPS
2.3	.	.	1.000	EPS
2.4	.	.	1.000	EPS
2.5	.	1.000	1.000	EPS
2.6	.	.	1.000	EPS
2.7	.	1.000	1.000	40.000
3.1	.	.	1.000	EPS
3.2	.	.	1.000	EPS
3.3	.	1.000	1.000	EPS
3.4	.	1.000	1.000	EPS

3.5	.	1.000	1.000	45.000
3.6	.	.	1.000	EPS
3.7	.	.	1.000	EPS

---- VAR z

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
1	.	.	1.000	0.010
2	.	.	1.000	0.010
3	.	1.000	1.000	0.010
4	.	1.000	1.000	1.0000E+6
5	.	1.000	1.000	1.0000E+6
6	.	.	1.000	0.010
7	.	1.000	1.000	1.0000E+6

---- VAR t

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
1	.	.	+INF	EPS
2	.	.	+INF	EPS
3	.	.	+INF	1.000
4	.	50.000	+INF	.
5	.	100.000	+INF	.
6	.	.	+INF	EPS
7	.	145.000	+INF	.

---- VAR f

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
1	.	.	+INF	EPS
2	.	.	+INF	EPS
3	.	50.000	+INF	.
4	.	50.000	+INF	.
5	.	45.000	+INF	.
6	.	.	+INF	EPS
7	.	40.000	+INF	.

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
--	-------	-------	-------	----------

---- VAR s . 185.000 +INF .

---- VAR k -INF 185.040 +INF .

**** REPORT SUMMARY : 0 NONOPT
 0 INFEASIBLE
 0 UNBOUNDED



EK-6. Çok Makineli Durum İçin Oluşturulan Test Problemlerinin Veri Setleri

3 iş-3 parti-3 makine:

İş	İşlem süresi (sn)	Talep (adet)
1	40	1
2	45	1
3	20	1

4 iş-4 parti-3 makine:

İş	İşlem süresi (sn)	Talep (adet)
1	40	1
2	45	1
3	20	1
4	30	1

5 iş-4 parti-3 makine:

İş	İşlem süresi (sn)	Talep (adet)
1	40	1
2	45	1
3	20	1
4	30	1
5	45	1

8 iş-4 parti-3 makine:

İş	İşlem süresi (sn)	Talep (adet)
1	40	1
2	45	1
3	20	1
4	30	1
5	40	1
6	30	1
7	20	1
8	35	1

10 iş-5 parti-3 makine:

İş	İşlem süresi (sn)	Talep (adet)
1	40	1
2	45	1
3	20	1
4	30	1
5	40	1
6	30	1
7	20	1
8	35	1
9	25	1
10	55	1

5 iş-9 parti-3 makine:

İş	İşlem süresi (sn)	Talep (adet)
1	40	2
2	45	2
3	20	1
4	30	3
5	40	1

EK-7. 8 İş-4 Parti-3 Makine Test Probleminin GAMS Kodu

```
Option optcr=0.0;
Option Reslim=864000;
sets
i /1*8/
b /1*4/
f /1*3/
alias(b,d);
scalars
n /1000000/
m /0.01/;
parameters
a(i) /1 1, 2 1, 3 1, 4 1, 5 1, 6 1, 7 1, 8 1/
t(i) /1 40, 2 45, 3 20, 4 30, 5 40, 6 30, 7 20, 8 35/;
variables
x(i,b,f)
p(b)
z(b,f)
st(b)
s
k;
binary variables
x(i,b,f)
z(b,f);
positive variables
p(b)
st(b)
s;
equations
amac
kisit1(i)
kisit2(b)
kisit3(b,f)
kisit4(b,f)
kisit5(i,b,f)
kisit6(b)
kisit7(b,d,f);
```

BU KISIMDAKİ KOD PARÇASI ÇIKARTILMIŞTIR

```
model scheduling/all/;
solve scheduling using mip minimizing k;
```

EK-8. 8 İş-4 Parti-3 Makine Test Probleminin GAMS Çözümü

SOLVE SUMMARY

MODEL scheduling OBJECTIVE k
TYPE MIP DIRECTION MINIMIZE
SOLVER CPLEX FROM LINE 48

**** SOLVER STATUS 1 Normal Completion
**** MODEL STATUS 1 Optimal
**** OBJECTIVE VALUE 50.0400

RESOURCE USAGE, LIMIT 0.180 864000.000
ITERATION COUNT, LIMIT 6683 2000000000
Proven optimal solution.

MIP Solution: 50.040000 (6683 iterations, 465 nodes)
Final Solve: 50.040000 (0 iterations)

Best possible: 50.040000
Absolute gap: 0.000000
Relative gap: 0.000000
---- VAR x

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
1.1.1	.	.	1.000	EPS
1.1.2	.	.	1.000	EPS
1.1.3	.	.	1.000	EPS
1.2.1	.	.	1.000	EPS
1.2.2	.	.	1.000	EPS
1.2.3	.	1.000	1.000	EPS
1.3.1	.	.	1.000	EPS
1.3.2	.	.	1.000	EPS
1.3.3	.	.	1.000	EPS
1.4.1	.	.	1.000	EPS
1.4.2	.	.	1.000	EPS
1.4.3	.	.	1.000	EPS
2.1.1	.	.	1.000	EPS
2.1.2	.	.	1.000	EPS
2.1.3	.	.	1.000	EPS
2.2.1	.	.	1.000	EPS
2.2.2	.	.	1.000	EPS
2.2.3	.	.	1.000	EPS
2.3.1	.	.	1.000	EPS
2.3.2	.	.	1.000	EPS
2.3.3	.	.	1.000	EPS
2.4.1	.	1.000	1.000	EPS

2.4.2	.	.	1.000	EPS
2.4.3	.	.	1.000	EPS
3.1.1	.	.	1.000	EPS
3.1.2	.	1.000	1.000	20.000
3.1.3	.	.	1.000	EPS
3.2.1	.	.	1.000	EPS
3.2.2	.	.	1.000	EPS
3.2.3	.	.	1.000	EPS
3.3.1	.	.	1.000	EPS
3.3.2	.	.	1.000	EPS
3.3.3	.	.	1.000	EPS
3.4.1	.	.	1.000	EPS
3.4.2	.	.	1.000	EPS
3.4.3	.	.	1.000	EPS
4.1.1	.	.	1.000	EPS
4.1.2	.	.	1.000	EPS
4.1.3	.	.	1.000	EPS
4.2.1	.	.	1.000	EPS
4.2.2	.	.	1.000	EPS
4.2.3	.	.	1.000	EPS
4.3.1	.	.	1.000	EPS
4.3.2	.	1.000	1.000	30.000
4.3.3	.	.	1.000	EPS
4.4.1	.	.	1.000	EPS
4.4.2	.	.	1.000	EPS
4.4.3	.	.	1.000	EPS
5.1.1	.	.	1.000	EPS
5.1.2	.	.	1.000	EPS
5.1.3	.	.	1.000	EPS
5.2.1	.	.	1.000	EPS
5.2.2	.	.	1.000	EPS
5.2.3	.	1.000	1.000	EPS
5.3.1	.	.	1.000	EPS
5.3.2	.	.	1.000	EPS
5.3.3	.	.	1.000	EPS
5.4.1	.	.	1.000	EPS
5.4.2	.	.	1.000	EPS
5.4.3	.	.	1.000	EPS
6.1.1	.	.	1.000	EPS
6.1.2	.	.	1.000	EPS
6.1.3	.	.	1.000	EPS
6.2.1	.	.	1.000	EPS
6.2.2	.	.	1.000	EPS
6.2.3	.	.	1.000	EPS
6.3.1	.	.	1.000	EPS
6.3.2	.	1.000	1.000	EPS
6.3.3	.	.	1.000	EPS

6.4.1	.	.	1.000	EPS
6.4.2	.	.	1.000	EPS
6.4.3	.	.	1.000	EPS
7.1.1	.	.	1.000	EPS
7.1.2	.	1.000	1.000	EPS
7.1.3	.	.	1.000	EPS
7.2.1	.	.	1.000	EPS
7.2.2	.	.	1.000	EPS
7.2.3	.	.	1.000	EPS
7.3.1	.	.	1.000	EPS
7.3.2	.	.	1.000	EPS
7.3.3	.	.	1.000	EPS
7.4.1	.	.	1.000	EPS
7.4.2	.	.	1.000	EPS
7.4.3	.	.	1.000	EPS
8.1.1	.	.	1.000	EPS
8.1.2	.	.	1.000	EPS
8.1.3	.	.	1.000	EPS
8.2.1	.	.	1.000	EPS
8.2.2	.	.	1.000	EPS
8.2.3	.	.	1.000	EPS
8.3.1	.	.	1.000	EPS
8.3.2	.	.	1.000	EPS
8.3.3	.	.	1.000	EPS
8.4.1	.	1.000	1.000	EPS
8.4.2	.	.	1.000	EPS
8.4.3	.	.	1.000	EPS

---- VAR p

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
--	-------	-------	-------	----------

1	.	20.000	+INF	.
2	.	40.000	+INF	.
3	.	30.000	+INF	.
4	.	45.000	+INF	.

---- VAR z

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
--	-------	-------	-------	----------

1.1	.	.	1.000	0.010
1.2	.	1.000	1.000	1.0000E+6
1.3	.	.	1.000	0.010
2.1	.	.	1.000	0.010
2.2	.	.	1.000	0.010
2.3	.	1.000	1.000	0.010

3.1	.	.	1.000	0.010
3.2	.		1.000	1.000 1.0000E+6
3.3	.	.	1.000	0.010
4.1	.		1.000	1.000 0.010
4.2	.	.	1.000	0.010
4.3	.	.	1.000	0.010

---- VAR st

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
--	-------	-------	-------	----------

1	.	.	+INF	1.000
2	.	.	+INF	EPS
3	.	20.000	+INF	.
4	.	5.000	+INF	.

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
--	-------	-------	-------	----------

---- VAR s	.	50.000	+INF	.
---- VAR k	-INF	50.040	+INF	.

**** REPORT SUMMARY : 0 NONOPT
 0 INFEASIBLE
 0 UNBOUNDED

EK-9. 5 İş-9 Parti-3 Makine Test Probleminin GAMS Kodu

```
Option optcr=0.0;
Option Reslim=864000;
sets
i /1*5/
b /1*9/
f /1*3/
alias(b,d);
scalars
n /1000000/
m /0.01/;
parameters
a(i) /1 2, 2 2, 3 1, 4 3, 5 1/
t(i) /1 40, 2 45, 3 20, 4 30, 5 40/;
variables
x(i,b,f)
p(b)
z(b,f)
st(b)
s
k;
binary variables
x(i,b,f)
z(b,f);
positive variables
p(b)
st(b)
s;
equations
amac
kisit1(i)
kisit2(b)
kisit3(b,f)
kisit4(b,f)
kisit5(i,b,f)
kisit6(b)
kisit7(b,d,f);
```

BU KISIMDAKİ KOD PARÇASI ÇIKARTILMIŞTIR

```
model scheduling/all/;
solve scheduling using mip minimizing k;
```

EK-10. 5 İş-9 Parti-3 Makine Test Probleminin GAMS Çözümü

SOLVE SUMMARY

MODEL scheduling OBJECTIVE k
 TYPE MIP DIRECTION MINIMIZE
 SOLVER CPLEX FROM LINE 48

**** SOLVER STATUS 1 Normal Completion
 **** MODEL STATUS 1 Optimal
 **** OBJECTIVE VALUE 75.0500

RESOURCE USAGE, LIMIT 109.207 864000.000
 ITERATION COUNT, LIMIT 3950556 2000000000
 Proven optimal solution.

MIP Solution: 75.050000 (3950556 iterations, 819932 nodes)
 Final Solve: 75.050000 (0 iterations)

Best possible: 75.050000
 Absolute gap: 0.000000
 Relative gap: 0.000000
 VAR x

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
1.1.1	.	1.000	1.000	EPS
1.1.2	.	.	1.000	EPS
1.1.3	.	.	1.000	EPS
1.2.1	.	.	1.000	EPS
1.2.2	.	.	1.000	EPS
1.2.3	.	.	1.000	EPS
1.3.1	.	.	1.000	EPS
1.3.2	.	.	1.000	EPS
1.3.3	.	.	1.000	EPS
1.4.1	.	.	1.000	EPS
1.4.2	.	.	1.000	EPS
1.4.3	.	.	1.000	EPS
1.5.1	.	.	1.000	EPS
1.5.2	.	.	1.000	EPS
1.5.3	.	.	1.000	EPS
1.6.1	.	.	1.000	EPS
1.6.2	.	.	1.000	EPS
1.6.3	.	.	1.000	EPS
1.7.1	.	.	1.000	EPS
1.7.2	.	.	1.000	EPS
1.7.3	.	1.000	1.000	EPS
1.8.1	.	.	1.000	EPS

1.8.2	.	.	1.000	EPS
1.8.3	.	.	1.000	EPS
1.9.1	.	.	1.000	EPS
1.9.2	.	.	1.000	EPS
1.9.3	.	.	1.000	EPS
2.1.1	.	.	1.000	EPS
2.1.2	.	.	1.000	EPS
2.1.3	.	.	1.000	EPS
2.2.1	.	.	1.000	EPS
2.2.2	.	.	1.000	EPS
2.2.3	.	.	1.000	EPS
2.3.1	.	.	1.000	EPS
2.3.2	.	.	1.000	EPS
2.3.3	.	.	1.000	EPS
2.4.1	.	.	1.000	EPS
2.4.2	.	1.000	1.000	EPS
2.4.3	.	.	1.000	EPS
2.5.1	.	.	1.000	EPS
2.5.2	.	.	1.000	EPS
2.5.3	.	.	1.000	EPS
2.6.1	.	.	1.000	EPS
2.6.2	.	.	1.000	EPS
2.6.3	.	.	1.000	EPS
2.7.1	.	.	1.000	EPS
2.7.2	.	.	1.000	EPS
2.7.3	.	1.000	1.000	45.000
2.8.1	.	.	1.000	EPS
2.8.2	.	.	1.000	EPS
2.8.3	.	.	1.000	EPS
2.9.1	.	.	1.000	EPS
2.9.2	.	.	1.000	EPS
2.9.3	.	.	1.000	EPS
3.1.1	.	.	1.000	EPS
3.1.2	.	.	1.000	EPS
3.1.3	.	.	1.000	EPS
3.2.1	.	.	1.000	EPS
3.2.2	.	.	1.000	EPS
3.2.3	.	1.000	1.000	EPS
3.3.1	.	.	1.000	EPS
3.3.2	.	.	1.000	EPS
3.3.3	.	.	1.000	EPS
3.4.1	.	.	1.000	EPS
3.4.2	.	.	1.000	EPS
3.4.3	.	.	1.000	EPS
3.5.1	.	.	1.000	EPS
3.5.2	.	.	1.000	EPS
3.5.3	.	.	1.000	EPS

3.6.1	.	.	1.000	EPS
3.6.2	.	.	1.000	EPS
3.6.3	.	.	1.000	EPS
3.7.1	.	.	1.000	EPS
3.7.2	.	.	1.000	EPS
3.7.3	.	.	1.000	EPS
3.8.1	.	.	1.000	EPS
3.8.2	.	.	1.000	EPS
3.8.3	.	.	1.000	EPS
3.9.1	.	.	1.000	EPS
3.9.2	.	.	1.000	EPS
3.9.3	.	.	1.000	EPS
4.1.1	.	.	1.000	EPS
4.1.2	.	.	1.000	EPS
4.1.3	.	.	1.000	EPS
4.2.1	.	.	1.000	EPS
4.2.2	.	.	1.000	EPS
4.2.3	.	1.000	1.000	30.000
4.3.1	.	.	1.000	EPS
4.3.2	.	.	1.000	EPS
4.3.3	.	.	1.000	EPS
4.4.1	.	.	1.000	EPS
4.4.2	.	1.000	1.000	EPS
4.4.3	.	.	1.000	EPS
4.5.1	.	.	1.000	EPS
4.5.2	.	.	1.000	EPS
4.5.3	.	.	1.000	EPS
4.6.1	.	.	1.000	EPS
4.6.2	.	.	1.000	EPS
4.6.3	.	.	1.000	EPS
4.7.1	.	.	1.000	EPS
4.7.2	.	.	1.000	EPS
4.7.3	.	.	1.000	EPS
4.8.1	.	.	1.000	EPS
4.8.2	.	.	1.000	EPS
4.8.3	.	.	1.000	EPS
4.9.1	.	1.000	1.000	EPS
4.9.2	.	.	1.000	EPS
4.9.3	.	.	1.000	EPS
5.1.1	.	1.000	1.000	EPS
5.1.2	.	.	1.000	EPS
5.1.3	.	.	1.000	EPS
5.2.1	.	.	1.000	EPS
5.2.2	.	.	1.000	EPS
5.2.3	.	.	1.000	EPS
5.3.1	.	.	1.000	EPS
5.3.2	.	.	1.000	EPS

5.3.3	.	.	1.000	EPS
5.4.1	.	.	1.000	EPS
5.4.2	.	.	1.000	EPS
5.4.3	.	.	1.000	EPS
5.5.1	.	.	1.000	EPS
5.5.2	.	.	1.000	EPS
5.5.3	.	.	1.000	EPS
5.6.1	.	.	1.000	EPS
5.6.2	.	.	1.000	EPS
5.6.3	.	.	1.000	EPS
5.7.1	.	.	1.000	EPS
5.7.2	.	.	1.000	EPS
5.7.3	.	.	1.000	EPS
5.8.1	.	.	1.000	EPS
5.8.2	.	.	1.000	EPS
5.8.3	.	.	1.000	EPS
5.9.1	.	.	1.000	EPS
5.9.2	.	.	1.000	EPS
5.9.3	.	.	1.000	EPS

---- VAR p

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
1	.	40.000	+INF	.
2	.	30.000	+INF	.
3	.	.	+INF	EPS
4	.	45.000	+INF	.
5	.	.	+INF	EPS
6	.	.	+INF	EPS
7	.	45.000	+INF	.
8	.	.	+INF	EPS
9	.	30.000	+INF	.

---- VAR z

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
1.1	.	1.000	1.000	0.010
1.2	.	.	1.000	0.010
1.3	.	.	1.000	0.010
2.1	.	.	1.000	0.010
2.2	.	.	1.000	0.010
2.3	.	1.000	1.000	1.0000E+7
3.1	.	.	1.000	0.010
3.2	.	.	1.000	0.010
3.3	.	.	1.000	0.010

4.1	.	.	1.000	0.010
4.2	.	1.000	1.000	0.010
4.3	.	.	1.000	0.010
5.1	.	.	1.000	0.010
5.2	.	.	1.000	0.010
5.3	.	.	1.000	0.010
6.1	.	.	1.000	0.010
6.2	.	.	1.000	0.010
6.3	.	.	1.000	0.010
7.1	.	.	1.000	0.010
7.2	.	.	1.000	0.010
7.3	.	1.000	1.000	1.0000E+7
8.1	.	.	1.000	0.010
8.2	.	.	1.000	0.010
8.3	.	.	1.000	0.010
9.1	.	1.000	1.000	0.010
9.2	.	.	1.000	0.010
9.3	.	.	1.000	0.010

---- VAR st

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
1	.	.	+INF	EPS
2	.	.	+INF	1.000
3	.	.	+INF	EPS
4	.	.	+INF	EPS
5	.	.	+INF	EPS
6	.	.	+INF	EPS
7	.	30.000	+INF	.
8	.	.	+INF	EPS
9	.	45.000	+INF	.

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
--	-------	-------	-------	----------

---- VAR s . 75.000 +INF .

---- VAR k -INF 75.050 +INF .

**** REPORT SUMMARY : 0 NONOPT
 0 INFEASIBLE
 0 UNBOUNDED

EK-11. Geliştirilen Sezgisel Çözüm Algoritması Kodları

```
Sub Sirala()  
Range("O:Y").Value = ""  
sonsatir = Cells(Rows.Count, 1).End(xlUp).Row  
Range(Cells(2, 1), Cells(sonsatir, 3)).Copy  
ActiveSheet.Paste Destination:=Range(Cells(2, 15), Cells(sonsatir, 17))  
Range(Cells(2, 15), Cells(sonsatir, 17)).Sort [P2], Order1:=xlDescending  
End Sub  
  
Sub Diz()  
sonsatir = Cells(Rows.Count, 1).End(xlUp).Row  
Dim Olusacak As Long  
Olusacak = Application.Sum(Range(Cells(2, 3), Cells(sonsatir, 3)))  
Dim Sirali() As Integer  
ReDim Sirali(Olusacak - 1, 1) As Integer  
Dim i As Integer  
Dim yer As Integer  
yer = 0  
For i = 2 To sonsatir  
    Dim talep As Integer  
    talep = Cells(i, 17).Value  
    For j = 1 To talep  
        Sirali(yer, 0) = Cells(i, 15).Value  
        Sirali(yer, 1) = Cells(i, 16).Value  
        yer = yer + 1  
    Next j  
Next i  
For i = LBound(Sirali) To UBound(Sirali)  
    Cells((i + 1), 19).Value = Sirali(i, 0)  
    Cells((i + 1), 20).Value = Sirali(i, 1)  
Next  
End Sub  
  
Sub Grupla2()  
BU KISIMDAKİ KOD PARÇASI ÇIKARTILMIŞTIR  
End Sub  
  
Sub Cozumle()  
sonsatir = Cells(Rows.Count, 22).End(xlUp).Row  
Dim tekNumaralar As String  
Dim teksureler As Long  
For x = 1 To sonsatir  
    If x <> sonsatir Then  
        tekNumaralar = tekNumaralar & Cells(x, 22).Value & " -- "  
        teksureler = teksureler + Cells(x, 24).Value  
    End If  
Next  
End Sub
```

```

Else
tekNumaralar = tekNumaralar & Cells(x, 22).Value
teksureler = teksureler + Cells(x, 24).Value
End If
Next

```

```

Range("E:K").Value = ""
Range("E1").Value = "Bir Makina İle"
Range("E2").Value = "Makina 1"
Cells(3, 5).Value = tekNumaralar
Cells(3, 6).Value = teksureler

```

```

Dim siralanmisNumaralar(2) As String
Dim siralanmisSureler(2) As Long

```

```

siralanmisNumaralar(0) = Cells(1, 22).Value
siralanmisSureler(0) = Cells(1, 24).Value
siralanmisNumaralar(1) = Cells(2, 22).Value
siralanmisSureler(1) = Cells(2, 24).Value
siralanmisNumaralar(2) = Cells(3, 22).Value
siralanmisSureler(2) = Cells(3, 24).Value

```

```

Dim a As Integer
For a = 4 To sonsatir
    Dim kukukindex As Integer
    kukukindex = 0
    Dim kukuksayi As Integer
    kukuksayi = siralanmisSureler(0)
    Dim b As Integer
    For b = 0 To 2
        If siralanmisSureler(b) < kukuksayi Then
            kukukindex = b
            kukuksayi = siralanmisSureler(b)
        End If
    Next b
    siralanmisNumaralar(kukukindex) = siralanmisNumaralar(kukukindex) & "--" &
Cells(a, 22).Value
    siralanmisSureler(kukukindex) = siralanmisSureler(kukukindex) + Cells(a, 24).Value
Next a

```

```

Range("E5").Value = "Makina 1"

```

```
Cells(6, 5).Value = siralanmisNumaralar(0)  
Cells(6, 6).Value = siralanmisSureler(0)
```

```
Range("G5").Value = "Makina 2"  
Cells(6, 7).Value = siralanmisNumaralar(1)  
Cells(6, 8).Value = siralanmisSureler(1)
```

```
Range("I5").Value = "Makina 3"  
Cells(6, 9).Value = siralanmisNumaralar(2)  
Cells(6, 10).Value = siralanmisSureler(2)
```

```
Range("E5:I5").HorizontalAlignment = xlCenter  
Range("E5:J6").Borders.LineStyle = xlContinuous  
Range("E1:f3").Borders.LineStyle = xlContinuous  
End Sub
```

```
Sub OptimalCozum()  
Siral  
Diz  
Grupla2  
Cozumle  
End Sub
```

EK-12. 10 İş-3 Makine Uygulama Probleminin GAMS Kodu

```
Option Reslim=1800;
sets
i /1*10/
b /1*29/
f /1*3/
alias(b,d);
scalars
n /1000000/
m /0.01/;
parameters
a(i) /1 5, 2 7, 3 8, 4 5, 5 5, 6 8, 7 8, 8 3, 9 5, 10 3/
t(i) /1 30, 2 93, 3 93, 4 77, 5 35, 6 35, 7 74, 8 74, 9 63, 10 138/;
variables
x(i,b,f)
p(b)
z(b,f)
st(b)
s
k;
binary variables
x(i,b,f)
z(b,f);
positive variables
p(b)
st(b)
s;
equations
amac
kisit1(i)
kisit2(b)
kisit3(b,f)
kisit4(b,f)
kisit5(i,b,f)
kisit6(b)
kisit7(b,d,f);
```

BU KISIMDAKİ KOD PARÇASI ÇIKARTILMIŞTIR

```
model scheduling/all/;
solve scheduling using mip minimizing k;
```

EK-13. 10 İş-3 Makine Uygulama Probleminin GAMS Çözümü

SOLVE SUMMARY

MODEL scheduling OBJECTIVE k
 TYPE MIP DIRECTION MINIMIZE
 SOLVER CPLEX FROM LINE 47

**** SOLVER STATUS 3 Resource Interrupt
 **** MODEL STATUS 8 Integer Solution
 **** OBJECTIVE VALUE 703.2900

RESOURCE USAGE, LIMIT 1799.933 1800.000
 ITERATION COUNT, LIMIT 14855649 2000000000

---- VAR x

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
1.1.1	.	.	1.000	EPS
1.1.2	.	.	1.000	EPS
1.1.3	.	.	1.000	EPS
1.2.1	.	.	1.000	EPS
1.2.2	.	.	1.000	EPS
1.2.3	.	.	1.000	EPS
1.3.1	.	.	1.000	EPS
1.3.2	.	.	1.000	EPS
1.3.3	.	.	1.000	EPS
1.4.1	.	.	1.000	EPS
1.4.2	.	.	1.000	EPS
1.4.3	.	.	1.000	EPS
1.5.1	.	.	1.000	EPS
1.5.2	.	.	1.000	EPS
1.5.3	.	.	1.000	EPS
1.6.1	.	.	1.000	EPS
1.6.2	.	.	1.000	EPS
1.6.3	.	.	1.000	EPS
1.7.1	.	.	1.000	EPS
1.7.2	.	.	1.000	EPS
1.7.3	.	.	1.000	EPS
1.8.1	.	.	1.000	EPS
1.8.2	.	.	1.000	EPS
1.8.3	.	.	1.000	EPS
1.9.1	.	.	1.000	EPS
1.9.2	.	1.000	1.000	EPS
1.9.3	.	.	1.000	EPS
1.10.1	.	.	1.000	EPS
1.10.2	.	.	1.000	EPS
1.10.3	.	.	1.000	EPS

1.11.1	.	.	1.000	EPS
1.11.2	.	.	1.000	EPS
1.11.3	.	.	1.000	EPS
1.12.1	.	1.000	1.000	EPS
1.12.2	.	.	1.000	EPS
1.12.3	.	.	1.000	EPS
1.13.1	.	.	1.000	EPS
1.13.2	.	.	1.000	EPS
1.13.3	.	.	1.000	EPS
1.14.1	.	.	1.000	EPS
1.14.2	.	.	1.000	EPS
1.14.3	.	.	1.000	EPS
1.15.1	.	.	1.000	EPS
1.15.2	.	.	1.000	EPS
1.15.3	.	.	1.000	EPS
1.16.1	.	.	1.000	EPS
1.16.2	.	.	1.000	EPS
1.16.3	.	.	1.000	EPS
1.17.1	.	.	1.000	EPS
1.17.2	.	.	1.000	EPS
1.17.3	.	.	1.000	EPS
1.18.1	.	.	1.000	EPS
1.18.2	.	1.000	1.000	30.000
1.18.3	.	.	1.000	EPS
1.19.1	.	.	1.000	EPS
1.19.2	.	.	1.000	EPS
1.19.3	.	.	1.000	EPS
1.20.1	.	1.000	1.000	EPS
1.20.2	.	.	1.000	EPS
1.20.3	.	.	1.000	EPS
1.21.1	.	1.000	1.000	EPS
1.21.2	.	.	1.000	EPS
1.21.3	.	.	1.000	EPS
1.22.1	.	.	1.000	EPS
1.22.2	.	.	1.000	EPS
1.22.3	.	.	1.000	EPS
1.23.1	.	.	1.000	EPS
1.23.2	.	.	1.000	EPS
1.23.3	.	.	1.000	EPS
1.24.1	.	.	1.000	EPS
1.24.2	.	.	1.000	EPS
1.24.3	.	.	1.000	EPS
1.25.1	.	.	1.000	EPS
1.25.2	.	.	1.000	EPS
1.25.3	.	.	1.000	EPS
1.26.1	.	.	1.000	EPS
1.26.2	.	.	1.000	EPS

1.26.3	.	.	1.000	EPS
1.27.1	.	.	1.000	EPS
1.27.2	.	.	1.000	EPS
1.27.3	.	.	1.000	EPS
1.28.1	.	.	1.000	EPS
1.28.2	.	.	1.000	EPS
1.28.3	.	.	1.000	EPS
1.29.1	.	.	1.000	EPS
1.29.2	.	.	1.000	EPS
1.29.3	.	.	1.000	EPS
2.1.1	.	.	1.000	EPS
2.1.2	.	1.000	1.000	EPS
2.1.3	.	.	1.000	EPS
2.2.1	.	.	1.000	EPS
2.2.2	.	.	1.000	EPS
2.2.3	.	.	1.000	EPS
2.3.1	.	1.000	1.000	EPS
2.3.2	.	.	1.000	EPS
2.3.3	.	.	1.000	EPS
2.4.1	.	.	1.000	EPS
2.4.2	.	.	1.000	EPS
2.4.3	.	.	1.000	EPS
2.5.1	.	.	1.000	EPS
2.5.2	.	.	1.000	EPS
2.5.3	.	.	1.000	EPS
2.6.1	.	.	1.000	EPS
2.6.2	.	.	1.000	EPS
2.6.3	.	.	1.000	EPS
2.7.1	.	.	1.000	EPS
2.7.2	.	.	1.000	EPS
2.7.3	.	.	1.000	EPS
2.8.1	.	.	1.000	EPS
2.8.2	.	.	1.000	EPS
2.8.3	.	.	1.000	EPS
2.9.1	.	.	1.000	EPS
2.9.2	.	.	1.000	EPS
2.9.3	.	.	1.000	EPS
2.10.1	.	.	1.000	EPS
2.10.2	.	.	1.000	EPS
2.10.3	.	.	1.000	EPS
2.11.1	.	.	1.000	EPS
2.11.2	.	.	1.000	EPS
2.11.3	.	1.000	1.000	EPS
2.12.1	.	.	1.000	EPS
2.12.2	.	.	1.000	EPS
2.12.3	.	.	1.000	EPS
2.13.1	.	.	1.000	EPS

2.13.2	.	.	1.000	EPS
2.13.3	.	.	1.000	EPS
2.14.1	.	.	1.000	EPS
2.14.2	.	.	1.000	EPS
2.14.3	.	.	1.000	EPS
2.15.1	.	1.000	1.000	EPS
2.15.2	.	.	1.000	EPS
2.15.3	.	.	1.000	EPS
2.16.1	.	.	1.000	EPS
2.16.2	.	.	1.000	EPS
2.16.3	.	.	1.000	EPS
2.17.1	.	.	1.000	EPS
2.17.2	.	.	1.000	EPS
2.17.3	.	.	1.000	EPS
2.18.1	.	.	1.000	EPS
2.18.2	.	.	1.000	EPS
2.18.3	.	.	1.000	EPS
2.19.1	.	.	1.000	EPS
2.19.2	.	.	1.000	EPS
2.19.3	.	.	1.000	EPS
2.20.1	.	.	1.000	EPS
2.20.2	.	.	1.000	EPS
2.20.3	.	.	1.000	EPS
2.21.1	.	.	1.000	EPS
2.21.2	.	.	1.000	EPS
2.21.3	.	.	1.000	EPS
2.22.1	.	.	1.000	EPS
2.22.2	.	.	1.000	EPS
2.22.3	.	.	1.000	EPS
2.23.1	.	.	1.000	EPS
2.23.2	.	.	1.000	EPS
2.23.3	.	.	1.000	EPS
2.24.1	.	.	1.000	EPS
2.24.2	.	.	1.000	EPS
2.24.3	.	.	1.000	EPS
2.25.1	.	.	1.000	EPS
2.25.2	.	.	1.000	EPS
2.25.3	.	1.000	1.000	EPS
2.26.1	.	.	1.000	EPS
2.26.2	.	.	1.000	EPS
2.26.3	.	.	1.000	EPS
2.27.1	.	.	1.000	EPS
2.27.2	.	.	1.000	EPS
2.27.3	.	.	1.000	EPS
2.28.1	.	.	1.000	EPS
2.28.2	.	1.000	1.000	93.000
2.28.3	.	.	1.000	EPS

2.29.1	.	.	1.000	EPS
2.29.2	.	1.000	1.000	93.000
2.29.3	.	.	1.000	EPS
3.1.1	.	.	1.000	EPS
3.1.2	.	.	1.000	EPS
3.1.3	.	.	1.000	EPS
3.2.1	.	.	1.000	EPS
3.2.2	.	.	1.000	EPS
3.2.3	.	.	1.000	EPS
3.3.1	.	1.000	1.000	EPS
3.3.2	.	.	1.000	EPS
3.3.3	.	.	1.000	EPS
3.4.1	.	.	1.000	EPS
3.4.2	.	.	1.000	EPS
3.4.3	.	1.000	1.000	EPS
3.5.1	.	.	1.000	EPS
3.5.2	.	.	1.000	EPS
3.5.3	.	.	1.000	EPS
3.6.1	.	.	1.000	EPS
3.6.2	.	.	1.000	EPS
3.6.3	.	.	1.000	EPS
3.7.1	.	.	1.000	EPS
3.7.2	.	.	1.000	EPS
3.7.3	.	.	1.000	EPS
3.8.1	.	.	1.000	EPS
3.8.2	.	.	1.000	EPS
3.8.3	.	.	1.000	EPS
3.9.1	.	.	1.000	EPS
3.9.2	.	.	1.000	EPS
3.9.3	.	.	1.000	EPS
3.10.1	.	.	1.000	EPS
3.10.2	.	.	1.000	EPS
3.10.3	.	.	1.000	EPS
3.11.1	.	.	1.000	EPS
3.11.2	.	.	1.000	EPS
3.11.3	.	1.000	1.000	EPS
3.12.1	.	.	1.000	EPS
3.12.2	.	.	1.000	EPS
3.12.3	.	.	1.000	EPS
3.13.1	.	.	1.000	EPS
3.13.2	.	.	1.000	EPS
3.13.3	.	.	1.000	EPS
3.14.1	.	.	1.000	EPS
3.14.2	.	.	1.000	EPS
3.14.3	.	.	1.000	EPS
3.15.1	.	1.000	1.000	EPS
3.15.2	.	.	1.000	EPS

3.15.3	.	.	1.000	EPS
3.16.1	.	.	1.000	EPS
3.16.2	.	.	1.000	EPS
3.16.3	.	.	1.000	EPS
3.17.1	.	.	1.000	EPS
3.17.2	.	1.000	1.000	EPS
3.17.3	.	.	1.000	EPS
3.18.1	.	.	1.000	EPS
3.18.2	.	.	1.000	EPS
3.18.3	.	.	1.000	EPS
3.19.1	.	.	1.000	EPS
3.19.2	.	.	1.000	EPS
3.19.3	.	.	1.000	EPS
3.20.1	.	.	1.000	EPS
3.20.2	.	.	1.000	EPS
3.20.3	.	.	1.000	EPS
3.21.1	.	.	1.000	EPS
3.21.2	.	.	1.000	EPS
3.21.3	.	.	1.000	EPS
3.22.1	.	.	1.000	EPS
3.22.2	.	.	1.000	EPS
3.22.3	.	.	1.000	EPS
3.23.1	.	.	1.000	EPS
3.23.2	.	.	1.000	EPS
3.23.3	.	.	1.000	EPS
3.24.1	.	.	1.000	EPS
3.24.2	.	.	1.000	EPS
3.24.3	.	.	1.000	EPS
3.25.1	.	.	1.000	EPS
3.25.2	.	.	1.000	EPS
3.25.3	.	1.000	1.000	EPS
3.26.1	.	.	1.000	EPS
3.26.2	.	.	1.000	EPS
3.26.3	.	.	1.000	EPS
3.27.1	.	.	1.000	EPS
3.27.2	.	.	1.000	EPS
3.27.3	.	.	1.000	EPS
3.28.1	.	.	1.000	EPS
3.28.2	.	1.000	1.000	EPS
3.28.3	.	.	1.000	EPS
3.29.1	.	.	1.000	EPS
3.29.2	.	1.000	1.000	EPS
3.29.3	.	.	1.000	EPS
4.1.1	.	.	1.000	EPS
4.1.2	.	.	1.000	EPS
4.1.3	.	.	1.000	EPS
4.2.1	.	.	1.000	EPS

4.2.2	.	.	1.000	EPS
4.2.3	.	1.000	1.000	EPS
4.3.1	.	.	1.000	EPS
4.3.2	.	.	1.000	EPS
4.3.3	.	.	1.000	EPS
4.4.1	.	.	1.000	EPS
4.4.2	.	.	1.000	EPS
4.4.3	.	.	1.000	EPS
4.5.1	.	1.000	1.000	EPS
4.5.2	.	.	1.000	EPS
4.5.3	.	.	1.000	EPS
4.6.1	.	.	1.000	EPS
4.6.2	.	.	1.000	EPS
4.6.3	.	.	1.000	EPS
4.7.1	.	.	1.000	EPS
4.7.2	.	.	1.000	EPS
4.7.3	.	.	1.000	EPS
4.8.1	.	.	1.000	EPS
4.8.2	.	.	1.000	EPS
4.8.3	.	1.000	1.000	EPS
4.9.1	.	.	1.000	EPS
4.9.2	.	.	1.000	EPS
4.9.3	.	.	1.000	EPS
4.10.1	.	.	1.000	EPS
4.10.2	.	.	1.000	EPS
4.10.3	.	1.000	1.000	EPS
4.11.1	.	.	1.000	EPS
4.11.2	.	.	1.000	EPS
4.11.3	.	.	1.000	EPS
4.12.1	.	.	1.000	EPS
4.12.2	.	.	1.000	EPS
4.12.3	.	.	1.000	EPS
4.13.1	.	.	1.000	EPS
4.13.2	.	.	1.000	EPS
4.13.3	.	.	1.000	EPS
4.14.1	.	.	1.000	EPS
4.14.2	.	.	1.000	EPS
4.14.3	.	.	1.000	EPS
4.15.1	.	.	1.000	EPS
4.15.2	.	.	1.000	EPS
4.15.3	.	.	1.000	EPS
4.16.1	.	.	1.000	EPS
4.16.2	.	.	1.000	EPS
4.16.3	.	.	1.000	EPS
4.17.1	.	.	1.000	EPS
4.17.2	.	.	1.000	EPS
4.17.3	.	.	1.000	EPS

4.18.1	.	.	1.000	EPS
4.18.2	.	.	1.000	EPS
4.18.3	.	.	1.000	EPS
4.19.1	.	.	1.000	EPS
4.19.2	.	.	1.000	EPS
4.19.3	.	1.000	1.000	EPS
4.20.1	.	.	1.000	EPS
4.20.2	.	.	1.000	EPS
4.20.3	.	.	1.000	EPS
4.21.1	.	.	1.000	EPS
4.21.2	.	.	1.000	EPS
4.21.3	.	.	1.000	EPS
4.22.1	.	.	1.000	EPS
4.22.2	.	.	1.000	EPS
4.22.3	.	.	1.000	EPS
4.23.1	.	.	1.000	EPS
4.23.2	.	.	1.000	EPS
4.23.3	.	.	1.000	EPS
4.24.1	.	.	1.000	EPS
4.24.2	.	.	1.000	EPS
4.24.3	.	.	1.000	EPS
4.25.1	.	.	1.000	EPS
4.25.2	.	.	1.000	EPS
4.25.3	.	.	1.000	EPS
4.26.1	.	.	1.000	EPS
4.26.2	.	.	1.000	EPS
4.26.3	.	.	1.000	EPS
4.27.1	.	.	1.000	EPS
4.27.2	.	.	1.000	EPS
4.27.3	.	.	1.000	EPS
4.28.1	.	.	1.000	EPS
4.28.2	.	.	1.000	EPS
4.28.3	.	.	1.000	EPS
4.29.1	.	.	1.000	EPS
4.29.2	.	.	1.000	EPS
4.29.3	.	.	1.000	EPS
5.1.1	.	.	1.000	EPS
5.1.2	.	.	1.000	EPS
5.1.3	.	.	1.000	EPS
5.2.1	.	.	1.000	EPS
5.2.2	.	.	1.000	EPS
5.2.3	.	.	1.000	EPS
5.3.1	.	.	1.000	EPS
5.3.2	.	.	1.000	EPS
5.3.3	.	.	1.000	EPS
5.4.1	.	.	1.000	EPS
5.4.2	.	.	1.000	EPS

5.4.3	.	.	1.000	EPS
5.5.1	.	.	1.000	EPS
5.5.2	.	.	1.000	EPS
5.5.3	.	.	1.000	EPS
5.6.1	.	.	1.000	EPS
5.6.2	.	.	1.000	EPS
5.6.3	.	1.000	1.000	EPS
5.7.1	.	.	1.000	EPS
5.7.2	.	.	1.000	EPS
5.7.3	.	.	1.000	EPS
5.8.1	.	.	1.000	EPS
5.8.2	.	.	1.000	EPS
5.8.3	.	.	1.000	EPS
5.9.1	.	.	1.000	EPS
5.9.2	.	.	1.000	EPS
5.9.3	.	.	1.000	EPS
5.10.1	.	.	1.000	EPS
5.10.2	.	.	1.000	EPS
5.10.3	.	.	1.000	EPS
5.11.1	.	.	1.000	EPS
5.11.2	.	.	1.000	EPS
5.11.3	.	.	1.000	EPS
5.12.1	.	.	1.000	EPS
5.12.2	.	.	1.000	EPS
5.12.3	.	.	1.000	EPS
5.13.1	.	.	1.000	EPS
5.13.2	.	.	1.000	EPS
5.13.3	.	.	1.000	EPS
5.14.1	.	.	1.000	EPS
5.14.2	.	.	1.000	EPS
5.14.3	.	.	1.000	EPS
5.15.1	.	.	1.000	EPS
5.15.2	.	.	1.000	EPS
5.15.3	.	.	1.000	EPS
5.16.1	.	.	1.000	EPS
5.16.2	.	.	1.000	EPS
5.16.3	.	1.000	1.000	EPS
5.17.1	.	.	1.000	EPS
5.17.2	.	.	1.000	EPS
5.17.3	.	.	1.000	EPS
5.18.1	.	.	1.000	EPS
5.18.2	.	.	1.000	EPS
5.18.3	.	.	1.000	EPS
5.19.1	.	.	1.000	EPS
5.19.2	.	.	1.000	EPS
5.19.3	.	.	1.000	EPS
5.20.1	.	.	1.000	EPS

5.20.2	.	.	1.000	EPS
5.20.3	.	.	1.000	EPS
5.21.1	.	.	1.000	EPS
5.21.2	.	.	1.000	EPS
5.21.3	.	.	1.000	EPS
5.22.1	.	.	1.000	EPS
5.22.2	.	.	1.000	EPS
5.22.3	.	.	1.000	EPS
5.23.1	.	1.000	1.000	EPS
5.23.2	.	.	1.000	EPS
5.23.3	.	.	1.000	EPS
5.24.1	.	1.000	1.000	EPS
5.24.2	.	.	1.000	EPS
5.24.3	.	.	1.000	EPS
5.25.1	.	.	1.000	EPS
5.25.2	.	.	1.000	EPS
5.25.3	.	.	1.000	EPS
5.26.1	.	1.000	1.000	EPS
5.26.2	.	.	1.000	EPS
5.26.3	.	.	1.000	EPS
5.27.1	.	.	1.000	EPS
5.27.2	.	.	1.000	EPS
5.27.3	.	.	1.000	EPS
5.28.1	.	.	1.000	EPS
5.28.2	.	.	1.000	EPS
5.28.3	.	.	1.000	EPS
5.29.1	.	.	1.000	EPS
5.29.2	.	.	1.000	EPS
5.29.3	.	.	1.000	EPS
6.1.1	.	.	1.000	EPS
6.1.2	.	.	1.000	EPS
6.1.3	.	.	1.000	EPS
6.2.1	.	.	1.000	EPS
6.2.2	.	.	1.000	EPS
6.2.3	.	.	1.000	EPS
6.3.1	.	.	1.000	EPS
6.3.2	.	.	1.000	EPS
6.3.3	.	.	1.000	EPS
6.4.1	.	.	1.000	EPS
6.4.2	.	.	1.000	EPS
6.4.3	.	.	1.000	EPS
6.5.1	.	.	1.000	EPS
6.5.2	.	.	1.000	EPS
6.5.3	.	.	1.000	EPS
6.6.1	.	.	1.000	EPS
6.6.2	.	.	1.000	EPS
6.6.3	.	1.000	1.000	EPS

6.7.1	.	.	1.000	EPS
6.7.2	.	.	1.000	EPS
6.7.3	.	.	1.000	EPS
6.8.1	.	.	1.000	EPS
6.8.2	.	.	1.000	EPS
6.8.3	.	.	1.000	EPS
6.9.1	.	.	1.000	EPS
6.9.2	.	.	1.000	EPS
6.9.3	.	.	1.000	EPS
6.10.1	.	.	1.000	EPS
6.10.2	.	.	1.000	EPS
6.10.3	.	.	1.000	EPS
6.11.1	.	.	1.000	EPS
6.11.2	.	.	1.000	EPS
6.11.3	.	.	1.000	EPS
6.12.1	.	1.000	1.000	EPS
6.12.2	.	.	1.000	EPS
6.12.3	.	.	1.000	EPS
6.13.1	.	.	1.000	EPS
6.13.2	.	.	1.000	EPS
6.13.3	.	.	1.000	EPS
6.14.1	.	.	1.000	EPS
6.14.2	.	.	1.000	EPS
6.14.3	.	.	1.000	EPS
6.15.1	.	.	1.000	EPS
6.15.2	.	.	1.000	EPS
6.15.3	.	.	1.000	EPS
6.16.1	.	.	1.000	EPS
6.16.2	.	.	1.000	EPS
6.16.3	.	1.000	1.000	EPS
6.17.1	.	.	1.000	EPS
6.17.2	.	.	1.000	EPS
6.17.3	.	.	1.000	EPS
6.18.1	.	.	1.000	EPS
6.18.2	.	.	1.000	EPS
6.18.3	.	.	1.000	EPS
6.19.1	.	.	1.000	EPS
6.19.2	.	.	1.000	EPS
6.19.3	.	.	1.000	EPS
6.20.1	.	1.000	1.000	EPS
6.20.2	.	.	1.000	EPS
6.20.3	.	.	1.000	EPS
6.21.1	.	1.000	1.000	EPS
6.21.2	.	.	1.000	EPS
6.21.3	.	.	1.000	EPS
6.22.1	.	.	1.000	EPS
6.22.2	.	.	1.000	EPS

6.22.3	.	.	1.000	EPS
6.23.1	.	1.000	1.000	EPS
6.23.2	.	.	1.000	EPS
6.23.3	.	.	1.000	EPS
6.24.1	.	1.000	1.000	EPS
6.24.2	.	.	1.000	EPS
6.24.3	.	.	1.000	EPS
6.25.1	.	.	1.000	EPS
6.25.2	.	.	1.000	EPS
6.25.3	.	.	1.000	EPS
6.26.1	.	1.000	1.000	EPS
6.26.2	.	.	1.000	EPS
6.26.3	.	.	1.000	EPS
6.27.1	.	.	1.000	EPS
6.27.2	.	.	1.000	EPS
6.27.3	.	.	1.000	EPS
6.28.1	.	.	1.000	EPS
6.28.2	.	.	1.000	EPS
6.28.3	.	.	1.000	EPS
6.29.1	.	.	1.000	EPS
6.29.2	.	.	1.000	EPS
6.29.3	.	.	1.000	EPS
7.1.1	.	.	1.000	EPS
7.1.2	.	.	1.000	EPS
7.1.3	.	.	1.000	EPS
7.2.1	.	.	1.000	EPS
7.2.2	.	.	1.000	EPS
7.2.3	.	1.000	1.000	EPS
7.3.1	.	.	1.000	EPS
7.3.2	.	.	1.000	EPS
7.3.3	.	.	1.000	EPS
7.4.1	.	.	1.000	EPS
7.4.2	.	.	1.000	EPS
7.4.3	.	.	1.000	EPS
7.5.1	.	1.000	1.000	EPS
7.5.2	.	.	1.000	EPS
7.5.3	.	.	1.000	EPS
7.6.1	.	.	1.000	EPS
7.6.2	.	.	1.000	EPS
7.6.3	.	.	1.000	EPS
7.7.1	.	.	1.000	EPS
7.7.2	.	.	1.000	EPS
7.7.3	.	.	1.000	EPS
7.8.1	.	.	1.000	EPS
7.8.2	.	.	1.000	EPS
7.8.3	.	1.000	1.000	EPS
7.9.1	.	.	1.000	EPS

7.9.2	.	.	1.000	EPS
7.9.3	.	.	1.000	EPS
7.10.1	.	.	1.000	EPS
7.10.2	.	.	1.000	EPS
7.10.3	.	.	1.000	EPS
7.11.1	.	.	1.000	EPS
7.11.2	.	.	1.000	EPS
7.11.3	.	.	1.000	EPS
7.12.1	.	.	1.000	EPS
7.12.2	.	.	1.000	EPS
7.12.3	.	.	1.000	EPS
7.13.1	.	1.000	1.000	EPS
7.13.2	.	.	1.000	EPS
7.13.3	.	.	1.000	EPS
7.14.1	.	1.000	1.000	EPS
7.14.2	.	.	1.000	EPS
7.14.3	.	.	1.000	EPS
7.15.1	.	.	1.000	EPS
7.15.2	.	.	1.000	EPS
7.15.3	.	.	1.000	EPS
7.16.1	.	.	1.000	EPS
7.16.2	.	.	1.000	EPS
7.16.3	.	.	1.000	EPS
7.17.1	.	.	1.000	EPS
7.17.2	.	.	1.000	EPS
7.17.3	.	.	1.000	EPS
7.18.1	.	.	1.000	EPS
7.18.2	.	.	1.000	EPS
7.18.3	.	.	1.000	EPS
7.19.1	.	.	1.000	EPS
7.19.2	.	.	1.000	EPS
7.19.3	.	1.000	1.000	EPS
7.20.1	.	.	1.000	EPS
7.20.2	.	.	1.000	EPS
7.20.3	.	.	1.000	EPS
7.21.1	.	.	1.000	EPS
7.21.2	.	.	1.000	EPS
7.21.3	.	.	1.000	EPS
7.22.1	.	.	1.000	EPS
7.22.2	.	1.000	1.000	74.000
7.22.3	.	.	1.000	EPS
7.23.1	.	.	1.000	EPS
7.23.2	.	.	1.000	EPS
7.23.3	.	.	1.000	EPS
7.24.1	.	.	1.000	EPS
7.24.2	.	.	1.000	EPS
7.24.3	.	.	1.000	EPS

7.25.1	.	.	1.000	EPS
7.25.2	.	.	1.000	EPS
7.25.3	.	.	1.000	EPS
7.26.1	.	.	1.000	EPS
7.26.2	.	.	1.000	EPS
7.26.3	.	.	1.000	EPS
7.27.1	.	.	1.000	EPS
7.27.2	.	1.000	1.000	74.000
7.27.3	.	.	1.000	EPS
7.28.1	.	.	1.000	EPS
7.28.2	.	.	1.000	EPS
7.28.3	.	.	1.000	EPS
7.29.1	.	.	1.000	EPS
7.29.2	.	.	1.000	EPS
7.29.3	.	.	1.000	EPS
8.1.1	.	.	1.000	EPS
8.1.2	.	.	1.000	EPS
8.1.3	.	.	1.000	EPS
8.2.1	.	.	1.000	EPS
8.2.2	.	.	1.000	EPS
8.2.3	.	.	1.000	EPS
8.3.1	.	.	1.000	EPS
8.3.2	.	.	1.000	EPS
8.3.3	.	.	1.000	EPS
8.4.1	.	.	1.000	EPS
8.4.2	.	.	1.000	EPS
8.4.3	.	.	1.000	EPS
8.5.1	.	.	1.000	EPS
8.5.2	.	.	1.000	EPS
8.5.3	.	.	1.000	EPS
8.6.1	.	.	1.000	EPS
8.6.2	.	.	1.000	EPS
8.6.3	.	.	1.000	EPS
8.7.1	.	1.000	1.000	EPS
8.7.2	.	.	1.000	EPS
8.7.3	.	.	1.000	EPS
8.8.1	.	.	1.000	EPS
8.8.2	.	.	1.000	EPS
8.8.3	.	.	1.000	EPS
8.9.1	.	.	1.000	EPS
8.9.2	.	.	1.000	EPS
8.9.3	.	.	1.000	EPS
8.10.1	.	.	1.000	EPS
8.10.2	.	.	1.000	EPS
8.10.3	.	1.000	1.000	EPS
8.11.1	.	.	1.000	EPS
8.11.2	.	.	1.000	EPS

8.11.3	.	.	1.000	EPS
8.12.1	.	.	1.000	EPS
8.12.2	.	.	1.000	EPS
8.12.3	.	.	1.000	EPS
8.13.1	.	.	1.000	EPS
8.13.2	.	.	1.000	EPS
8.13.3	.	.	1.000	EPS
8.14.1	.	1.000	1.000	EPS
8.14.2	.	.	1.000	EPS
8.14.3	.	.	1.000	EPS
8.15.1	.	.	1.000	EPS
8.15.2	.	.	1.000	EPS
8.15.3	.	.	1.000	EPS
8.16.1	.	.	1.000	EPS
8.16.2	.	.	1.000	EPS
8.16.3	.	.	1.000	EPS
8.17.1	.	.	1.000	EPS
8.17.2	.	.	1.000	EPS
8.17.3	.	.	1.000	EPS
8.18.1	.	.	1.000	EPS
8.18.2	.	.	1.000	EPS
8.18.3	.	.	1.000	EPS
8.19.1	.	.	1.000	EPS
8.19.2	.	.	1.000	EPS
8.19.3	.	.	1.000	EPS
8.20.1	.	.	1.000	EPS
8.20.2	.	.	1.000	EPS
8.20.3	.	.	1.000	EPS
8.21.1	.	.	1.000	EPS
8.21.2	.	.	1.000	EPS
8.21.3	.	.	1.000	EPS
8.22.1	.	.	1.000	EPS
8.22.2	.	.	1.000	EPS
8.22.3	.	.	1.000	EPS
8.23.1	.	.	1.000	EPS
8.23.2	.	.	1.000	EPS
8.23.3	.	.	1.000	EPS
8.24.1	.	.	1.000	EPS
8.24.2	.	.	1.000	EPS
8.24.3	.	.	1.000	EPS
8.25.1	.	.	1.000	EPS
8.25.2	.	.	1.000	EPS
8.25.3	.	.	1.000	EPS
8.26.1	.	.	1.000	EPS
8.26.2	.	.	1.000	EPS
8.26.3	.	.	1.000	EPS
8.27.1	.	.	1.000	EPS

8.27.2	.	.	1.000	EPS
8.27.3	.	.	1.000	EPS
8.28.1	.	.	1.000	EPS
8.28.2	.	.	1.000	EPS
8.28.3	.	.	1.000	EPS
8.29.1	.	.	1.000	EPS
8.29.2	.	.	1.000	EPS
8.29.3	.	.	1.000	EPS
9.1.1	.	.	1.000	EPS
9.1.2	.	.	1.000	EPS
9.1.3	.	.	1.000	EPS
9.2.1	.	.	1.000	EPS
9.2.2	.	.	1.000	EPS
9.2.3	.	.	1.000	EPS
9.3.1	.	.	1.000	EPS
9.3.2	.	.	1.000	EPS
9.3.3	.	.	1.000	EPS
9.4.1	.	.	1.000	EPS
9.4.2	.	.	1.000	EPS
9.4.3	.	.	1.000	EPS
9.5.1	.	.	1.000	EPS
9.5.2	.	.	1.000	EPS
9.5.3	.	.	1.000	EPS
9.6.1	.	.	1.000	EPS
9.6.2	.	.	1.000	EPS
9.6.3	.	.	1.000	EPS
9.7.1	.	1.000	1.000	EPS
9.7.2	.	.	1.000	EPS
9.7.3	.	.	1.000	EPS
9.8.1	.	.	1.000	EPS
9.8.2	.	.	1.000	EPS
9.8.3	.	.	1.000	EPS
9.9.1	.	.	1.000	EPS
9.9.2	.	1.000	1.000	63.000
9.9.3	.	.	1.000	EPS
9.10.1	.	.	1.000	EPS
9.10.2	.	.	1.000	EPS
9.10.3	.	.	1.000	EPS
9.11.1	.	.	1.000	EPS
9.11.2	.	.	1.000	EPS
9.11.3	.	.	1.000	EPS
9.12.1	.	.	1.000	EPS
9.12.2	.	.	1.000	EPS
9.12.3	.	.	1.000	EPS
9.13.1	.	1.000	1.000	EPS
9.13.2	.	.	1.000	EPS
9.13.3	.	.	1.000	EPS

9.14.1	.	.	1.000	EPS
9.14.2	.	.	1.000	EPS
9.14.3	.	.	1.000	EPS
9.15.1	.	.	1.000	EPS
9.15.2	.	.	1.000	EPS
9.15.3	.	.	1.000	EPS
9.16.1	.	.	1.000	EPS
9.16.2	.	.	1.000	EPS
9.16.3	.	.	1.000	EPS
9.17.1	.	.	1.000	EPS
9.17.2	.	.	1.000	EPS
9.17.3	.	.	1.000	EPS
9.18.1	.	.	1.000	EPS
9.18.2	.	.	1.000	EPS
9.18.3	.	.	1.000	EPS
9.19.1	.	.	1.000	EPS
9.19.2	.	.	1.000	EPS
9.19.3	.	.	1.000	EPS
9.20.1	.	.	1.000	EPS
9.20.2	.	.	1.000	EPS
9.20.3	.	.	1.000	EPS
9.21.1	.	.	1.000	EPS
9.21.2	.	.	1.000	EPS
9.21.3	.	.	1.000	EPS
9.22.1	.	.	1.000	EPS
9.22.2	.	1.000	1.000	EPS
9.22.3	.	.	1.000	EPS
9.23.1	.	.	1.000	EPS
9.23.2	.	.	1.000	EPS
9.23.3	.	.	1.000	EPS
9.24.1	.	.	1.000	EPS
9.24.2	.	.	1.000	EPS
9.24.3	.	.	1.000	EPS
9.25.1	.	.	1.000	EPS
9.25.2	.	.	1.000	EPS
9.25.3	.	.	1.000	EPS
9.26.1	.	.	1.000	EPS
9.26.2	.	.	1.000	EPS
9.26.3	.	.	1.000	EPS
9.27.1	.	.	1.000	EPS
9.27.2	.	1.000	1.000	EPS
9.27.3	.	.	1.000	EPS
9.28.1	.	.	1.000	EPS
9.28.2	.	.	1.000	EPS
9.28.3	.	.	1.000	EPS
9.29.1	.	.	1.000	EPS
9.29.2	.	.	1.000	EPS

9.29.3	.	.	1.000	EPS
10.1.1	.	.	1.000	EPS
10.1.2	.	1.000	1.000	138.000
10.1.3	.	.	1.000	EPS
10.2.1	.	.	1.000	EPS
10.2.2	.	.	1.000	EPS
10.2.3	.	.	1.000	EPS
10.3.1	.	.	1.000	EPS
10.3.2	.	.	1.000	EPS
10.3.3	.	.	1.000	EPS
10.4.1	.	.	1.000	EPS
10.4.2	.	.	1.000	EPS
10.4.3	.	1.000	1.000	EPS
10.5.1	.	.	1.000	EPS
10.5.2	.	.	1.000	EPS
10.5.3	.	.	1.000	EPS
10.6.1	.	.	1.000	EPS
10.6.2	.	.	1.000	EPS
10.6.3	.	.	1.000	EPS
10.7.1	.	.	1.000	EPS
10.7.2	.	.	1.000	EPS
10.7.3	.	.	1.000	EPS
10.8.1	.	.	1.000	EPS
10.8.2	.	.	1.000	EPS
10.8.3	.	.	1.000	EPS
10.9.1	.	.	1.000	EPS
10.9.2	.	.	1.000	EPS
10.9.3	.	.	1.000	EPS
10.10.1	.	.	1.000	EPS
10.10.2	.	.	1.000	EPS
10.10.3	.	.	1.000	EPS
10.11.1	.	.	1.000	EPS
10.11.2	.	.	1.000	EPS
10.11.3	.	.	1.000	EPS
10.12.1	.	.	1.000	EPS
10.12.2	.	.	1.000	EPS
10.12.3	.	.	1.000	EPS
10.13.1	.	.	1.000	EPS
10.13.2	.	.	1.000	EPS
10.13.3	.	.	1.000	EPS
10.14.1	.	.	1.000	EPS
10.14.2	.	.	1.000	EPS
10.14.3	.	.	1.000	EPS
10.15.1	.	.	1.000	EPS
10.15.2	.	.	1.000	EPS
10.15.3	.	.	1.000	EPS
10.16.1	.	.	1.000	EPS

10.16.2	.	.	1.000	EPS
10.16.3	.	.	1.000	EPS
10.17.1	.	.	1.000	EPS
10.17.2	.	1.000	1.000	138.000
10.17.3	.	.	1.000	EPS
10.18.1	.	.	1.000	EPS
10.18.2	.	.	1.000	EPS
10.18.3	.	.	1.000	EPS
10.19.1	.	.	1.000	EPS
10.19.2	.	.	1.000	EPS
10.19.3	.	.	1.000	EPS
10.20.1	.	.	1.000	EPS
10.20.2	.	.	1.000	EPS
10.20.3	.	.	1.000	EPS
10.21.1	.	.	1.000	EPS
10.21.2	.	.	1.000	EPS
10.21.3	.	.	1.000	EPS
10.22.1	.	.	1.000	EPS
10.22.2	.	.	1.000	EPS
10.22.3	.	.	1.000	EPS
10.23.1	.	.	1.000	EPS
10.23.2	.	.	1.000	EPS
10.23.3	.	.	1.000	EPS
10.24.1	.	.	1.000	EPS
10.24.2	.	.	1.000	EPS
10.24.3	.	.	1.000	EPS
10.25.1	.	.	1.000	EPS
10.25.2	.	.	1.000	EPS
10.25.3	.	.	1.000	EPS
10.26.1	.	.	1.000	EPS
10.26.2	.	.	1.000	EPS
10.26.3	.	.	1.000	EPS
10.27.1	.	.	1.000	EPS
10.27.2	.	.	1.000	EPS
10.27.3	.	.	1.000	EPS
10.28.1	.	.	1.000	EPS
10.28.2	.	.	1.000	EPS
10.28.3	.	.	1.000	EPS
10.29.1	.	.	1.000	EPS
10.29.2	.	.	1.000	EPS
10.29.3	.	.	1.000	EPS

---- VAR p

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
--	-------	-------	-------	----------

1	.	138.000	+INF	.
---	---	---------	------	---

2	.	77.000	+INF	.
3	.	93.000	+INF	.
4	.	138.000	+INF	.
5	.	77.000	+INF	.
6	.	35.000	+INF	.
7	.	74.000	+INF	.
8	.	77.000	+INF	.
9	.	63.000	+INF	.
10	.	77.000	+INF	.
11	.	93.000	+INF	.
12	.	35.000	+INF	.
13	.	74.000	+INF	.
14	.	74.000	+INF	.
15	.	93.000	+INF	.
16	.	35.000	+INF	.
17	.	138.000	+INF	.
18	.	30.000	+INF	.
19	.	77.000	+INF	.
20	.	35.000	+INF	.
21	.	35.000	+INF	.
22	.	74.000	+INF	.
23	.	35.000	+INF	.
24	.	35.000	+INF	.
25	.	93.000	+INF	.
26	.	35.000	+INF	.
27	.	74.000	+INF	.
28	.	93.000	+INF	.
29	.	93.000	+INF	.

---- VAR z

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
--	-------	-------	-------	----------

1.1	.	.	1.000	0.010
1.2	.	1.000	1.000	1.0000E+6
1.3	.	.	1.000	0.010
2.1	.	.	1.000	0.010
2.2	.	.	1.000	0.010
2.3	.	1.000	1.000	0.010
3.1	.	1.000	1.000	0.010
3.2	.	.	1.000	0.010
3.3	.	.	1.000	0.010
4.1	.	.	1.000	0.010
4.2	.	.	1.000	0.010
4.3	.	1.000	1.000	0.010
5.1	.	1.000	1.000	0.010
5.2	.	.	1.000	0.010

5.3	.	.	1.000	0.010
6.1	.	.	1.000	0.010
6.2	.	.	1.000	0.010
6.3	.	1.000	1.000	0.010
7.1	.	1.000	1.000	0.010
7.2	.	.	1.000	0.010
7.3	.	.	1.000	0.010
8.1	.	.	1.000	0.010
8.2	.	.	1.000	0.010
8.3	.	1.000	1.000	0.010
9.1	.	.	1.000	0.010
9.2	.	1.000	1.000	2.0000E+6
9.3	.	.	1.000	0.010
10.1	.	.	1.000	0.010
10.2	.	.	1.000	0.010
10.3	.	1.000	1.000	0.010
11.1	.	.	1.000	0.010
11.2	.	.	1.000	0.010
11.3	.	1.000	1.000	0.010
12.1	.	1.000	1.000	0.010
12.2	.	.	1.000	0.010
12.3	.	.	1.000	0.010
13.1	.	1.000	1.000	0.010
13.2	.	.	1.000	0.010
13.3	.	.	1.000	0.010
14.1	.	1.000	1.000	0.010
14.2	.	.	1.000	0.010
14.3	.	.	1.000	0.010
15.1	.	1.000	1.000	0.010
15.2	.	.	1.000	0.010
15.3	.	.	1.000	0.010
16.1	.	.	1.000	0.010
16.2	.	.	1.000	0.010
16.3	.	1.000	1.000	0.010
17.1	.	.	1.000	0.010
17.2	.	1.000	1.000	2.0000E+6
17.3	.	.	1.000	0.010
18.1	.	.	1.000	0.010
18.2	.	1.000	1.000	2.0000E+6
18.3	.	.	1.000	0.010
19.1	.	.	1.000	0.010
19.2	.	.	1.000	0.010
19.3	.	1.000	1.000	0.010
20.1	.	1.000	1.000	0.010
20.2	.	.	1.000	0.010
20.3	.	.	1.000	0.010
21.1	.	1.000	1.000	0.010

21.2	.	.	1.000	0.010
21.3	.	.	1.000	0.010
22.1	.	.	1.000	0.010
22.2	.	1.000	1.000	2.0000E+6
22.3	.	.	1.000	0.010
23.1	.	1.000	1.000	0.010
23.2	.	.	1.000	0.010
23.3	.	.	1.000	0.010
24.1	.	1.000	1.000	0.010
24.2	.	.	1.000	0.010
24.3	.	.	1.000	0.010
25.1	.	.	1.000	0.010
25.2	.	.	1.000	0.010
25.3	.	1.000	1.000	0.010
26.1	.	1.000	1.000	0.010
26.2	.	.	1.000	0.010
26.3	.	.	1.000	0.010
27.1	.	.	1.000	0.010
27.2	.	1.000	1.000	2.0000E+6
27.3	.	.	1.000	0.010
28.1	.	.	1.000	0.010
28.2	.	1.000	1.000	2.0000E+6
28.3	.	.	1.000	0.010
29.1	.	.	1.000	0.010
29.2	.	1.000	1.000	1.0000E+6
29.3	.	.	1.000	0.010

---- VAR st

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
--	-------	-------	-------	----------

1	.	.	+INF	1.000
2	.	.	+INF	EPS
3	.	.	+INF	EPS
4	.	77.000	+INF	.
5	.	93.000	+INF	.
6	.	215.000	+INF	.
7	.	170.000	+INF	.
8	.	250.000	+INF	.
9	.	138.000	+INF	.
10	.	327.000	+INF	.
11	.	404.000	+INF	.
12	.	244.000	+INF	.
13	.	279.000	+INF	.
14	.	353.000	+INF	.
15	.	427.000	+INF	.
16	.	497.000	+INF	.

17	.	201.000	+INF	.
18	.	339.000	+INF	.
19	.	532.000	+INF	.
20	.	520.000	+INF	.
21	.	555.000	+INF	.
22	.	369.000	+INF	.
23	.	590.000	+INF	.
24	.	625.000	+INF	.
25	.	609.000	+INF	.
26	.	660.000	+INF	.
27	.	443.000	+INF	.
28	.	517.000	+INF	.
29	.	610.000	+INF	.

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
---- VAR s	.	703.000	+INF	.
---- VAR k	-INF	703.290	+INF	.

**** REPORT SUMMARY : 0 NONOPT
 0 INFEASIBLE
 0 UNBOUNDED

EK-14. 10 İş-3 Makine Uygulama Probleminin GAMS Kodu

```
Option Reslim=1800;
sets
i /1*10/
b /1*57/
f /1*3/
alias(b,d);
scalars
n /1000000000/
m /0.01/;
parameters
a(i) /1 5, 2 7, 3 8, 4 5, 5 5, 6 8, 7 8, 8 3, 9 5, 10 3/
t(i) /1 30, 2 93, 3 93, 4 77, 5 35, 6 35, 7 74, 8 74, 9 63, 10 138/;
variables
x(i,b,f)
p(b)
z(b,f)
st(b)
s
k;
binary variables
x(i,b,f)
z(b,f);
positive variables
p(b)
st(b)
s;
equations
amac
kisit1(i)
kisit2(b)
kisit3(b,f)
kisit4(b,f)
kisit5(i,b,f)
kisit6(b)
kisit7(b,d,f);
```

BU KISIMDAKİ KOD PARÇASI ÇIKARTILMIŞTIR

```
model scheduling/all/;
solve scheduling using mip minimizing k;
```

EK-15. 10 İş-3 Makine Uygulama Probleminin GAMS Çözümü

S O L V E S U M M A R Y

MODEL scheduling OBJECTIVE k
 TYPE MIP DIRECTION MINIMIZE
 SOLVER CPLEX FROM LINE 47

**** SOLVER STATUS 3 Resource Interrupt

**** MODEL STATUS 8 Integer Solution

**** OBJECTIVE VALUE 712.2900

RESOURCE USAGE, LIMIT 1799.921 1800.000

ITERATION COUNT, LIMIT 7475166 2000000000

---- VAR x

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
1.1.1	.	.	1.000	EPS
1.1.2	.	.	1.000	EPS
1.1.3	.	.	1.000	EPS
1.2.1	.	.	1.000	EPS
1.2.2	.	.	1.000	EPS
1.2.3	.	.	1.000	EPS
1.3.1	.	.	1.000	EPS
1.3.2	.	.	1.000	EPS
1.3.3	.	.	1.000	EPS
1.4.1	.	.	1.000	EPS
1.4.2	.	.	1.000	EPS
1.4.3	.	.	1.000	EPS
1.5.1	.	.	1.000	EPS
1.5.2	.	.	1.000	EPS
1.5.3	.	1.000	1.000	EPS
1.6.1	.	.	1.000	EPS
1.6.2	.	.	1.000	EPS
1.6.3	.	.	1.000	EPS
1.7.1	.	.	1.000	EPS
1.7.2	.	.	1.000	EPS
1.7.3	.	.	1.000	EPS
1.8.1	.	.	1.000	EPS
1.8.2	.	.	1.000	EPS
1.8.3	.	.	1.000	EPS
1.9.1	.	.	1.000	EPS
1.9.2	.	.	1.000	EPS

1.9.3	.	.	1.000	EPS
1.10.1	.	.	1.000	EPS
1.10.2	.	.	1.000	EPS
1.10.3	.	.	1.000	EPS
1.11.1	.	.	1.000	EPS
1.11.2	.	.	1.000	EPS
1.11.3	.	.	1.000	EPS
1.12.1	.	.	1.000	EPS
1.12.2	.	.	1.000	EPS
1.12.3	.	.	1.000	EPS
1.13.1	.	.	1.000	EPS
1.13.2	.	.	1.000	EPS
1.13.3	.	.	1.000	EPS
1.14.1	.	.	1.000	EPS
1.14.2	.	.	1.000	EPS
1.14.3	.	.	1.000	EPS
1.15.1	.	.	1.000	EPS
1.15.2	.	.	1.000	EPS
1.15.3	.	.	1.000	EPS
1.16.1	.	.	1.000	EPS
1.16.2	.	.	1.000	EPS
1.16.3	.	.	1.000	EPS
1.17.1	.	.	1.000	EPS
1.17.2	.	.	1.000	EPS
1.17.3	.	.	1.000	EPS
1.18.1	.	.	1.000	EPS
1.18.2	.	.	1.000	EPS
1.18.3	.	.	1.000	EPS
1.19.1	.	.	1.000	EPS
1.19.2	.	.	1.000	EPS
1.19.3	.	.	1.000	EPS
1.20.1	.	.	1.000	EPS
1.20.2	.	1.000	1.000	EPS
1.20.3	.	.	1.000	EPS
1.21.1	.	.	1.000	EPS
1.21.2	.	.	1.000	EPS
1.21.3	.	.	1.000	EPS
1.22.1	.	.	1.000	EPS
1.22.2	.	.	1.000	EPS
1.22.3	.	.	1.000	EPS
1.23.1	.	.	1.000	EPS
1.23.2	.	.	1.000	EPS
1.23.3	.	.	1.000	EPS

1.24.1	.	.	1.000	EPS
1.24.2	.	.	1.000	EPS
1.24.3	.	.	1.000	EPS
1.25.1	.	.	1.000	EPS
1.25.2	.	.	1.000	EPS
1.25.3	.	.	1.000	EPS
1.26.1	.	.	1.000	EPS
1.26.2	.	.	1.000	EPS
1.26.3	.	.	1.000	EPS
1.27.1	.	.	1.000	EPS
1.27.2	.	.	1.000	EPS
1.27.3	.	.	1.000	EPS
1.28.1	.	.	1.000	EPS
1.28.2	.	.	1.000	EPS
1.28.3	.	.	1.000	EPS
1.29.1	.	.	1.000	EPS
1.29.2	.	.	1.000	EPS
1.29.3	.	1.000	1.000	EPS
1.30.1	.	.	1.000	EPS
1.30.2	.	.	1.000	EPS
1.30.3	.	.	1.000	EPS
1.31.1	.	.	1.000	EPS
1.31.2	.	1.000	1.000	EPS
1.31.3	.	.	1.000	EPS
1.32.1	.	.	1.000	EPS
1.32.2	.	.	1.000	EPS
1.32.3	.	.	1.000	EPS
1.33.1	.	.	1.000	EPS
1.33.2	.	.	1.000	EPS
1.33.3	.	.	1.000	EPS
1.34.1	.	.	1.000	EPS
1.34.2	.	.	1.000	EPS
1.34.3	.	.	1.000	EPS
1.35.1	.	.	1.000	EPS
1.35.2	.	.	1.000	EPS
1.35.3	.	.	1.000	EPS
1.36.1	.	.	1.000	EPS
1.36.2	.	1.000	1.000	EPS
1.36.3	.	.	1.000	EPS
1.37.1	.	.	1.000	EPS
1.37.2	.	.	1.000	EPS
1.37.3	.	.	1.000	EPS
1.38.1	.	.	1.000	EPS

1.38.2	.	.	1.000	EPS
1.38.3	.	.	1.000	EPS
1.39.1	.	.	1.000	EPS
1.39.2	.	.	1.000	EPS
1.39.3	.	.	1.000	EPS
1.40.1	.	.	1.000	EPS
1.40.2	.	.	1.000	EPS
1.40.3	.	.	1.000	EPS
1.41.1	.	.	1.000	EPS
1.41.2	.	.	1.000	EPS
1.41.3	.	.	1.000	EPS
1.42.1	.	.	1.000	EPS
1.42.2	.	.	1.000	EPS
1.42.3	.	.	1.000	EPS
1.43.1	.	.	1.000	EPS
1.43.2	.	.	1.000	EPS
1.43.3	.	.	1.000	EPS
1.44.1	.	.	1.000	EPS
1.44.2	.	.	1.000	EPS
1.44.3	.	.	1.000	EPS
1.45.1	.	.	1.000	EPS
1.45.2	.	.	1.000	EPS
1.45.3	.	.	1.000	EPS
1.46.1	.	.	1.000	EPS
1.46.2	.	.	1.000	EPS
1.46.3	.	.	1.000	EPS
1.47.1	.	.	1.000	EPS
1.47.2	.	.	1.000	EPS
1.47.3	.	.	1.000	EPS
1.48.1	.	.	1.000	EPS
1.48.2	.	.	1.000	EPS
1.48.3	.	.	1.000	EPS
1.49.1	.	.	1.000	EPS
1.49.2	.	.	1.000	EPS
1.49.3	.	.	1.000	EPS
1.50.1	.	.	1.000	EPS
1.50.2	.	.	1.000	EPS
1.50.3	.	.	1.000	EPS
1.51.1	.	.	1.000	EPS
1.51.2	.	.	1.000	EPS
1.51.3	.	.	1.000	EPS
1.52.1	.	.	1.000	EPS
1.52.2	.	.	1.000	EPS

1.52.3	.	.	1.000	EPS
1.53.1	.	.	1.000	EPS
1.53.2	.	.	1.000	EPS
1.53.3	.	.	1.000	EPS
1.54.1	.	.	1.000	EPS
1.54.2	.	.	1.000	EPS
1.54.3	.	.	1.000	EPS
1.55.1	.	.	1.000	EPS
1.55.2	.	.	1.000	EPS
1.55.3	.	.	1.000	EPS
1.56.1	.	.	1.000	EPS
1.56.2	.	.	1.000	EPS
1.56.3	.	.	1.000	EPS
1.57.1	.	.	1.000	EPS
1.57.2	.	.	1.000	EPS
1.57.3	.	.	1.000	EPS
2.1.1	.	.	1.000	EPS
2.1.2	.	.	1.000	EPS
2.1.3	.	.	1.000	EPS
2.2.1	.	.	1.000	EPS
2.2.2	.	.	1.000	EPS
2.2.3	.	.	1.000	EPS
2.3.1	.	.	1.000	EPS
2.3.2	.	.	1.000	EPS
2.3.3	.	.	1.000	EPS
2.4.1	.	1.000	1.000	93.000
2.4.2	.	.	1.000	EPS
2.4.3	.	.	1.000	EPS
2.5.1	.	.	1.000	EPS
2.5.2	.	.	1.000	EPS
2.5.3	.	.	1.000	EPS
2.6.1	.	.	1.000	EPS
2.6.2	.	.	1.000	EPS
2.6.3	.	.	1.000	EPS
2.7.1	.	.	1.000	EPS
2.7.2	.	.	1.000	EPS
2.7.3	.	1.000	1.000	EPS
2.8.1	.	.	1.000	EPS
2.8.2	.	.	1.000	EPS
2.8.3	.	.	1.000	EPS
2.9.1	.	.	1.000	EPS
2.9.2	.	.	1.000	EPS
2.9.3	.	.	1.000	EPS

2 .10.1	.	.	1.000	EPS
2 .10.2	.	.	1.000	EPS
2 .10.3	.	.	1.000	EPS
2 .11.1	.	1.000	1.000	93.000
2 .11.2	.	.	1.000	EPS
2 .11.3	.	.	1.000	EPS
2 .12.1	.	.	1.000	EPS
2 .12.2	.	.	1.000	EPS
2 .12.3	.	.	1.000	EPS
2 .13.1	.	.	1.000	EPS
2 .13.2	.	.	1.000	EPS
2 .13.3	.	.	1.000	EPS
2 .14.1	.	.	1.000	EPS
2 .14.2	.	.	1.000	EPS
2 .14.3	.	.	1.000	EPS
2 .15.1	.	.	1.000	EPS
2 .15.2	.	.	1.000	EPS
2 .15.3	.	.	1.000	EPS
2 .16.1	.	.	1.000	EPS
2 .16.2	.	.	1.000	EPS
2 .16.3	.	.	1.000	EPS
2 .17.1	.	.	1.000	EPS
2 .17.2	.	.	1.000	EPS
2 .17.3	.	.	1.000	EPS
2 .18.1	.	.	1.000	EPS
2 .18.2	.	.	1.000	EPS
2 .18.3	.	.	1.000	EPS
2 .19.1	.	.	1.000	EPS
2 .19.2	.	.	1.000	EPS
2 .19.3	.	.	1.000	EPS
2 .20.1	.	.	1.000	EPS
2 .20.2	.	.	1.000	EPS
2 .20.3	.	.	1.000	EPS
2 .21.1	.	.	1.000	EPS
2 .21.2	.	.	1.000	EPS
2 .21.3	.	.	1.000	EPS
2 .22.1	.	.	1.000	EPS
2 .22.2	.	.	1.000	EPS
2 .22.3	.	.	1.000	EPS
2 .23.1	.	.	1.000	EPS
2 .23.2	.	.	1.000	EPS
2 .23.3	.	.	1.000	EPS
2 .24.1	.	.	1.000	EPS

2 .24.2	.	.	1.000	EPS
2 .24.3	.	.	1.000	EPS
2 .25.1	.	.	1.000	EPS
2 .25.2	.	.	1.000	EPS
2 .25.3	.	.	1.000	EPS
2 .26.1	.	.	1.000	EPS
2 .26.2	.	.	1.000	EPS
2 .26.3	.	.	1.000	EPS
2 .27.1	.	.	1.000	EPS
2 .27.2	.	.	1.000	EPS
2 .27.3	.	.	1.000	EPS
2 .28.1	.	.	1.000	EPS
2 .28.2	.	.	1.000	EPS
2 .28.3	.	1.000	1.000	EPS
2 .29.1	.	.	1.000	EPS
2 .29.2	.	.	1.000	EPS
2 .29.3	.	.	1.000	EPS
2 .30.1	.	.	1.000	EPS
2 .30.2	.	.	1.000	EPS
2 .30.3	.	.	1.000	EPS
2 .31.1	.	.	1.000	EPS
2 .31.2	.	.	1.000	EPS
2 .31.3	.	.	1.000	EPS
2 .32.1	.	.	1.000	EPS
2 .32.2	.	.	1.000	EPS
2 .32.3	.	.	1.000	EPS
2 .33.1	.	.	1.000	EPS
2 .33.2	.	.	1.000	EPS
2 .33.3	.	.	1.000	EPS
2 .34.1	.	.	1.000	EPS
2 .34.2	.	.	1.000	EPS
2 .34.3	.	.	1.000	EPS
2 .35.1	.	.	1.000	EPS
2 .35.2	.	.	1.000	EPS
2 .35.3	.	.	1.000	EPS
2 .36.1	.	.	1.000	EPS
2 .36.2	.	.	1.000	EPS
2 .36.3	.	.	1.000	EPS
2 .37.1	.	1.000	1.000	EPS
2 .37.2	.	.	1.000	EPS
2 .37.3	.	.	1.000	EPS
2 .38.1	.	.	1.000	EPS
2 .38.2	.	.	1.000	EPS

2 .38.3	.	.	1.000	EPS
2 .39.1	.	.	1.000	EPS
2 .39.2	.	.	1.000	EPS
2 .39.3	.	.	1.000	EPS
2 .40.1	.	.	1.000	EPS
2 .40.2	.	.	1.000	EPS
2 .40.3	.	.	1.000	EPS
2 .41.1	.	.	1.000	EPS
2 .41.2	.	.	1.000	EPS
2 .41.3	.	.	1.000	EPS
2 .42.1	.	.	1.000	EPS
2 .42.2	.	.	1.000	EPS
2 .42.3	.	.	1.000	EPS
2 .43.1	.	.	1.000	EPS
2 .43.2	.	.	1.000	EPS
2 .43.3	.	.	1.000	EPS
2 .44.1	.	.	1.000	EPS
2 .44.2	.	.	1.000	EPS
2 .44.3	.	.	1.000	EPS
2 .45.1	.	.	1.000	EPS
2 .45.2	.	.	1.000	EPS
2 .45.3	.	.	1.000	EPS
2 .46.1	.	.	1.000	EPS
2 .46.2	.	.	1.000	EPS
2 .46.3	.	.	1.000	EPS
2 .47.1	.	.	1.000	EPS
2 .47.2	.	.	1.000	EPS
2 .47.3	.	.	1.000	EPS
2 .48.1	.	.	1.000	EPS
2 .48.2	.	.	1.000	EPS
2 .48.3	.	.	1.000	EPS
2 .49.1	.	.	1.000	EPS
2 .49.2	.	.	1.000	EPS
2 .49.3	.	.	1.000	EPS
2 .50.1	.	.	1.000	EPS
2 .50.2	.	.	1.000	EPS
2 .50.3	.	.	1.000	EPS
2 .51.1	.	.	1.000	EPS
2 .51.2	.	.	1.000	EPS
2 .51.3	.	.	1.000	EPS
2 .52.1	.	.	1.000	EPS
2 .52.2	.	.	1.000	EPS
2 .52.3	.	.	1.000	EPS

2.53.1	.	.	1.000	EPS
2.53.2	.	.	1.000	EPS
2.53.3	.	.	1.000	EPS
2.54.1	.	.	1.000	EPS
2.54.2	.	.	1.000	EPS
2.54.3	.	.	1.000	EPS
2.55.1	.	.	1.000	EPS
2.55.2	.	.	1.000	EPS
2.55.3	.	1.000	1.000	EPS
2.56.1	.	.	1.000	EPS
2.56.2	.	.	1.000	EPS
2.56.3	.	.	1.000	EPS
2.57.1	.	1.000	1.000	93.000
2.57.2	.	.	1.000	EPS
2.57.3	.	.	1.000	EPS
3.1.1	.	.	1.000	EPS
3.1.2	.	.	1.000	EPS
3.1.3	.	.	1.000	EPS
3.2.1	.	.	1.000	EPS
3.2.2	.	.	1.000	EPS
3.2.3	.	.	1.000	EPS
3.3.1	.	.	1.000	EPS
3.3.2	.	.	1.000	EPS
3.3.3	.	.	1.000	EPS
3.4.1	.	1.000	1.000	EPS
3.4.2	.	.	1.000	EPS
3.4.3	.	.	1.000	EPS
3.5.1	.	.	1.000	EPS
3.5.2	.	.	1.000	EPS
3.5.3	.	.	1.000	EPS
3.6.1	.	.	1.000	EPS
3.6.2	.	.	1.000	EPS
3.6.3	.	.	1.000	EPS
3.7.1	.	.	1.000	EPS
3.7.2	.	.	1.000	EPS
3.7.3	.	1.000	1.000	EPS
3.8.1	.	.	1.000	EPS
3.8.2	.	.	1.000	EPS
3.8.3	.	.	1.000	EPS
3.9.1	.	.	1.000	EPS
3.9.2	.	.	1.000	EPS
3.9.3	.	.	1.000	EPS
3.10.1	.	.	1.000	EPS

3.10.2	.	.	1.000	EPS
3.10.3	.	.	1.000	EPS
3.11.1	.	1.000	1.000	EPS
3.11.2	.	.	1.000	EPS
3.11.3	.	.	1.000	EPS
3.12.1	.	.	1.000	EPS
3.12.2	.	.	1.000	EPS
3.12.3	.	.	1.000	EPS
3.13.1	.	.	1.000	EPS
3.13.2	.	.	1.000	EPS
3.13.3	.	.	1.000	EPS
3.14.1	.	.	1.000	EPS
3.14.2	.	.	1.000	EPS
3.14.3	.	.	1.000	EPS
3.15.1	.	.	1.000	EPS
3.15.2	.	.	1.000	EPS
3.15.3	.	.	1.000	EPS
3.16.1	.	.	1.000	EPS
3.16.2	.	.	1.000	EPS
3.16.3	.	.	1.000	EPS
3.17.1	.	.	1.000	EPS
3.17.2	.	.	1.000	EPS
3.17.3	.	.	1.000	EPS
3.18.1	.	.	1.000	EPS
3.18.2	.	.	1.000	EPS
3.18.3	.	.	1.000	EPS
3.19.1	.	.	1.000	EPS
3.19.2	.	.	1.000	EPS
3.19.3	.	.	1.000	EPS
3.20.1	.	.	1.000	EPS
3.20.2	.	.	1.000	EPS
3.20.3	.	.	1.000	EPS
3.21.1	.	.	1.000	EPS
3.21.2	.	.	1.000	EPS
3.21.3	.	.	1.000	EPS
3.22.1	.	.	1.000	EPS
3.22.2	.	.	1.000	EPS
3.22.3	.	.	1.000	EPS
3.23.1	.	.	1.000	EPS
3.23.2	.	.	1.000	EPS
3.23.3	.	.	1.000	EPS
3.24.1	.	.	1.000	EPS
3.24.2	.	.	1.000	EPS

3.24.3	.	.	1.000	EPS
3.25.1	.	.	1.000	EPS
3.25.2	.	.	1.000	EPS
3.25.3	.	.	1.000	EPS
3.26.1	.	.	1.000	EPS
3.26.2	.	.	1.000	EPS
3.26.3	.	.	1.000	EPS
3.27.1	.	.	1.000	EPS
3.27.2	.	1.000	1.000	EPS
3.27.3	.	.	1.000	EPS
3.28.1	.	.	1.000	EPS
3.28.2	.	.	1.000	EPS
3.28.3	.	1.000	1.000	EPS
3.29.1	.	.	1.000	EPS
3.29.2	.	.	1.000	EPS
3.29.3	.	.	1.000	EPS
3.30.1	.	.	1.000	EPS
3.30.2	.	.	1.000	EPS
3.30.3	.	.	1.000	EPS
3.31.1	.	.	1.000	EPS
3.31.2	.	.	1.000	EPS
3.31.3	.	.	1.000	EPS
3.32.1	.	.	1.000	EPS
3.32.2	.	.	1.000	EPS
3.32.3	.	.	1.000	EPS
3.33.1	.	.	1.000	EPS
3.33.2	.	.	1.000	EPS
3.33.3	.	.	1.000	EPS
3.34.1	.	.	1.000	EPS
3.34.2	.	.	1.000	EPS
3.34.3	.	.	1.000	EPS
3.35.1	.	.	1.000	EPS
3.35.2	.	.	1.000	EPS
3.35.3	.	.	1.000	EPS
3.36.1	.	.	1.000	EPS
3.36.2	.	.	1.000	EPS
3.36.3	.	.	1.000	EPS
3.37.1	.	.	1.000	EPS
3.37.2	.	.	1.000	EPS
3.37.3	.	.	1.000	EPS
3.38.1	.	.	1.000	EPS
3.38.2	.	.	1.000	EPS
3.38.3	.	.	1.000	EPS

3.39.1	.	.	1.000	EPS
3.39.2	.	.	1.000	EPS
3.39.3	.	.	1.000	EPS
3.40.1	.	.	1.000	EPS
3.40.2	.	.	1.000	EPS
3.40.3	.	.	1.000	EPS
3.41.1	.	.	1.000	EPS
3.41.2	.	1.000	1.000	EPS
3.41.3	.	.	1.000	EPS
3.42.1	.	.	1.000	EPS
3.42.2	.	.	1.000	EPS
3.42.3	.	.	1.000	EPS
3.43.1	.	.	1.000	EPS
3.43.2	.	.	1.000	EPS
3.43.3	.	.	1.000	EPS
3.44.1	.	.	1.000	EPS
3.44.2	.	.	1.000	EPS
3.44.3	.	.	1.000	EPS
3.45.1	.	.	1.000	EPS
3.45.2	.	.	1.000	EPS
3.45.3	.	.	1.000	EPS
3.46.1	.	.	1.000	EPS
3.46.2	.	.	1.000	EPS
3.46.3	.	.	1.000	EPS
3.47.1	.	.	1.000	EPS
3.47.2	.	.	1.000	EPS
3.47.3	.	.	1.000	EPS
3.48.1	.	.	1.000	EPS
3.48.2	.	.	1.000	EPS
3.48.3	.	.	1.000	EPS
3.49.1	.	.	1.000	EPS
3.49.2	.	.	1.000	EPS
3.49.3	.	.	1.000	EPS
3.50.1	.	.	1.000	EPS
3.50.2	.	.	1.000	EPS
3.50.3	.	.	1.000	EPS
3.51.1	.	.	1.000	EPS
3.51.2	.	.	1.000	EPS
3.51.3	.	.	1.000	EPS
3.52.1	.	.	1.000	EPS
3.52.2	.	.	1.000	EPS
3.52.3	.	.	1.000	EPS
3.53.1	.	.	1.000	EPS

3.53.2	.	.	1.000	EPS
3.53.3	.	.	1.000	EPS
3.54.1	.	.	1.000	EPS
3.54.2	.	.	1.000	EPS
3.54.3	.	.	1.000	EPS
3.55.1	.	.	1.000	EPS
3.55.2	.	.	1.000	EPS
3.55.3	.	1.000	1.000	EPS
3.56.1	.	.	1.000	EPS
3.56.2	.	.	1.000	EPS
3.56.3	.	.	1.000	EPS
3.57.1	.	1.000	1.000	EPS
3.57.2	.	.	1.000	EPS
3.57.3	.	.	1.000	EPS
4.1.1	.	.	1.000	EPS
4.1.2	.	.	1.000	EPS
4.1.3	.	.	1.000	EPS
4.2.1	.	.	1.000	EPS
4.2.2	.	.	1.000	EPS
4.2.3	.	.	1.000	EPS
4.3.1	.	.	1.000	EPS
4.3.2	.	.	1.000	EPS
4.3.3	.	1.000	1.000	EPS
4.4.1	.	.	1.000	EPS
4.4.2	.	.	1.000	EPS
4.4.3	.	.	1.000	EPS
4.5.1	.	.	1.000	EPS
4.5.2	.	.	1.000	EPS
4.5.3	.	.	1.000	EPS
4.6.1	.	.	1.000	EPS
4.6.2	.	.	1.000	EPS
4.6.3	.	.	1.000	EPS
4.7.1	.	.	1.000	EPS
4.7.2	.	.	1.000	EPS
4.7.3	.	.	1.000	EPS
4.8.1	.	.	1.000	EPS
4.8.2	.	.	1.000	EPS
4.8.3	.	.	1.000	EPS
4.9.1	.	.	1.000	EPS
4.9.2	.	.	1.000	EPS
4.9.3	.	.	1.000	EPS
4.10.1	.	.	1.000	EPS
4.10.2	.	.	1.000	EPS

4 .10.3	.	.	1.000	EPS
4 .11.1	.	.	1.000	EPS
4 .11.2	.	.	1.000	EPS
4 .11.3	.	.	1.000	EPS
4 .12.1	.	.	1.000	EPS
4 .12.2	.	.	1.000	EPS
4 .12.3	.	.	1.000	EPS
4 .13.1	.	.	1.000	EPS
4 .13.2	.	.	1.000	EPS
4 .13.3	.	.	1.000	EPS
4 .14.1	.	.	1.000	EPS
4 .14.2	.	.	1.000	EPS
4 .14.3	.	1.000	1.000	EPS
4 .15.1	.	.	1.000	EPS
4 .15.2	.	.	1.000	EPS
4 .15.3	.	.	1.000	EPS
4 .16.1	.	.	1.000	EPS
4 .16.2	.	.	1.000	EPS
4 .16.3	.	.	1.000	EPS
4 .17.1	.	.	1.000	EPS
4 .17.2	.	.	1.000	EPS
4 .17.3	.	.	1.000	EPS
4 .18.1	.	.	1.000	EPS
4 .18.2	.	.	1.000	EPS
4 .18.3	.	.	1.000	EPS
4 .19.1	.	.	1.000	EPS
4 .19.2	.	.	1.000	EPS
4 .19.3	.	.	1.000	EPS
4 .20.1	.	.	1.000	EPS
4 .20.2	.	.	1.000	EPS
4 .20.3	.	.	1.000	EPS
4 .21.1	.	.	1.000	EPS
4 .21.2	.	.	1.000	EPS
4 .21.3	.	.	1.000	EPS
4 .22.1	.	.	1.000	EPS
4 .22.2	.	.	1.000	EPS
4 .22.3	.	.	1.000	EPS
4 .23.1	.	.	1.000	EPS
4 .23.2	.	.	1.000	EPS
4 .23.3	.	.	1.000	EPS
4 .24.1	.	.	1.000	EPS
4 .24.2	.	1.000	1.000	EPS
4 .24.3	.	.	1.000	EPS

4 .25.1	.	.	1.000	EPS
4 .25.2	.	.	1.000	EPS
4 .25.3	.	.	1.000	EPS
4 .26.1	.	.	1.000	EPS
4 .26.2	.	.	1.000	EPS
4 .26.3	.	.	1.000	EPS
4 .27.1	.	.	1.000	EPS
4 .27.2	.	.	1.000	EPS
4 .27.3	.	.	1.000	EPS
4 .28.1	.	.	1.000	EPS
4 .28.2	.	.	1.000	EPS
4 .28.3	.	.	1.000	EPS
4 .29.1	.	.	1.000	EPS
4 .29.2	.	.	1.000	EPS
4 .29.3	.	.	1.000	EPS
4 .30.1	.	.	1.000	EPS
4 .30.2	.	.	1.000	EPS
4 .30.3	.	1.000	1.000	EPS
4 .31.1	.	.	1.000	EPS
4 .31.2	.	.	1.000	EPS
4 .31.3	.	.	1.000	EPS
4 .32.1	.	.	1.000	EPS
4 .32.2	.	.	1.000	EPS
4 .32.3	.	.	1.000	EPS
4 .33.1	.	.	1.000	EPS
4 .33.2	.	.	1.000	EPS
4 .33.3	.	.	1.000	EPS
4 .34.1	.	.	1.000	EPS
4 .34.2	.	.	1.000	EPS
4 .34.3	.	.	1.000	EPS
4 .35.1	.	.	1.000	EPS
4 .35.2	.	.	1.000	EPS
4 .35.3	.	.	1.000	EPS
4 .36.1	.	.	1.000	EPS
4 .36.2	.	.	1.000	EPS
4 .36.3	.	.	1.000	EPS
4 .37.1	.	.	1.000	EPS
4 .37.2	.	.	1.000	EPS
4 .37.3	.	.	1.000	EPS
4 .38.1	.	.	1.000	EPS
4 .38.2	.	.	1.000	EPS
4 .38.3	.	.	1.000	EPS
4 .39.1	.	.	1.000	EPS

4 .39.2	.	.	1.000	EPS
4 .39.3	.	.	1.000	EPS
4 .40.1	.	.	1.000	EPS
4 .40.2	.	.	1.000	EPS
4 .40.3	.	.	1.000	EPS
4 .41.1	.	.	1.000	EPS
4 .41.2	.	.	1.000	EPS
4 .41.3	.	.	1.000	EPS
4 .42.1	.	.	1.000	EPS
4 .42.2	.	.	1.000	EPS
4 .42.3	.	.	1.000	EPS
4 .43.1	.	.	1.000	EPS
4 .43.2	.	.	1.000	EPS
4 .43.3	.	.	1.000	EPS
4 .44.1	.	.	1.000	EPS
4 .44.2	.	.	1.000	EPS
4 .44.3	.	.	1.000	EPS
4 .45.1	.	.	1.000	EPS
4 .45.2	.	.	1.000	EPS
4 .45.3	.	.	1.000	EPS
4 .46.1	.	.	1.000	EPS
4 .46.2	.	.	1.000	EPS
4 .46.3	.	.	1.000	EPS
4 .47.1	.	.	1.000	EPS
4 .47.2	.	.	1.000	EPS
4 .47.3	.	.	1.000	EPS
4 .48.1	.	.	1.000	EPS
4 .48.2	.	.	1.000	EPS
4 .48.3	.	.	1.000	EPS
4 .49.1	.	.	1.000	EPS
4 .49.2	.	.	1.000	EPS
4 .49.3	.	.	1.000	EPS
4 .50.1	.	.	1.000	EPS
4 .50.2	.	.	1.000	EPS
4 .50.3	.	.	1.000	EPS
4 .51.1	.	.	1.000	EPS
4 .51.2	.	.	1.000	EPS
4 .51.3	.	.	1.000	EPS
4 .52.1	.	.	1.000	EPS
4 .52.2	.	.	1.000	EPS
4 .52.3	.	.	1.000	EPS
4 .53.1	.	1.000	1.000	77.000
4 .53.2	.	.	1.000	EPS

4.53.3	.	.	1.000	EPS
4.54.1	.	.	1.000	EPS
4.54.2	.	.	1.000	EPS
4.54.3	.	.	1.000	EPS
4.55.1	.	.	1.000	EPS
4.55.2	.	.	1.000	EPS
4.55.3	.	.	1.000	EPS
4.56.1	.	.	1.000	EPS
4.56.2	.	.	1.000	EPS
4.56.3	.	.	1.000	EPS
4.57.1	.	.	1.000	EPS
4.57.2	.	.	1.000	EPS
4.57.3	.	.	1.000	EPS
5.1.1	.	.	1.000	EPS
5.1.2	.	.	1.000	EPS
5.1.3	.	.	1.000	EPS
5.2.1	.	.	1.000	EPS
5.2.2	.	.	1.000	EPS
5.2.3	.	.	1.000	EPS
5.3.1	.	.	1.000	EPS
5.3.2	.	.	1.000	EPS
5.3.3	.	.	1.000	EPS
5.4.1	.	.	1.000	EPS
5.4.2	.	.	1.000	EPS
5.4.3	.	.	1.000	EPS
5.5.1	.	.	1.000	EPS
5.5.2	.	.	1.000	EPS
5.5.3	.	.	1.000	EPS
5.6.1	.	.	1.000	EPS
5.6.2	.	.	1.000	EPS
5.6.3	.	.	1.000	EPS
5.7.1	.	.	1.000	EPS
5.7.2	.	.	1.000	EPS
5.7.3	.	.	1.000	EPS
5.8.1	.	.	1.000	EPS
5.8.2	.	.	1.000	EPS
5.8.3	.	.	1.000	EPS
5.9.1	.	.	1.000	EPS
5.9.2	.	.	1.000	EPS
5.9.3	.	.	1.000	EPS
5.10.1	.	.	1.000	EPS
5.10.2	.	.	1.000	EPS
5.10.3	.	.	1.000	EPS

5.11.1	.	.	1.000	EPS
5.11.2	.	.	1.000	EPS
5.11.3	.	.	1.000	EPS
5.12.1	.	.	1.000	EPS
5.12.2	.	.	1.000	EPS
5.12.3	.	.	1.000	EPS
5.13.1	.	.	1.000	EPS
5.13.2	.	.	1.000	EPS
5.13.3	.	.	1.000	EPS
5.14.1	.	.	1.000	EPS
5.14.2	.	.	1.000	EPS
5.14.3	.	.	1.000	EPS
5.15.1	.	1.000	1.000	35.000
5.15.2	.	.	1.000	EPS
5.15.3	.	.	1.000	EPS
5.16.1	.	.	1.000	EPS
5.16.2	.	.	1.000	EPS
5.16.3	.	.	1.000	EPS
5.17.1	.	.	1.000	EPS
5.17.2	.	.	1.000	EPS
5.17.3	.	.	1.000	EPS
5.18.1	.	.	1.000	EPS
5.18.2	.	.	1.000	EPS
5.18.3	.	.	1.000	EPS
5.19.1	.	.	1.000	EPS
5.19.2	.	.	1.000	EPS
5.19.3	.	.	1.000	EPS
5.20.1	.	.	1.000	EPS
5.20.2	.	1.000	1.000	EPS
5.20.3	.	.	1.000	EPS
5.21.1	.	.	1.000	EPS
5.21.2	.	.	1.000	EPS
5.21.3	.	.	1.000	EPS
5.22.1	.	.	1.000	EPS
5.22.2	.	.	1.000	EPS
5.22.3	.	.	1.000	EPS
5.23.1	.	.	1.000	EPS
5.23.2	.	.	1.000	EPS
5.23.3	.	.	1.000	EPS
5.24.1	.	.	1.000	EPS
5.24.2	.	.	1.000	EPS
5.24.3	.	.	1.000	EPS
5.25.1	.	.	1.000	EPS

5.25.2	.	.	1.000	EPS
5.25.3	.	.	1.000	EPS
5.26.1	.	.	1.000	EPS
5.26.2	.	.	1.000	EPS
5.26.3	.	.	1.000	EPS
5.27.1	.	.	1.000	EPS
5.27.2	.	.	1.000	EPS
5.27.3	.	.	1.000	EPS
5.28.1	.	.	1.000	EPS
5.28.2	.	.	1.000	EPS
5.28.3	.	.	1.000	EPS
5.29.1	.	.	1.000	EPS
5.29.2	.	.	1.000	EPS
5.29.3	.	.	1.000	EPS
5.30.1	.	.	1.000	EPS
5.30.2	.	.	1.000	EPS
5.30.3	.	.	1.000	EPS
5.31.1	.	.	1.000	EPS
5.31.2	.	.	1.000	EPS
5.31.3	.	.	1.000	EPS
5.32.1	.	.	1.000	EPS
5.32.2	.	.	1.000	EPS
5.32.3	.	.	1.000	EPS
5.33.1	.	.	1.000	EPS
5.33.2	.	.	1.000	EPS
5.33.3	.	.	1.000	EPS
5.34.1	.	.	1.000	EPS
5.34.2	.	.	1.000	EPS
5.34.3	.	.	1.000	EPS
5.35.1	.	.	1.000	EPS
5.35.2	.	.	1.000	EPS
5.35.3	.	.	1.000	EPS
5.36.1	.	.	1.000	EPS
5.36.2	.	.	1.000	EPS
5.36.3	.	.	1.000	EPS
5.37.1	.	.	1.000	EPS
5.37.2	.	.	1.000	EPS
5.37.3	.	.	1.000	EPS
5.38.1	.	.	1.000	EPS
5.38.2	.	.	1.000	EPS
5.38.3	.	.	1.000	EPS
5.39.1	.	1.000	1.000	35.000
5.39.2	.	.	1.000	EPS

5.39.3	.	.	1.000	EPS
5.40.1	.	.	1.000	EPS
5.40.2	.	.	1.000	EPS
5.40.3	.	.	1.000	EPS
5.41.1	.	.	1.000	EPS
5.41.2	.	.	1.000	EPS
5.41.3	.	.	1.000	EPS
5.42.1	.	.	1.000	EPS
5.42.2	.	.	1.000	EPS
5.42.3	.	.	1.000	EPS
5.43.1	.	.	1.000	EPS
5.43.2	.	.	1.000	EPS
5.43.3	.	.	1.000	EPS
5.44.1	.	.	1.000	EPS
5.44.2	.	.	1.000	EPS
5.44.3	.	.	1.000	EPS
5.45.1	.	.	1.000	EPS
5.45.2	.	.	1.000	EPS
5.45.3	.	.	1.000	EPS
5.46.1	.	.	1.000	EPS
5.46.2	.	.	1.000	EPS
5.46.3	.	.	1.000	EPS
5.47.1	.	.	1.000	EPS
5.47.2	.	.	1.000	EPS
5.47.3	.	.	1.000	EPS
5.48.1	.	.	1.000	EPS
5.48.2	.	.	1.000	EPS
5.48.3	.	.	1.000	EPS
5.49.1	.	.	1.000	EPS
5.49.2	.	.	1.000	EPS
5.49.3	.	.	1.000	EPS
5.50.1	.	.	1.000	EPS
5.50.2	.	.	1.000	EPS
5.50.3	.	.	1.000	EPS
5.51.1	.	.	1.000	EPS
5.51.2	.	1.000	1.000	EPS
5.51.3	.	.	1.000	EPS
5.52.1	.	.	1.000	EPS
5.52.2	.	.	1.000	EPS
5.52.3	.	.	1.000	EPS
5.53.1	.	.	1.000	EPS
5.53.2	.	.	1.000	EPS
5.53.3	.	.	1.000	EPS

5.54.1	.	.	1.000	EPS
5.54.2	.	.	1.000	EPS
5.54.3	.	1.000	1.000	EPS
5.55.1	.	.	1.000	EPS
5.55.2	.	.	1.000	EPS
5.55.3	.	.	1.000	EPS
5.56.1	.	.	1.000	EPS
5.56.2	.	.	1.000	EPS
5.56.3	.	.	1.000	EPS
5.57.1	.	.	1.000	EPS
5.57.2	.	.	1.000	EPS
5.57.3	.	.	1.000	EPS
6.1.1	.	.	1.000	EPS
6.1.2	.	.	1.000	EPS
6.1.3	.	.	1.000	EPS
6.2.1	.	.	1.000	EPS
6.2.2	.	.	1.000	EPS
6.2.3	.	.	1.000	EPS
6.3.1	.	.	1.000	EPS
6.3.2	.	.	1.000	EPS
6.3.3	.	.	1.000	EPS
6.4.1	.	.	1.000	EPS
6.4.2	.	.	1.000	EPS
6.4.3	.	.	1.000	EPS
6.5.1	.	.	1.000	EPS
6.5.2	.	.	1.000	EPS
6.5.3	.	.	1.000	EPS
6.6.1	.	.	1.000	EPS
6.6.2	.	.	1.000	EPS
6.6.3	.	.	1.000	EPS
6.7.1	.	.	1.000	EPS
6.7.2	.	.	1.000	EPS
6.7.3	.	.	1.000	EPS
6.8.1	.	.	1.000	EPS
6.8.2	.	.	1.000	EPS
6.8.3	.	.	1.000	EPS
6.9.1	.	.	1.000	EPS
6.9.2	.	.	1.000	EPS
6.9.3	.	.	1.000	EPS
6.10.1	.	.	1.000	EPS
6.10.2	.	.	1.000	EPS
6.10.3	.	.	1.000	EPS
6.11.1	.	.	1.000	EPS

6 .11.2	.	.	1.000	EPS
6 .11.3	.	.	1.000	EPS
6 .12.1	.	.	1.000	EPS
6 .12.2	.	1.000	1.000	EPS
6 .12.3	.	.	1.000	EPS
6 .13.1	.	.	1.000	EPS
6 .13.2	.	.	1.000	EPS
6 .13.3	.	.	1.000	EPS
6 .14.1	.	.	1.000	EPS
6 .14.2	.	.	1.000	EPS
6 .14.3	.	.	1.000	EPS
6 .15.1	.	1.000	1.000	EPS
6 .15.2	.	.	1.000	EPS
6 .15.3	.	.	1.000	EPS
6 .16.1	.	.	1.000	EPS
6 .16.2	.	.	1.000	EPS
6 .16.3	.	.	1.000	EPS
6 .17.1	.	.	1.000	EPS
6 .17.2	.	.	1.000	EPS
6 .17.3	.	.	1.000	EPS
6 .18.1	.	.	1.000	EPS
6 .18.2	.	.	1.000	EPS
6 .18.3	.	.	1.000	EPS
6 .19.1	.	.	1.000	EPS
6 .19.2	.	.	1.000	EPS
6 .19.3	.	.	1.000	EPS
6 .20.1	.	.	1.000	EPS
6 .20.2	.	.	1.000	EPS
6 .20.3	.	.	1.000	EPS
6 .21.1	.	.	1.000	EPS
6 .21.2	.	.	1.000	EPS
6 .21.3	.	.	1.000	EPS
6 .22.1	.	.	1.000	EPS
6 .22.2	.	.	1.000	EPS
6 .22.3	.	.	1.000	EPS
6 .23.1	.	.	1.000	EPS
6 .23.2	.	.	1.000	EPS
6 .23.3	.	.	1.000	EPS
6 .24.1	.	.	1.000	EPS
6 .24.2	.	.	1.000	EPS
6 .24.3	.	.	1.000	EPS
6 .25.1	.	.	1.000	EPS
6 .25.2	.	.	1.000	EPS

6.25.3	.	1.000	1.000	EPS
6.26.1	.	.	1.000	EPS
6.26.2	.	.	1.000	EPS
6.26.3	.	.	1.000	EPS
6.27.1	.	.	1.000	EPS
6.27.2	.	.	1.000	EPS
6.27.3	.	.	1.000	EPS
6.28.1	.	.	1.000	EPS
6.28.2	.	.	1.000	EPS
6.28.3	.	.	1.000	EPS
6.29.1	.	.	1.000	EPS
6.29.2	.	.	1.000	EPS
6.29.3	.	.	1.000	EPS
6.30.1	.	.	1.000	EPS
6.30.2	.	.	1.000	EPS
6.30.3	.	.	1.000	EPS
6.31.1	.	.	1.000	EPS
6.31.2	.	1.000	1.000	EPS
6.31.3	.	.	1.000	EPS
6.32.1	.	.	1.000	EPS
6.32.2	.	.	1.000	EPS
6.32.3	.	.	1.000	EPS
6.33.1	.	.	1.000	EPS
6.33.2	.	.	1.000	EPS
6.33.3	.	.	1.000	EPS
6.34.1	.	.	1.000	EPS
6.34.2	.	.	1.000	EPS
6.34.3	.	.	1.000	EPS
6.35.1	.	.	1.000	EPS
6.35.2	.	.	1.000	EPS
6.35.3	.	.	1.000	EPS
6.36.1	.	.	1.000	EPS
6.36.2	.	1.000	1.000	EPS
6.36.3	.	.	1.000	EPS
6.37.1	.	.	1.000	EPS
6.37.2	.	.	1.000	EPS
6.37.3	.	.	1.000	EPS
6.38.1	.	.	1.000	EPS
6.38.2	.	.	1.000	EPS
6.38.3	.	.	1.000	EPS
6.39.1	.	1.000	1.000	EPS
6.39.2	.	.	1.000	EPS
6.39.3	.	.	1.000	EPS

6 .40.1	.	.	1.000	EPS
6 .40.2	.	.	1.000	EPS
6 .40.3	.	.	1.000	EPS
6 .41.1	.	.	1.000	EPS
6 .41.2	.	.	1.000	EPS
6 .41.3	.	.	1.000	EPS
6 .42.1	.	.	1.000	EPS
6 .42.2	.	.	1.000	EPS
6 .42.3	.	.	1.000	EPS
6 .43.1	.	.	1.000	EPS
6 .43.2	.	.	1.000	EPS
6 .43.3	.	.	1.000	EPS
6 .44.1	.	.	1.000	EPS
6 .44.2	.	.	1.000	EPS
6 .44.3	.	.	1.000	EPS
6 .45.1	.	.	1.000	EPS
6 .45.2	.	.	1.000	EPS
6 .45.3	.	.	1.000	EPS
6 .46.1	.	.	1.000	EPS
6 .46.2	.	.	1.000	EPS
6 .46.3	.	.	1.000	EPS
6 .47.1	.	.	1.000	EPS
6 .47.2	.	.	1.000	EPS
6 .47.3	.	.	1.000	EPS
6 .48.1	.	.	1.000	EPS
6 .48.2	.	.	1.000	EPS
6 .48.3	.	.	1.000	EPS
6 .49.1	.	.	1.000	EPS
6 .49.2	.	.	1.000	EPS
6 .49.3	.	.	1.000	EPS
6 .50.1	.	.	1.000	EPS
6 .50.2	.	.	1.000	EPS
6 .50.3	.	.	1.000	EPS
6 .51.1	.	.	1.000	EPS
6 .51.2	.	1.000	1.000	EPS
6 .51.3	.	.	1.000	EPS
6 .52.1	.	.	1.000	EPS
6 .52.2	.	.	1.000	EPS
6 .52.3	.	.	1.000	EPS
6 .53.1	.	.	1.000	EPS
6 .53.2	.	.	1.000	EPS
6 .53.3	.	.	1.000	EPS
6 .54.1	.	.	1.000	EPS

6.54.2	.	.	1.000	EPS
6.54.3	.	1.000	1.000	EPS
6.55.1	.	.	1.000	EPS
6.55.2	.	.	1.000	EPS
6.55.3	.	.	1.000	EPS
6.56.1	.	.	1.000	EPS
6.56.2	.	.	1.000	EPS
6.56.3	.	.	1.000	EPS
6.57.1	.	.	1.000	EPS
6.57.2	.	.	1.000	EPS
6.57.3	.	.	1.000	EPS
7.1.1	.	.	1.000	EPS
7.1.2	.	.	1.000	EPS
7.1.3	.	.	1.000	EPS
7.2.1	.	.	1.000	EPS
7.2.2	.	.	1.000	EPS
7.2.3	.	.	1.000	EPS
7.3.1	.	.	1.000	EPS
7.3.2	.	.	1.000	EPS
7.3.3	.	1.000	1.000	EPS
7.4.1	.	.	1.000	EPS
7.4.2	.	.	1.000	EPS
7.4.3	.	.	1.000	EPS
7.5.1	.	.	1.000	EPS
7.5.2	.	.	1.000	EPS
7.5.3	.	1.000	1.000	EPS
7.6.1	.	.	1.000	EPS
7.6.2	.	.	1.000	EPS
7.6.3	.	.	1.000	EPS
7.7.1	.	.	1.000	EPS
7.7.2	.	.	1.000	EPS
7.7.3	.	.	1.000	EPS
7.8.1	.	.	1.000	EPS
7.8.2	.	.	1.000	EPS
7.8.3	.	.	1.000	EPS
7.9.1	.	.	1.000	EPS
7.9.2	.	.	1.000	EPS
7.9.3	.	.	1.000	EPS
7.10.1	.	.	1.000	EPS
7.10.2	.	.	1.000	EPS
7.10.3	.	.	1.000	EPS
7.11.1	.	.	1.000	EPS
7.11.2	.	.	1.000	EPS

7.11.3	.	.	1.000	EPS
7.12.1	.	.	1.000	EPS
7.12.2	.	.	1.000	EPS
7.12.3	.	.	1.000	EPS
7.13.1	.	.	1.000	EPS
7.13.2	.	.	1.000	EPS
7.13.3	.	.	1.000	EPS
7.14.1	.	.	1.000	EPS
7.14.2	.	.	1.000	EPS
7.14.3	.	1.000	1.000	EPS
7.15.1	.	.	1.000	EPS
7.15.2	.	.	1.000	EPS
7.15.3	.	.	1.000	EPS
7.16.1	.	.	1.000	EPS
7.16.2	.	.	1.000	EPS
7.16.3	.	.	1.000	EPS
7.17.1	.	.	1.000	EPS
7.17.2	.	.	1.000	EPS
7.17.3	.	.	1.000	EPS
7.18.1	.	.	1.000	EPS
7.18.2	.	.	1.000	EPS
7.18.3	.	.	1.000	EPS
7.19.1	.	1.000	1.000	74.000
7.19.2	.	.	1.000	EPS
7.19.3	.	.	1.000	EPS
7.20.1	.	.	1.000	EPS
7.20.2	.	.	1.000	EPS
7.20.3	.	.	1.000	EPS
7.21.1	.	1.000	1.000	74.000
7.21.2	.	.	1.000	EPS
7.21.3	.	.	1.000	EPS
7.22.1	.	.	1.000	EPS
7.22.2	.	.	1.000	EPS
7.22.3	.	.	1.000	EPS
7.23.1	.	.	1.000	EPS
7.23.2	.	.	1.000	EPS
7.23.3	.	.	1.000	EPS
7.24.1	.	.	1.000	EPS
7.24.2	.	.	1.000	EPS
7.24.3	.	.	1.000	EPS
7.25.1	.	.	1.000	EPS
7.25.2	.	.	1.000	EPS
7.25.3	.	.	1.000	EPS

7.26.1	.	.	1.000	EPS
7.26.2	.	1.000	1.000	EPS
7.26.3	.	.	1.000	EPS
7.27.1	.	.	1.000	EPS
7.27.2	.	.	1.000	EPS
7.27.3	.	.	1.000	EPS
7.28.1	.	.	1.000	EPS
7.28.2	.	.	1.000	EPS
7.28.3	.	.	1.000	EPS
7.29.1	.	.	1.000	EPS
7.29.2	.	.	1.000	EPS
7.29.3	.	.	1.000	EPS
7.30.1	.	.	1.000	EPS
7.30.2	.	.	1.000	EPS
7.30.3	.	1.000	1.000	EPS
7.31.1	.	.	1.000	EPS
7.31.2	.	.	1.000	EPS
7.31.3	.	.	1.000	EPS
7.32.1	.	.	1.000	EPS
7.32.2	.	.	1.000	EPS
7.32.3	.	.	1.000	EPS
7.33.1	.	.	1.000	EPS
7.33.2	.	.	1.000	EPS
7.33.3	.	.	1.000	EPS
7.34.1	.	.	1.000	EPS
7.34.2	.	.	1.000	EPS
7.34.3	.	.	1.000	EPS
7.35.1	.	.	1.000	EPS
7.35.2	.	.	1.000	EPS
7.35.3	.	.	1.000	EPS
7.36.1	.	.	1.000	EPS
7.36.2	.	.	1.000	EPS
7.36.3	.	.	1.000	EPS
7.37.1	.	.	1.000	EPS
7.37.2	.	.	1.000	EPS
7.37.3	.	.	1.000	EPS
7.38.1	.	.	1.000	EPS
7.38.2	.	.	1.000	EPS
7.38.3	.	.	1.000	EPS
7.39.1	.	.	1.000	EPS
7.39.2	.	.	1.000	EPS
7.39.3	.	.	1.000	EPS
7.40.1	.	.	1.000	EPS

7.40.2	.	.	1.000	EPS
7.40.3	.	.	1.000	EPS
7.41.1	.	.	1.000	EPS
7.41.2	.	.	1.000	EPS
7.41.3	.	.	1.000	EPS
7.42.1	.	.	1.000	EPS
7.42.2	.	.	1.000	EPS
7.42.3	.	.	1.000	EPS
7.43.1	.	.	1.000	EPS
7.43.2	.	.	1.000	EPS
7.43.3	.	.	1.000	EPS
7.44.1	.	.	1.000	EPS
7.44.2	.	.	1.000	EPS
7.44.3	.	.	1.000	EPS
7.45.1	.	.	1.000	EPS
7.45.2	.	.	1.000	EPS
7.45.3	.	.	1.000	EPS
7.46.1	.	.	1.000	EPS
7.46.2	.	.	1.000	EPS
7.46.3	.	.	1.000	EPS
7.47.1	.	.	1.000	EPS
7.47.2	.	.	1.000	EPS
7.47.3	.	.	1.000	EPS
7.48.1	.	.	1.000	EPS
7.48.2	.	.	1.000	EPS
7.48.3	.	.	1.000	EPS
7.49.1	.	.	1.000	EPS
7.49.2	.	.	1.000	EPS
7.49.3	.	.	1.000	EPS
7.50.1	.	.	1.000	EPS
7.50.2	.	.	1.000	EPS
7.50.3	.	.	1.000	EPS
7.51.1	.	.	1.000	EPS
7.51.2	.	.	1.000	EPS
7.51.3	.	.	1.000	EPS
7.52.1	.	.	1.000	EPS
7.52.2	.	.	1.000	EPS
7.52.3	.	.	1.000	EPS
7.53.1	.	1.000	1.000	EPS
7.53.2	.	.	1.000	EPS
7.53.3	.	.	1.000	EPS
7.54.1	.	.	1.000	EPS
7.54.2	.	.	1.000	EPS

7.54.3	.	.	1.000	EPS
7.55.1	.	.	1.000	EPS
7.55.2	.	.	1.000	EPS
7.55.3	.	.	1.000	EPS
7.56.1	.	.	1.000	EPS
7.56.2	.	.	1.000	EPS
7.56.3	.	.	1.000	EPS
7.57.1	.	.	1.000	EPS
7.57.2	.	.	1.000	EPS
7.57.3	.	.	1.000	EPS
8.1.1	.	.	1.000	EPS
8.1.2	.	.	1.000	EPS
8.1.3	.	.	1.000	EPS
8.2.1	.	.	1.000	EPS
8.2.2	.	.	1.000	EPS
8.2.3	.	.	1.000	EPS
8.3.1	.	.	1.000	EPS
8.3.2	.	.	1.000	EPS
8.3.3	.	.	1.000	EPS
8.4.1	.	.	1.000	EPS
8.4.2	.	.	1.000	EPS
8.4.3	.	.	1.000	EPS
8.5.1	.	.	1.000	EPS
8.5.2	.	.	1.000	EPS
8.5.3	.	.	1.000	EPS
8.6.1	.	.	1.000	EPS
8.6.2	.	.	1.000	EPS
8.6.3	.	.	1.000	EPS
8.7.1	.	.	1.000	EPS
8.7.2	.	.	1.000	EPS
8.7.3	.	.	1.000	EPS
8.8.1	.	.	1.000	EPS
8.8.2	.	.	1.000	EPS
8.8.3	.	.	1.000	EPS
8.9.1	.	.	1.000	EPS
8.9.2	.	.	1.000	EPS
8.9.3	.	.	1.000	EPS
8.10.1	.	.	1.000	EPS
8.10.2	.	.	1.000	EPS
8.10.3	.	.	1.000	EPS
8.11.1	.	.	1.000	EPS
8.11.2	.	.	1.000	EPS
8.11.3	.	.	1.000	EPS

8.12.1	.	.	1.000	EPS
8.12.2	.	.	1.000	EPS
8.12.3	.	.	1.000	EPS
8.13.1	.	.	1.000	EPS
8.13.2	.	.	1.000	EPS
8.13.3	.	.	1.000	EPS
8.14.1	.	.	1.000	EPS
8.14.2	.	.	1.000	EPS
8.14.3	.	.	1.000	EPS
8.15.1	.	.	1.000	EPS
8.15.2	.	.	1.000	EPS
8.15.3	.	.	1.000	EPS
8.16.1	.	.	1.000	EPS
8.16.2	.	.	1.000	EPS
8.16.3	.	.	1.000	EPS
8.17.1	.	.	1.000	EPS
8.17.2	.	.	1.000	EPS
8.17.3	.	.	1.000	EPS
8.18.1	.	.	1.000	EPS
8.18.2	.	.	1.000	EPS
8.18.3	.	.	1.000	EPS
8.19.1	.	1.000	1.000	EPS
8.19.2	.	.	1.000	EPS
8.19.3	.	.	1.000	EPS
8.20.1	.	.	1.000	EPS
8.20.2	.	.	1.000	EPS
8.20.3	.	.	1.000	EPS
8.21.1	.	.	1.000	EPS
8.21.2	.	.	1.000	EPS
8.21.3	.	.	1.000	EPS
8.22.1	.	.	1.000	EPS
8.22.2	.	.	1.000	EPS
8.22.3	.	.	1.000	EPS
8.23.1	.	.	1.000	EPS
8.23.2	.	.	1.000	EPS
8.23.3	.	.	1.000	EPS
8.24.1	.	.	1.000	EPS
8.24.2	.	1.000	1.000	EPS
8.24.3	.	.	1.000	EPS
8.25.1	.	.	1.000	EPS
8.25.2	.	.	1.000	EPS
8.25.3	.	.	1.000	EPS
8.26.1	.	.	1.000	EPS

8.26.2	.	.	1.000	EPS
8.26.3	.	.	1.000	EPS
8.27.1	.	.	1.000	EPS
8.27.2	.	.	1.000	EPS
8.27.3	.	.	1.000	EPS
8.28.1	.	.	1.000	EPS
8.28.2	.	.	1.000	EPS
8.28.3	.	.	1.000	EPS
8.29.1	.	.	1.000	EPS
8.29.2	.	.	1.000	EPS
8.29.3	.	.	1.000	EPS
8.30.1	.	.	1.000	EPS
8.30.2	.	.	1.000	EPS
8.30.3	.	.	1.000	EPS
8.31.1	.	.	1.000	EPS
8.31.2	.	.	1.000	EPS
8.31.3	.	.	1.000	EPS
8.32.1	.	.	1.000	EPS
8.32.2	.	.	1.000	EPS
8.32.3	.	.	1.000	EPS
8.33.1	.	.	1.000	EPS
8.33.2	.	.	1.000	EPS
8.33.3	.	.	1.000	EPS
8.34.1	.	.	1.000	EPS
8.34.2	.	.	1.000	EPS
8.34.3	.	.	1.000	EPS
8.35.1	.	.	1.000	EPS
8.35.2	.	.	1.000	EPS
8.35.3	.	.	1.000	EPS
8.36.1	.	.	1.000	EPS
8.36.2	.	.	1.000	EPS
8.36.3	.	.	1.000	EPS
8.37.1	.	.	1.000	EPS
8.37.2	.	.	1.000	EPS
8.37.3	.	.	1.000	EPS
8.38.1	.	.	1.000	EPS
8.38.2	.	.	1.000	EPS
8.38.3	.	.	1.000	EPS
8.39.1	.	.	1.000	EPS
8.39.2	.	.	1.000	EPS
8.39.3	.	.	1.000	EPS
8.40.1	.	.	1.000	EPS
8.40.2	.	.	1.000	EPS

8.40.3	.	.	1.000	EPS
8.41.1	.	.	1.000	EPS
8.41.2	.	.	1.000	EPS
8.41.3	.	.	1.000	EPS
8.42.1	.	.	1.000	EPS
8.42.2	.	.	1.000	EPS
8.42.3	.	.	1.000	EPS
8.43.1	.	.	1.000	EPS
8.43.2	.	.	1.000	EPS
8.43.3	.	.	1.000	EPS
8.44.1	.	.	1.000	EPS
8.44.2	.	.	1.000	EPS
8.44.3	.	.	1.000	EPS
8.45.1	.	.	1.000	EPS
8.45.2	.	.	1.000	EPS
8.45.3	.	.	1.000	EPS
8.46.1	.	.	1.000	EPS
8.46.2	.	.	1.000	EPS
8.46.3	.	.	1.000	EPS
8.47.1	.	.	1.000	EPS
8.47.2	.	.	1.000	EPS
8.47.3	.	.	1.000	EPS
8.48.1	.	.	1.000	EPS
8.48.2	.	.	1.000	EPS
8.48.3	.	.	1.000	EPS
8.49.1	.	.	1.000	EPS
8.49.2	.	1.000	1.000	EPS
8.49.3	.	.	1.000	EPS
8.50.1	.	.	1.000	EPS
8.50.2	.	.	1.000	EPS
8.50.3	.	.	1.000	EPS
8.51.1	.	.	1.000	EPS
8.51.2	.	.	1.000	EPS
8.51.3	.	.	1.000	EPS
8.52.1	.	.	1.000	EPS
8.52.2	.	.	1.000	EPS
8.52.3	.	.	1.000	EPS
8.53.1	.	.	1.000	EPS
8.53.2	.	.	1.000	EPS
8.53.3	.	.	1.000	EPS
8.54.1	.	.	1.000	EPS
8.54.2	.	.	1.000	EPS
8.54.3	.	.	1.000	EPS

8.55.1	.	.	1.000	EPS
8.55.2	.	.	1.000	EPS
8.55.3	.	.	1.000	EPS
8.56.1	.	.	1.000	EPS
8.56.2	.	.	1.000	EPS
8.56.3	.	.	1.000	EPS
8.57.1	.	.	1.000	EPS
8.57.2	.	.	1.000	EPS
8.57.3	.	.	1.000	EPS
9.1.1	.	.	1.000	EPS
9.1.2	.	.	1.000	EPS
9.1.3	.	.	1.000	EPS
9.2.1	.	.	1.000	EPS
9.2.2	.	.	1.000	EPS
9.2.3	.	.	1.000	EPS
9.3.1	.	.	1.000	EPS
9.3.2	.	.	1.000	EPS
9.3.3	.	.	1.000	EPS
9.4.1	.	.	1.000	EPS
9.4.2	.	.	1.000	EPS
9.4.3	.	.	1.000	EPS
9.5.1	.	.	1.000	EPS
9.5.2	.	.	1.000	EPS
9.5.3	.	.	1.000	EPS
9.6.1	.	.	1.000	EPS
9.6.2	.	.	1.000	EPS
9.6.3	.	.	1.000	EPS
9.7.1	.	.	1.000	EPS
9.7.2	.	.	1.000	EPS
9.7.3	.	.	1.000	EPS
9.8.1	.	.	1.000	EPS
9.8.2	.	.	1.000	EPS
9.8.3	.	.	1.000	EPS
9.9.1	.	.	1.000	EPS
9.9.2	.	.	1.000	EPS
9.9.3	.	.	1.000	EPS
9.10.1	.	.	1.000	EPS
9.10.2	.	.	1.000	EPS
9.10.3	.	.	1.000	EPS
9.11.1	.	.	1.000	EPS
9.11.2	.	.	1.000	EPS
9.11.3	.	.	1.000	EPS
9.12.1	.	.	1.000	EPS

9.12.2	.	1.000	1.000	EPS
9.12.3	.	.	1.000	EPS
9.13.1	.	.	1.000	EPS
9.13.2	.	.	1.000	EPS
9.13.3	.	.	1.000	EPS
9.14.1	.	.	1.000	EPS
9.14.2	.	.	1.000	EPS
9.14.3	.	.	1.000	EPS
9.15.1	.	.	1.000	EPS
9.15.2	.	.	1.000	EPS
9.15.3	.	.	1.000	EPS
9.16.1	.	.	1.000	EPS
9.16.2	.	.	1.000	EPS
9.16.3	.	.	1.000	EPS
9.17.1	.	.	1.000	EPS
9.17.2	.	.	1.000	EPS
9.17.3	.	.	1.000	EPS
9.18.1	.	.	1.000	EPS
9.18.2	.	.	1.000	EPS
9.18.3	.	.	1.000	EPS
9.19.1	.	.	1.000	EPS
9.19.2	.	.	1.000	EPS
9.19.3	.	.	1.000	EPS
9.20.1	.	.	1.000	EPS
9.20.2	.	.	1.000	EPS
9.20.3	.	.	1.000	EPS
9.21.1	.	1.000	1.000	EPS
9.21.2	.	.	1.000	EPS
9.21.3	.	.	1.000	EPS
9.22.1	.	.	1.000	EPS
9.22.2	.	.	1.000	EPS
9.22.3	.	.	1.000	EPS
9.23.1	.	.	1.000	EPS
9.23.2	.	.	1.000	EPS
9.23.3	.	.	1.000	EPS
9.24.1	.	.	1.000	EPS
9.24.2	.	.	1.000	EPS
9.24.3	.	.	1.000	EPS
9.25.1	.	.	1.000	EPS
9.25.2	.	.	1.000	EPS
9.25.3	.	1.000	1.000	EPS
9.26.1	.	.	1.000	EPS
9.26.2	.	1.000	1.000	EPS

9.26.3	.	.	1.000	EPS
9.27.1	.	.	1.000	EPS
9.27.2	.	.	1.000	EPS
9.27.3	.	.	1.000	EPS
9.28.1	.	.	1.000	EPS
9.28.2	.	.	1.000	EPS
9.28.3	.	.	1.000	EPS
9.29.1	.	.	1.000	EPS
9.29.2	.	.	1.000	EPS
9.29.3	.	.	1.000	EPS
9.30.1	.	.	1.000	EPS
9.30.2	.	.	1.000	EPS
9.30.3	.	.	1.000	EPS
9.31.1	.	.	1.000	EPS
9.31.2	.	.	1.000	EPS
9.31.3	.	.	1.000	EPS
9.32.1	.	.	1.000	EPS
9.32.2	.	.	1.000	EPS
9.32.3	.	.	1.000	EPS
9.33.1	.	.	1.000	EPS
9.33.2	.	.	1.000	EPS
9.33.3	.	.	1.000	EPS
9.34.1	.	.	1.000	EPS
9.34.2	.	.	1.000	EPS
9.34.3	.	.	1.000	EPS
9.35.1	.	.	1.000	EPS
9.35.2	.	.	1.000	EPS
9.35.3	.	.	1.000	EPS
9.36.1	.	.	1.000	EPS
9.36.2	.	.	1.000	EPS
9.36.3	.	.	1.000	EPS
9.37.1	.	.	1.000	EPS
9.37.2	.	.	1.000	EPS
9.37.3	.	.	1.000	EPS
9.38.1	.	.	1.000	EPS
9.38.2	.	.	1.000	EPS
9.38.3	.	.	1.000	EPS
9.39.1	.	.	1.000	EPS
9.39.2	.	.	1.000	EPS
9.39.3	.	.	1.000	EPS
9.40.1	.	.	1.000	EPS
9.40.2	.	.	1.000	EPS
9.40.3	.	.	1.000	EPS

9.41.1	.	.	1.000	EPS
9.41.2	.	.	1.000	EPS
9.41.3	.	.	1.000	EPS
9.42.1	.	.	1.000	EPS
9.42.2	.	.	1.000	EPS
9.42.3	.	.	1.000	EPS
9.43.1	.	.	1.000	EPS
9.43.2	.	.	1.000	EPS
9.43.3	.	.	1.000	EPS
9.44.1	.	.	1.000	EPS
9.44.2	.	.	1.000	EPS
9.44.3	.	.	1.000	EPS
9.45.1	.	.	1.000	EPS
9.45.2	.	.	1.000	EPS
9.45.3	.	.	1.000	EPS
9.46.1	.	.	1.000	EPS
9.46.2	.	.	1.000	EPS
9.46.3	.	.	1.000	EPS
9.47.1	.	.	1.000	EPS
9.47.2	.	.	1.000	EPS
9.47.3	.	.	1.000	EPS
9.48.1	.	.	1.000	EPS
9.48.2	.	.	1.000	EPS
9.48.3	.	.	1.000	EPS
9.49.1	.	.	1.000	EPS
9.49.2	.	1.000	1.000	EPS
9.49.3	.	.	1.000	EPS
9.50.1	.	.	1.000	EPS
9.50.2	.	.	1.000	EPS
9.50.3	.	.	1.000	EPS
9.51.1	.	.	1.000	EPS
9.51.2	.	.	1.000	EPS
9.51.3	.	.	1.000	EPS
9.52.1	.	.	1.000	EPS
9.52.2	.	.	1.000	EPS
9.52.3	.	.	1.000	EPS
9.53.1	.	.	1.000	EPS
9.53.2	.	.	1.000	EPS
9.53.3	.	.	1.000	EPS
9.54.1	.	.	1.000	EPS
9.54.2	.	.	1.000	EPS
9.54.3	.	.	1.000	EPS
9.55.1	.	.	1.000	EPS

9.55.2	.	.	1.000	EPS
9.55.3	.	.	1.000	EPS
9.56.1	.	.	1.000	EPS
9.56.2	.	.	1.000	EPS
9.56.3	.	.	1.000	EPS
9.57.1	.	.	1.000	EPS
9.57.2	.	.	1.000	EPS
9.57.3	.	.	1.000	EPS
10.1.1	.	.	1.000	EPS
10.1.2	.	.	1.000	EPS
10.1.3	.	.	1.000	EPS
10.2.1	.	.	1.000	EPS
10.2.2	.	.	1.000	EPS
10.2.3	.	.	1.000	EPS
10.3.1	.	.	1.000	EPS
10.3.2	.	.	1.000	EPS
10.3.3	.	.	1.000	EPS
10.4.1	.	.	1.000	EPS
10.4.2	.	.	1.000	EPS
10.4.3	.	.	1.000	EPS
10.5.1	.	.	1.000	EPS
10.5.2	.	.	1.000	EPS
10.5.3	.	.	1.000	EPS
10.6.1	.	.	1.000	EPS
10.6.2	.	.	1.000	EPS
10.6.3	.	.	1.000	EPS
10.7.1	.	.	1.000	EPS
10.7.2	.	.	1.000	EPS
10.7.3	.	.	1.000	EPS
10.8.1	.	.	1.000	EPS
10.8.2	.	.	1.000	EPS
10.8.3	.	.	1.000	EPS
10.9.1	.	.	1.000	EPS
10.9.2	.	.	1.000	EPS
10.9.3	.	.	1.000	EPS
10.10.1	.	.	1.000	EPS
10.10.2	.	.	1.000	EPS
10.10.3	.	.	1.000	EPS
10.11.1	.	.	1.000	EPS
10.11.2	.	.	1.000	EPS
10.11.3	.	.	1.000	EPS
10.12.1	.	.	1.000	EPS
10.12.2	.	.	1.000	EPS

10.12.3	.	.	1.000	EPS
10.13.1	.	.	1.000	EPS
10.13.2	.	.	1.000	EPS
10.13.3	.	.	1.000	EPS
10.14.1	.	.	1.000	EPS
10.14.2	.	.	1.000	EPS
10.14.3	.	.	1.000	EPS
10.15.1	.	.	1.000	EPS
10.15.2	.	.	1.000	EPS
10.15.3	.	.	1.000	EPS
10.16.1	.	.	1.000	EPS
10.16.2	.	.	1.000	EPS
10.16.3	.	.	1.000	EPS
10.17.1	.	.	1.000	EPS
10.17.2	.	.	1.000	EPS
10.17.3	.	.	1.000	EPS
10.18.1	.	.	1.000	EPS
10.18.2	.	.	1.000	EPS
10.18.3	.	.	1.000	EPS
10.19.1	.	.	1.000	EPS
10.19.2	.	.	1.000	EPS
10.19.3	.	.	1.000	EPS
10.20.1	.	.	1.000	EPS
10.20.2	.	.	1.000	EPS
10.20.3	.	.	1.000	EPS
10.21.1	.	.	1.000	EPS
10.21.2	.	.	1.000	EPS
10.21.3	.	.	1.000	EPS
10.22.1	.	.	1.000	EPS
10.22.2	.	.	1.000	EPS
10.22.3	.	.	1.000	EPS
10.23.1	.	.	1.000	EPS
10.23.2	.	.	1.000	EPS
10.23.3	.	.	1.000	EPS
10.24.1	.	.	1.000	EPS
10.24.2	.	.	1.000	EPS
10.24.3	.	.	1.000	EPS
10.25.1	.	.	1.000	EPS
10.25.2	.	.	1.000	EPS
10.25.3	.	.	1.000	EPS
10.26.1	.	.	1.000	EPS
10.26.2	.	.	1.000	EPS
10.26.3	.	.	1.000	EPS

10.27.1	.	.	1.000	EPS
10.27.2	.	1.000	1.000	EPS
10.27.3	.	.	1.000	EPS
10.28.1	.	.	1.000	EPS
10.28.2	.	.	1.000	EPS
10.28.3	.	.	1.000	EPS
10.29.1	.	.	1.000	EPS
10.29.2	.	.	1.000	EPS
10.29.3	.	.	1.000	EPS
10.30.1	.	.	1.000	EPS
10.30.2	.	.	1.000	EPS
10.30.3	.	.	1.000	EPS
10.31.1	.	.	1.000	EPS
10.31.2	.	.	1.000	EPS
10.31.3	.	.	1.000	EPS
10.32.1	.	.	1.000	EPS
10.32.2	.	.	1.000	EPS
10.32.3	.	.	1.000	EPS
10.33.1	.	.	1.000	EPS
10.33.2	.	.	1.000	EPS
10.33.3	.	.	1.000	EPS
10.34.1	.	.	1.000	EPS
10.34.2	.	.	1.000	EPS
10.34.3	.	.	1.000	EPS
10.35.1	.	.	1.000	EPS
10.35.2	.	.	1.000	EPS
10.35.3	.	.	1.000	EPS
10.36.1	.	.	1.000	EPS
10.36.2	.	.	1.000	EPS
10.36.3	.	.	1.000	EPS
10.37.1	.	1.000	1.000	138.000
10.37.2	.	.	1.000	EPS
10.37.3	.	.	1.000	EPS
10.38.1	.	.	1.000	EPS
10.38.2	.	.	1.000	EPS
10.38.3	.	.	1.000	EPS
10.39.1	.	.	1.000	EPS
10.39.2	.	.	1.000	EPS
10.39.3	.	.	1.000	EPS
10.40.1	.	.	1.000	EPS
10.40.2	.	.	1.000	EPS
10.40.3	.	.	1.000	EPS
10.41.1	.	.	1.000	EPS

10.41.2	.	1.000	1.000	EPS
10.41.3	.	.	1.000	EPS
10.42.1	.	.	1.000	EPS
10.42.2	.	.	1.000	EPS
10.42.3	.	.	1.000	EPS
10.43.1	.	.	1.000	EPS
10.43.2	.	.	1.000	EPS
10.43.3	.	.	1.000	EPS
10.44.1	.	.	1.000	EPS
10.44.2	.	.	1.000	EPS
10.44.3	.	.	1.000	EPS
10.45.1	.	.	1.000	EPS
10.45.2	.	.	1.000	EPS
10.45.3	.	.	1.000	EPS
10.46.1	.	.	1.000	EPS
10.46.2	.	.	1.000	EPS
10.46.3	.	.	1.000	EPS
10.47.1	.	.	1.000	EPS
10.47.2	.	.	1.000	EPS
10.47.3	.	.	1.000	EPS
10.48.1	.	.	1.000	EPS
10.48.2	.	.	1.000	EPS
10.48.3	.	.	1.000	EPS
10.49.1	.	.	1.000	EPS
10.49.2	.	.	1.000	EPS
10.49.3	.	.	1.000	EPS
10.50.1	.	.	1.000	EPS
10.50.2	.	.	1.000	EPS
10.50.3	.	.	1.000	EPS
10.51.1	.	.	1.000	EPS
10.51.2	.	.	1.000	EPS
10.51.3	.	.	1.000	EPS
10.52.1	.	.	1.000	EPS
10.52.2	.	.	1.000	EPS
10.52.3	.	.	1.000	EPS
10.53.1	.	.	1.000	EPS
10.53.2	.	.	1.000	EPS
10.53.3	.	.	1.000	EPS
10.54.1	.	.	1.000	EPS
10.54.2	.	.	1.000	EPS
10.54.3	.	.	1.000	EPS
10.55.1	.	.	1.000	EPS
10.55.2	.	.	1.000	EPS

10.55.3	.	.	1.000	EPS
10.56.1	.	.	1.000	EPS
10.56.2	.	.	1.000	EPS
10.56.3	.	.	1.000	EPS
10.57.1	.	.	1.000	EPS
10.57.2	.	.	1.000	EPS
10.57.3	.	.	1.000	EPS

---- VAR p

LOWER LEVEL UPPER MARGINAL

1	.	.	+INF	EPS
2	.	.	+INF	EPS
3	.	77.000	+INF	.
4	.	93.000	+INF	.
5	.	74.000	+INF	.
6	.	.	+INF	EPS
7	.	93.000	+INF	.
8	.	.	+INF	EPS
9	.	.	+INF	EPS
10	.	.	+INF	EPS
11	.	93.000	+INF	.
12	.	63.000	+INF	.
13	.	.	+INF	EPS
14	.	77.000	+INF	.
15	.	35.000	+INF	.
16	.	.	+INF	EPS
17	.	.	+INF	EPS
18	.	.	+INF	EPS
19	.	74.000	+INF	.
20	.	35.000	+INF	.
21	.	74.000	+INF	.
22	.	.	+INF	EPS
23	.	.	+INF	EPS
24	.	77.000	+INF	.
25	.	63.000	+INF	.
26	.	74.000	+INF	.
27	.	138.000	+INF	.
28	.	93.000	+INF	.
29	.	30.000	+INF	.
30	.	77.000	+INF	.
31	.	35.000	+INF	.

32	.	.	+INF	EPS
33	.	.	+INF	EPS
34	.	.	+INF	EPS
35	.	.	+INF	EPS
36	.	35.000	+INF	.
37	.	138.000	+INF	.
38	.	.	+INF	EPS
39	.	35.000	+INF	.
40	.	.	+INF	EPS
41	.	138.000	+INF	.
42	.	.	+INF	EPS
43	.	.	+INF	EPS
44	.	.	+INF	EPS
45	.	.	+INF	EPS
46	.	.	+INF	EPS
47	.	.	+INF	EPS
48	.	.	+INF	EPS
49	.	74.000	+INF	.
50	.	.	+INF	EPS
51	.	35.000	+INF	.
52	.	.	+INF	EPS
53	.	77.000	+INF	.
54	.	35.000	+INF	.
55	.	93.000	+INF	.
56	.	.	+INF	EPS
57	.	93.000	+INF	.

---- VAR z

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
1.1	.	.	1.000	0.010
1.2	.	.	1.000	0.010
1.3	.	.	1.000	0.010
2.1	.	.	1.000	0.010
2.2	.	.	1.000	0.010
2.3	.	.	1.000	0.010
3.1	.	.	1.000	0.010
3.2	.	.	1.000	0.010
3.3	.	1.000	1.000	0.010
4.1	.	1.000	1.000	1.0000E+8
4.2	.	.	1.000	0.010
4.3	.	.	1.000	0.010

5.1	.	.	1.000	0.010
5.2	.	.	1.000	0.010
5.3	.	1.000	1.000	0.010
6.1	.	.	1.000	0.010
6.2	.	.	1.000	0.010
6.3	.	.	1.000	0.010
7.1	.	.	1.000	0.010
7.2	.	.	1.000	0.010
7.3	.	1.000	1.000	0.010
8.1	.	.	1.000	0.010
8.2	.	.	1.000	0.010
8.3	.	.	1.000	0.010
9.1	.	.	1.000	0.010
9.2	.	.	1.000	0.010
9.3	.	.	1.000	0.010
10.1	.	.	1.000	0.010
10.2	.	.	1.000	0.010
10.3	.	.	1.000	0.010
11.1	.	1.000	1.000	2.0000E+8
11.2	.	.	1.000	0.010
11.3	.	.	1.000	0.010
12.1	.	.	1.000	0.010
12.2	.	1.000	1.000	0.010
12.3	.	.	1.000	0.010
13.1	.	.	1.000	0.010
13.2	.	.	1.000	0.010
13.3	.	.	1.000	0.010
14.1	.	.	1.000	0.010
14.2	.	.	1.000	0.010
14.3	.	1.000	1.000	0.010
15.1	.	1.000	1.000	2.0000E+8
15.2	.	.	1.000	0.010
15.3	.	.	1.000	0.010
16.1	.	.	1.000	0.010
16.2	.	.	1.000	0.010
16.3	.	.	1.000	0.010
17.1	.	.	1.000	0.010
17.2	.	.	1.000	0.010
17.3	.	.	1.000	0.010
18.1	.	.	1.000	0.010
18.2	.	.	1.000	0.010
18.3	.	.	1.000	0.010
19.1	.	1.000	1.000	2.0000E+8

19.2	.	.	1.000	0.010
19.3	.	.	1.000	0.010
20.1	.	.	1.000	0.010
20.2	.	1.000	1.000	0.010
20.3	.	.	1.000	0.010
21.1	.	1.000	1.000	2.0000E+8
21.2	.	.	1.000	0.010
21.3	.	.	1.000	0.010
22.1	.	.	1.000	0.010
22.2	.	.	1.000	0.010
22.3	.	.	1.000	0.010
23.1	.	.	1.000	0.010
23.2	.	.	1.000	0.010
23.3	.	.	1.000	0.010
24.1	.	.	1.000	0.010
24.2	.	1.000	1.000	0.010
24.3	.	.	1.000	0.010
25.1	.	.	1.000	0.010
25.2	.	.	1.000	0.010
25.3	.	1.000	1.000	0.010
26.1	.	.	1.000	0.010
26.2	.	1.000	1.000	0.010
26.3	.	.	1.000	0.010
27.1	.	.	1.000	0.010
27.2	.	1.000	1.000	0.010
27.3	.	.	1.000	0.010
28.1	.	.	1.000	0.010
28.2	.	.	1.000	0.010
28.3	.	1.000	1.000	0.010
29.1	.	.	1.000	0.010
29.2	.	.	1.000	0.010
29.3	.	1.000	1.000	0.010
30.1	.	.	1.000	0.010
30.2	.	.	1.000	0.010
30.3	.	1.000	1.000	0.010
31.1	.	.	1.000	0.010
31.2	.	1.000	1.000	0.010
31.3	.	.	1.000	0.010
32.1	.	.	1.000	0.010
32.2	.	.	1.000	0.010
32.3	.	.	1.000	0.010
33.1	.	.	1.000	0.010
33.2	.	.	1.000	0.010

33.3	.	.	1.000	0.010
34.1	.	.	1.000	0.010
34.2	.	.	1.000	0.010
34.3	.	.	1.000	0.010
35.1	.	.	1.000	0.010
35.2	.	.	1.000	0.010
35.3	.	.	1.000	0.010
36.1	.	.	1.000	0.010
36.2	.	1.000	1.000	0.010
36.3	.	.	1.000	0.010
37.1	.	1.000	1.000	2.0000E+8
37.2	.	.	1.000	0.010
37.3	.	.	1.000	0.010
38.1	.	.	1.000	0.010
38.2	.	.	1.000	0.010
38.3	.	.	1.000	0.010
39.1	.	1.000	1.000	2.0000E+8
39.2	.	.	1.000	0.010
39.3	.	.	1.000	0.010
40.1	.	.	1.000	0.010
40.2	.	.	1.000	0.010
40.3	.	.	1.000	0.010
41.1	.	.	1.000	0.010
41.2	.	1.000	1.000	0.010
41.3	.	.	1.000	0.010
42.1	.	.	1.000	0.010
42.2	.	.	1.000	0.010
42.3	.	.	1.000	0.010
43.1	.	.	1.000	0.010
43.2	.	.	1.000	0.010
43.3	.	.	1.000	0.010
44.1	.	.	1.000	0.010
44.2	.	.	1.000	0.010
44.3	.	.	1.000	0.010
45.1	.	.	1.000	0.010
45.2	.	.	1.000	0.010
45.3	.	.	1.000	0.010
46.1	.	.	1.000	0.010
46.2	.	.	1.000	0.010
46.3	.	.	1.000	0.010
47.1	.	.	1.000	0.010
47.2	.	.	1.000	0.010
47.3	.	.	1.000	0.010

48.1	.	.	1.000	0.010
48.2	.	.	1.000	0.010
48.3	.	.	1.000	0.010
49.1	.	.	1.000	0.010
49.2	.	1.000	1.000	0.010
49.3	.	.	1.000	0.010
50.1	.	.	1.000	0.010
50.2	.	.	1.000	0.010
50.3	.	.	1.000	0.010
51.1	.	.	1.000	0.010
51.2	.	1.000	1.000	0.010
51.3	.	.	1.000	0.010
52.1	.	.	1.000	0.010
52.2	.	.	1.000	0.010
52.3	.	.	1.000	0.010
53.1	.	1.000	1.000	2.0000E+8
53.2	.	.	1.000	0.010
53.3	.	.	1.000	0.010
54.1	.	.	1.000	0.010
54.2	.	.	1.000	0.010
54.3	.	1.000	1.000	0.010
55.1	.	.	1.000	0.010
55.2	.	.	1.000	0.010
55.3	.	1.000	1.000	0.010
56.1	.	.	1.000	0.010
56.2	.	.	1.000	0.010
56.3	.	.	1.000	0.010
57.1	.	1.000	1.000	1.0000E+8
57.2	.	.	1.000	0.010
57.3	.	.	1.000	0.010

---- VAR st

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
1	.	.	+INF	EPS
2	.	.	+INF	EPS
3	.	.	+INF	EPS
4	.	.	+INF	1.000
5	.	77.000	+INF	.
6	.	.	+INF	EPS
7	.	151.000	+INF	.
8	.	.	+INF	EPS

9	.	.	+INF	EPS
10	.	.	+INF	EPS
11	.	93.000	+INF	.
12	.	.	+INF	EPS
13	.	.	+INF	EPS
14	.	244.000	+INF	.
15	.	186.000	+INF	.
16	.	.	+INF	EPS
17	.	.	+INF	EPS
18	.	.	+INF	EPS
19	.	221.000	+INF	.
20	.	63.000	+INF	.
21	.	295.000	+INF	.
22	.	.	+INF	EPS
23	.	.	+INF	EPS
24	.	98.000	+INF	.
25	.	321.000	+INF	.
26	.	175.000	+INF	.
27	.	249.000	+INF	.
28	.	384.000	+INF	.
29	.	477.000	+INF	.
30	.	507.000	+INF	.
31	.	387.000	+INF	.
32	.	.	+INF	EPS
33	.	.	+INF	EPS
34	.	.	+INF	EPS
35	.	.	+INF	EPS
36	.	422.000	+INF	.
37	.	369.000	+INF	.
38	.	.	+INF	EPS
39	.	507.000	+INF	.
40	.	.	+INF	EPS
41	.	457.000	+INF	.
42	.	.	+INF	EPS
43	.	.	+INF	EPS
44	.	.	+INF	EPS
45	.	.	+INF	EPS
46	.	.	+INF	EPS
47	.	.	+INF	EPS
48	.	.	+INF	EPS
49	.	595.000	+INF	.
50	.	.	+INF	EPS
51	.	669.000	+INF	.

```

52 . . +INF EPS
53 . 542.000 +INF .
54 . 584.000 +INF .
55 . 619.000 +INF .
56 . . +INF EPS
57 . 619.000 +INF .

```

```

      LOWER  LEVEL  UPPER  MARGINAL

```

```

---- VAR s      .  712.000  +INF  .
---- VAR k      -INF  712.290  +INF  .

```

```

**** REPORT SUMMARY :    0  NONOPT
                        0  INFEASIBLE
                        0  UNBOUNDED

```

EK-16. 25 İş-3 Makine Uygulama Problemi Verileri

İş	İşlem süresi (sn)	Talebi (adet)
1	30	10
2	93	7
3	93	5
4	77	6
5	35	6
6	35	9
7	74	5
8	74	4
9	63	5
10	138	5
11	86	8
12	86	6
13	79	3
14	134	3
15	134	8
16	80	4
17	117	3
18	76	5
19	66	7
20	67	5
21	98	7
22	98	5
23	65	3
24	65	8
25	58	7

EK-17. 50 İş-3 Makine Uygulama Problemi Verileri

İş	İşlem süresi (sn)	Talebi (adet)
1	30	32
2	93	41
3	93	28
4	77	42
5	35	38
6	35	44
7	74	11
8	74	48
9	63	41
10	138	33
11	86	42
12	86	31
13	79	41
14	134	32
15	134	15
16	80	32
17	117	15
18	76	42
19	66	17
20	67	17
21	98	14
22	98	25
23	65	33
24	65	24
25	58	18
26	35	14
27	34	36
28	123	36
29	180	10
30	94	16
31	161	22
32	36	19
33	121	14
34	121	50
35	159	13
36	81	25
37	81	30
38	76	31
39	84	10
40	93	33
41	127	42
42	114	30
43	128	43
44	72	40
45	65	17
46	78	46
47	163	49
48	163	10
49	135	37
50	135	48

EK-18. 50 İş-3 Makine Uygulama Probleminin Algoritma Çözüm Sonuçları

Parti numarası	Atanan işler	Atandığı makine	Parti süresi (sn)	Parti başlama zamanı (sn)	Parti bitiş zamanı (sn)
1	29 , 47	1	180	0	180
2	29 , 47	1	180	180	360
3	29 , 47	1	180	360	540
4	29 , 47	1	180	540	720
5	47 , 48	1	163	720	883
6	47 , 48	1	163	883	1046
7	47 , 31	1	163	1046	1209
8	47 , 31	1	163	1209	1372
9	47 , 31	1	163	1372	1535
10	47 , 31	1	163	1535	1698
11	47 , 31	1	163	1698	1861
12	47 , 31	1	163	1861	2024
13	47 , 31	1	163	2024	2187
14	47 , 31	1	163	2187	2350
15	47 , 35	1	163	2350	2513
16	47 , 35	1	163	2513	2676
17	35 , 10	1	159	2676	2835
18	35 , 10	1	159	2835	2994
19	10 , 49	1	138	2994	3132
20	10 , 49	1	138	3132	3270
21	10 , 49	1	138	3270	3408
22	10 , 49	1	138	3408	3546
23	10 , 49	1	138	3546	3684
24	10 , 49	1	138	3684	3822
25	10 , 49	1	138	3822	3960
26	10 , 49	1	138	3960	4098
27	10 , 49	1	138	4098	4236
28	49 , 50	1	135	4236	4371
29	49 , 50	1	135	4371	4506
30	49 , 50	1	135	4506	4641
31	49 , 50	1	135	4641	4776
32	50 , 14	1	135	4776	4911
33	50 , 14	1	135	4911	5046
34	50 , 14	1	135	5046	5181
35	50 , 14	1	135	5181	5316
36	50 , 14	1	135	5316	5451
37	50 , 14	1	135	5451	5586
38	50 , 14	1	135	5586	5721
39	50 , 14	1	135	5721	5856
40	50 , 14	1	135	5856	5991
41	50 , 14	1	135	5991	6126
42	50 , 15	1	135	6126	6261
43	50 , 15	1	135	6261	6396
44	15 , 43	1	134	6396	6530
45	15 , 43	1	134	6530	6664
46	15 , 43	1	134	6664	6798
47	43 , 41	1	128	6798	6926
48	43 , 41	1	128	6926	7054
49	43 , 41	1	128	7054	7182
50	43 , 41	1	128	7182	7310
51	43 , 41	1	128	7310	7438
52	43 , 41	1	128	7438	7566

53	43 , 41	1	128	7566	7694
54	43 , 41	1	128	7694	7822
55	43 , 41	1	128	7822	7950
56	43 , 41	1	128	7950	8078
57	43 , 41	1	128	8078	8206
58	43 , 41	1	128	8206	8334
59	41 , 28	1	127	8334	8461
60	41 , 28	1	127	8461	8588
61	28 , 33	1	123	8588	8711
62	28 , 33	1	123	8711	8834
63	28 , 33	1	123	8834	8957
64	28 , 33	1	123	8957	9080
65	28 , 33	1	123	9080	9203
66	28 , 34	1	123	9203	9326
67	28 , 34	1	123	9326	9449
68	28 , 34	1	123	9449	9572
69	28 , 34	1	123	9572	9695
70	28 , 34	1	123	9695	9818
71	34 , 17	1	121	9818	9939
72	34 , 17	1	121	9939	10060
73	34 , 17	1	121	10060	10181
74	34 , 17	1	121	10181	10302
75	34 , 17	1	121	10302	10423
76	34 , 42	1	121	10423	10544
77	34 , 42	1	121	10544	10665
78	34 , 42	1	121	10665	10786
79	34 , 42	1	121	10786	10907
80	34 , 42	1	121	10907	11028
81	34 , 42	1	121	11028	11149
82	34 , 42	1	121	11149	11270
83	42 , 21	1	114	11270	11384
84	42 , 21	1	114	11384	11498
85	42 , 21	1	114	11498	11612
86	21 , 22	1	98	11612	11710
87	22 , 30	1	98	11710	11808
88	22 , 30	1	98	11808	11906
89	22 , 30	1	98	11906	12004
90	22 , 30	1	98	12004	12102
91	22 , 30	1	98	12102	12200
92	22 , 2	1	98	12200	12298
93	22 , 2	1	98	12298	12396
94	2 , 3	1	93	12396	12489
95	2 , 3	1	93	12489	12582
96	2 , 3	1	93	12582	12675
97	2 , 3	1	93	12675	12768
98	2 , 3	1	93	12768	12861
99	2 , 3	1	93	12861	12954
100	2 , 3	1	93	12954	13047
101	2 , 3	1	93	13047	13140
102	2 , 3	1	93	13140	13233
103	2 , 40	1	93	13233	13326
104	2 , 40	1	93	13326	13419
105	2 , 40	1	93	13419	13512
106	40 , 11	1	93	13512	13605
107	40 , 11	1	93	13605	13698
108	40 , 11	1	93	13698	13791
109	40 , 11	1	93	13791	13884

110	40 , 11	1	93	13884	13977
111	40 , 11	1	93	13977	14070
112	40 , 11	1	93	14070	14163
113	40 , 11	1	93	14163	14256
114	11 , 12	1	86	14256	14342
115	11 , 12	1	86	14342	14428
116	11 , 12	1	86	14428	14514
117	11 , 12	1	86	14514	14600
118	11 , 12	1	86	14600	14686
119	11 , 12	1	86	14686	14772
120	12 , 39	1	86	14772	14858
121	12 , 39	1	86	14858	14944
122	12 , 39	1	86	14944	15030
123	12 , 36	1	86	15030	15116
124	36 , 37	1	81	15116	15197
125	36 , 37	1	81	15197	15278
126	36 , 37	1	81	15278	15359
127	36 , 37	1	81	15359	15440
128	36 , 37	1	81	15440	15521
129	36 , 37	1	81	15521	15602
130	36 , 37	1	81	15602	15683
131	36 , 37	1	81	15683	15764
132	37 , 16	1	81	15764	15845
133	37 , 16	1	81	15845	15926
134	16 , 13	1	80	15926	16006
135	16 , 13	1	80	16006	16086
136	16 , 13	1	80	16086	16166
137	16 , 13	1	80	16166	16246
138	16 , 13	1	80	16246	16326
139	16 , 13	1	80	16326	16406
140	16 , 13	1	80	16406	16486
141	16 , 13	1	80	16486	16566
142	16 , 13	1	80	16566	16646
143	13 , 46	1	79	16646	16725
144	13 , 46	1	79	16725	16804
145	13 , 46	1	79	16804	16883
146	13 , 46	1	79	16883	16962
147	13 , 46	1	79	16962	17041
148	46 , 4	1	78	17041	17119
149	46 , 4	1	78	17119	17197
150	46 , 4	1	78	17197	17275
151	46 , 4	1	78	17275	17353
152	46 , 4	1	78	17353	17431
153	46 , 4	1	78	17431	17509
154	46 , 4	1	78	17509	17587
155	46 , 4	1	78	17587	17665
156	46 , 4	1	78	17665	17743
157	46 , 4	1	78	17743	17821
158	4 , 18	1	77	17821	17898
159	4 , 18	1	77	17898	17975
160	4 , 18	1	77	17975	18052
161	4 , 18	1	77	18052	18129
162	18 , 38	1	76	18129	18205
163	18 , 38	1	76	18205	18281
164	18 , 38	1	76	18281	18357
165	18 , 38	1	76	18357	18433
166	18 , 38	1	76	18433	18509

167	18 , 38	1	76	18509	18585
168	18 , 38	1	76	18585	18661
169	18 , 38	1	76	18661	18737
170	18 , 38	1	76	18737	18813
171	18 , 38	1	76	18813	18889
172	38 , 7	1	76	18889	18965
173	7 , 8	1	74	18965	19039
174	7 , 8	1	74	19039	19113
175	8 , 44	1	74	19113	19187
176	8 , 44	1	74	19187	19261
177	8 , 44	1	74	19261	19335
178	8 , 44	1	74	19335	19409
179	8 , 44	1	74	19409	19483
180	8 , 44	1	74	19483	19557
181	8 , 44	1	74	19557	19631
182	8 , 44	1	74	19631	19705
183	8 , 44	1	74	19705	19779
184	8 , 44	1	74	19779	19853
185	8 , 44	1	74	19853	19927
186	8 , 44	1	74	19927	20001
187	8 , 44	1	74	20001	20075
188	44 , 20	1	72	20075	20147
189	20 , 19	1	67	20147	20214
190	20 , 19	1	67	20214	20281
191	20 , 19	1	67	20281	20348
192	20 , 19	1	67	20348	20415
193	20 , 19	1	67	20415	20482
194	20 , 19	1	67	20482	20549
195	23 , 24	1	65	20549	20614
196	23 , 24	1	65	20614	20679
197	23 , 24	1	65	20679	20744
198	23 , 24	1	65	20744	20809
199	23 , 24	1	65	20809	20874
200	23 , 24	1	65	20874	20939
201	23 , 24	1	65	20939	21004
202	23 , 45	1	65	21004	21069
203	23 , 45	1	65	21069	21134
204	23 , 45	1	65	21134	21199
205	45 , 9	1	65	21199	21264
206	45 , 9	1	65	21264	21329
207	45 , 9	1	65	21329	21394
208	9 , 25	1	63	21394	21457
209	9 , 25	1	63	21457	21520
210	9 , 25	1	63	21520	21583
211	9 , 25	1	63	21583	21646
212	9 , 25	1	63	21646	21709
213	9 , 25	1	63	21709	21772
214	9 , 32	1	63	21772	21835
215	9 , 32	1	63	21835	21898
216	9 , 32	1	63	21898	21961
217	9 , 32	1	63	21961	22024
218	9 , 32	1	63	22024	22087
219	32 , 5	1	36	22087	22123
220	32 , 5	1	36	22123	22159
221	5 , 6	1	35	22159	22194
222	5 , 6	1	35	22194	22229
223	5 , 6	1	35	22229	22264

224	5 , 6	1	35	22264	22299
225	5 , 6	1	35	22299	22334
226	5 , 6	1	35	22334	22369
227	5 , 6	1	35	22369	22404
228	5 , 6	1	35	22404	22439
229	5 , 6	1	35	22439	22474
230	5 , 6	1	35	22474	22509
231	5 , 6	1	35	22509	22544
232	6 , 26	1	35	22544	22579
233	6 , 26	1	35	22579	22614
234	6 , 26	1	35	22614	22649
235	26 , 27	1	35	22649	22684
236	27 , 1	1	34	22684	22718
237	27 , 1	1	34	22718	22752
238	27 , 1	1	34	22752	22786
239	27 , 1	1	34	22786	22820
240	27 , 1	1	34	22820	22854
241	27 , 1	1	34	22854	22888
242	27 , 1	1	34	22888	22922
243	27 , 1	1	34	22922	22956
244	27 , 1	1	34	22956	22990
245	27 , 1	1	34	22990	23024
246	27 , 1	1	34	23024	23058
247	27	1	34	23058	23092
248	29 , 47	2	180	0	180
249	29 , 47	2	180	180	360
250	29 , 47	2	180	360	540
251	47 , 48	2	163	540	703
252	47 , 48	2	163	703	866
253	47 , 48	2	163	866	1029
254	47 , 48	2	163	1029	1192
255	47 , 31	2	163	1192	1355
256	47 , 31	2	163	1355	1518
257	47 , 31	2	163	1518	1681
258	47 , 31	2	163	1681	1844
259	47 , 31	2	163	1844	2007
260	47 , 31	2	163	2007	2170
261	47 , 31	2	163	2170	2333
262	47 , 35	2	163	2333	2496
263	47 , 35	2	163	2496	2659
264	47 , 35	2	163	2659	2822
265	35 , 10	2	159	2822	2981
266	10 , 49	2	138	2981	3119
267	10 , 49	2	138	3119	3257
268	10 , 49	2	138	3257	3395
269	10 , 49	2	138	3395	3533
270	10 , 49	2	138	3533	3671
271	10 , 49	2	138	3671	3809
272	10 , 49	2	138	3809	3947
273	10 , 49	2	138	3947	4085
274	10 , 49	2	138	4085	4223
275	10 , 49	2	138	4223	4361
276	49 , 50	2	135	4361	4496
277	49 , 50	2	135	4496	4631
278	49 , 50	2	135	4631	4766
279	50 , 14	2	135	4766	4901
280	50 , 14	2	135	4901	5036

281	50 , 14	2	135	5036	5171
282	50 , 14	2	135	5171	5306
283	50 , 14	2	135	5306	5441
284	50 , 14	2	135	5441	5576
285	50 , 14	2	135	5576	5711
286	50 , 14	2	135	5711	5846
287	50 , 14	2	135	5846	5981
288	50 , 14	2	135	5981	6116
289	50 , 14	2	135	6116	6251
290	50 , 15	2	135	6251	6386
291	50 , 15	2	135	6386	6521
292	15 , 43	2	134	6521	6655
293	15 , 43	2	134	6655	6789
294	15 , 43	2	134	6789	6923
295	43 , 41	2	128	6923	7051
296	43 , 41	2	128	7051	7179
297	43 , 41	2	128	7179	7307
298	43 , 41	2	128	7307	7435
299	43 , 41	2	128	7435	7563
300	43 , 41	2	128	7563	7691
301	43 , 41	2	128	7691	7819
302	43 , 41	2	128	7819	7947
303	43 , 41	2	128	7947	8075
304	43 , 41	2	128	8075	8203
305	43 , 41	2	128	8203	8331
306	41 , 28	2	127	8331	8458
307	41 , 28	2	127	8458	8585
308	41 , 28	2	127	8585	8712
309	28 , 33	2	123	8712	8835
310	28 , 33	2	123	8835	8958
311	28 , 33	2	123	8958	9081
312	28 , 33	2	123	9081	9204
313	28 , 34	2	123	9204	9327
314	28 , 34	2	123	9327	9450
315	28 , 34	2	123	9450	9573
316	28 , 34	2	123	9573	9696
317	28 , 34	2	123	9696	9819
318	34 , 17	2	121	9819	9940
319	34 , 17	2	121	9940	10061
320	34 , 17	2	121	10061	10182
321	34 , 17	2	121	10182	10303
322	34 , 17	2	121	10303	10424
323	34 , 42	2	121	10424	10545
324	34 , 42	2	121	10545	10666
325	34 , 42	2	121	10666	10787
326	34 , 42	2	121	10787	10908
327	34 , 42	2	121	10908	11029
328	34 , 42	2	121	11029	11150
329	34 , 42	2	121	11150	11271
330	42 , 21	2	114	11271	11385
331	42 , 21	2	114	11385	11499
332	21 , 22	2	98	11499	11597
333	21 , 22	2	98	11597	11695
334	21 , 22	2	98	11695	11793
335	22 , 30	2	98	11793	11891
336	22 , 30	2	98	11891	11989
337	22 , 30	2	98	11989	12087

338	22 , 30	2	98	12087	12185
339	22 , 30	2	98	12185	12283
340	22 , 2	2	98	12283	12381
341	2 , 3	2	93	12381	12474
342	2 , 3	2	93	12474	12567
343	2 , 3	2	93	12567	12660
344	2 , 3	2	93	12660	12753
345	2 , 3	2	93	12753	12846
346	2 , 3	2	93	12846	12939
347	2 , 3	2	93	12939	13032
348	2 , 3	2	93	13032	13125
349	2 , 3	2	93	13125	13218
350	2 , 3	2	93	13218	13311
351	2 , 40	2	93	13311	13404
352	2 , 40	2	93	13404	13497
353	2 , 40	2	93	13497	13590
354	40 , 11	2	93	13590	13683
355	40 , 11	2	93	13683	13776
356	40 , 11	2	93	13776	13869
357	40 , 11	2	93	13869	13962
358	40 , 11	2	93	13962	14055
359	40 , 11	2	93	14055	14148
360	40 , 11	2	93	14148	14241
361	40 , 11	2	93	14241	14334
362	11 , 12	2	86	14334	14420
363	11 , 12	2	86	14420	14506
364	11 , 12	2	86	14506	14592
365	11 , 12	2	86	14592	14678
366	11 , 12	2	86	14678	14764
367	11 , 12	2	86	14764	14850
368	12 , 39	2	86	14850	14936
369	12 , 39	2	86	14936	15022
370	12 , 39	2	86	15022	15108
371	12 , 36	2	86	15108	15194
372	36 , 37	2	81	15194	15275
373	36 , 37	2	81	15275	15356
374	36 , 37	2	81	15356	15437
375	36 , 37	2	81	15437	15518
376	36 , 37	2	81	15518	15599
377	36 , 37	2	81	15599	15680
378	36 , 37	2	81	15680	15761
379	37 , 16	2	81	15761	15842
380	37 , 16	2	81	15842	15923
381	37 , 16	2	81	15923	16004
382	16 , 13	2	80	16004	16084
383	16 , 13	2	80	16084	16164
384	16 , 13	2	80	16164	16244
385	16 , 13	2	80	16244	16324
386	16 , 13	2	80	16324	16404
387	16 , 13	2	80	16404	16484
388	16 , 13	2	80	16484	16564
389	16 , 13	2	80	16564	16644
390	13 , 46	2	79	16644	16723
391	13 , 46	2	79	16723	16802
392	13 , 46	2	79	16802	16881
393	13 , 46	2	79	16881	16960
394	13 , 46	2	79	16960	17039

395	13 , 46	2	79	17039	17118
396	46 , 4	2	78	17118	17196
397	46 , 4	2	78	17196	17274
398	46 , 4	2	78	17274	17352
399	46 , 4	2	78	17352	17430
400	46 , 4	2	78	17430	17508
401	46 , 4	2	78	17508	17586
402	46 , 4	2	78	17586	17664
403	46 , 4	2	78	17664	17742
404	46 , 4	2	78	17742	17820
405	4 , 18	2	77	17820	17897
406	4 , 18	2	77	17897	17974
407	4 , 18	2	77	17974	18051
408	4 , 18	2	77	18051	18128
409	4 , 18	2	77	18128	18205
410	18 , 38	2	76	18205	18281
411	18 , 38	2	76	18281	18357
412	18 , 38	2	76	18357	18433
413	18 , 38	2	76	18433	18509
414	18 , 38	2	76	18509	18585
415	18 , 38	2	76	18585	18661
416	18 , 38	2	76	18661	18737
417	18 , 38	2	76	18737	18813
418	18 , 38	2	76	18813	18889
419	7 , 8	2	74	18889	18963
420	7 , 8	2	74	18963	19037
421	7 , 8	2	74	19037	19111
422	7 , 8	2	74	19111	19185
423	8 , 44	2	74	19185	19259
424	8 , 44	2	74	19259	19333
425	8 , 44	2	74	19333	19407
426	8 , 44	2	74	19407	19481
427	8 , 44	2	74	19481	19555
428	8 , 44	2	74	19555	19629
429	8 , 44	2	74	19629	19703
430	8 , 44	2	74	19703	19777
431	8 , 44	2	74	19777	19851
432	8 , 44	2	74	19851	19925
433	8 , 44	2	74	19925	19999
434	8 , 44	2	74	19999	20073
435	8 , 44	2	74	20073	20147
436	20 , 19	2	67	20147	20214
437	20 , 19	2	67	20214	20281
438	20 , 19	2	67	20281	20348
439	20 , 19	2	67	20348	20415
440	20 , 19	2	67	20415	20482
441	19 , 23	2	66	20482	20548
442	23 , 24	2	65	20548	20613
443	23 , 24	2	65	20613	20678
444	23 , 24	2	65	20678	20743
445	23 , 24	2	65	20743	20808
446	23 , 24	2	65	20808	20873
447	23 , 24	2	65	20873	20938
448	23 , 24	2	65	20938	21003
449	23 , 24	2	65	21003	21068
450	23 , 45	2	65	21068	21133
451	23 , 45	2	65	21133	21198

452	23 , 45	2	65	21198	21263
453	45 , 9	2	65	21263	21328
454	45 , 9	2	65	21328	21393
455	45 , 9	2	65	21393	21458
456	9 , 25	2	63	21458	21521
457	9 , 25	2	63	21521	21584
458	9 , 25	2	63	21584	21647
459	9 , 25	2	63	21647	21710
460	9 , 25	2	63	21710	21773
461	9 , 32	2	63	21773	21836
462	9 , 32	2	63	21836	21899
463	9 , 32	2	63	21899	21962
464	9 , 32	2	63	21962	22025
465	9 , 32	2	63	22025	22088
466	32 , 5	2	36	22088	22124
467	5 , 6	2	35	22124	22159
468	5 , 6	2	35	22159	22194
469	5 , 6	2	35	22194	22229
470	5 , 6	2	35	22229	22264
471	5 , 6	2	35	22264	22299
472	5 , 6	2	35	22299	22334
473	5 , 6	2	35	22334	22369
474	5 , 6	2	35	22369	22404
475	5 , 6	2	35	22404	22439
476	5 , 6	2	35	22439	22474
477	5 , 6	2	35	22474	22509
478	6 , 26	2	35	22509	22544
479	6 , 26	2	35	22544	22579
480	6 , 26	2	35	22579	22614
481	6 , 26	2	35	22614	22649
482	26 , 27	2	35	22649	22684
483	27 , 1	2	34	22684	22718
484	27 , 1	2	34	22718	22752
485	27 , 1	2	34	22752	22786
486	27 , 1	2	34	22786	22820
487	27 , 1	2	34	22820	22854
488	27 , 1	2	34	22854	22888
489	27 , 1	2	34	22888	22922
490	27 , 1	2	34	22922	22956
491	27 , 1	2	34	22956	22990
492	27 , 1	2	34	22990	23024
493	27 , 1	2	34	23024	23058
494	29 , 47	3	180	0	180
495	29 , 47	3	180	180	360
496	29 , 47	3	180	360	540
497	47 , 48	3	163	540	703
498	47 , 48	3	163	703	866
499	47 , 48	3	163	866	1029
500	47 , 48	3	163	1029	1192
501	47 , 31	3	163	1192	1355
502	47 , 31	3	163	1355	1518
503	47 , 31	3	163	1518	1681
504	47 , 31	3	163	1681	1844
505	47 , 31	3	163	1844	2007
506	47 , 31	3	163	2007	2170
507	47 , 31	3	163	2170	2333
508	47 , 35	3	163	2333	2496

509	47 , 35	3	163	2496	2659
510	35 , 10	3	159	2659	2818
511	35 , 10	3	159	2818	2977
512	35 , 10	3	159	2977	3136
513	10 , 49	3	138	3136	3274
514	10 , 49	3	138	3274	3412
515	10 , 49	3	138	3412	3550
516	10 , 49	3	138	3550	3688
517	10 , 49	3	138	3688	3826
518	10 , 49	3	138	3826	3964
519	10 , 49	3	138	3964	4102
520	10 , 49	3	138	4102	4240
521	49 , 50	3	135	4240	4375
522	49 , 50	3	135	4375	4510
523	49 , 50	3	135	4510	4645
524	50 , 14	3	135	4645	4780
525	50 , 14	3	135	4780	4915
526	50 , 14	3	135	4915	5050
527	50 , 14	3	135	5050	5185
528	50 , 14	3	135	5185	5320
529	50 , 14	3	135	5320	5455
530	50 , 14	3	135	5455	5590
531	50 , 14	3	135	5590	5725
532	50 , 14	3	135	5725	5860
533	50 , 14	3	135	5860	5995
534	50 , 14	3	135	5995	6130
535	50 , 15	3	135	6130	6265
536	50 , 15	3	135	6265	6400
537	15 , 43	3	134	6400	6534
538	15 , 43	3	134	6534	6668
539	15 , 43	3	134	6668	6802
540	43 , 41	3	128	6802	6930
541	43 , 41	3	128	6930	7058
542	43 , 41	3	128	7058	7186
543	43 , 41	3	128	7186	7314
544	43 , 41	3	128	7314	7442
545	43 , 41	3	128	7442	7570
546	43 , 41	3	128	7570	7698
547	43 , 41	3	128	7698	7826
548	43 , 41	3	128	7826	7954
549	43 , 41	3	128	7954	8082
550	43 , 41	3	128	8082	8210
551	41 , 28	3	127	8210	8337
552	41 , 28	3	127	8337	8464
553	41 , 28	3	127	8464	8591
554	28 , 33	3	123	8591	8714
555	28 , 33	3	123	8714	8837
556	28 , 33	3	123	8837	8960
557	28 , 33	3	123	8960	9083
558	28 , 33	3	123	9083	9206
559	28 , 34	3	123	9206	9329
560	28 , 34	3	123	9329	9452
561	28 , 34	3	123	9452	9575
562	28 , 34	3	123	9575	9698
563	34 , 17	3	121	9698	9819
564	34 , 17	3	121	9819	9940
565	34 , 17	3	121	9940	10061

566	34 , 17	3	121	10061	10182
567	34 , 17	3	121	10182	10303
568	34 , 42	3	121	10303	10424
569	34 , 42	3	121	10424	10545
570	34 , 42	3	121	10545	10666
571	34 , 42	3	121	10666	10787
572	34 , 42	3	121	10787	10908
573	34 , 42	3	121	10908	11029
574	34 , 42	3	121	11029	11150
575	42 , 21	3	114	11150	11264
576	42 , 21	3	114	11264	11378
577	42 , 21	3	114	11378	11492
578	42 , 21	3	114	11492	11606
579	21 , 22	3	98	11606	11704
580	22 , 30	3	98	11704	11802
581	22 , 30	3	98	11802	11900
582	22 , 30	3	98	11900	11998
583	22 , 30	3	98	11998	12096
584	22 , 30	3	98	12096	12194
585	22 , 30	3	98	12194	12292
586	22 , 2	3	98	12292	12390
587	2 , 3	3	93	12390	12483
588	2 , 3	3	93	12483	12576
589	2 , 3	3	93	12576	12669
590	2 , 3	3	93	12669	12762
591	2 , 3	3	93	12762	12855
592	2 , 3	3	93	12855	12948
593	2 , 3	3	93	12948	13041
594	2 , 3	3	93	13041	13134
595	2 , 3	3	93	13134	13227
596	2 , 40	3	93	13227	13320
597	2 , 40	3	93	13320	13413
598	2 , 40	3	93	13413	13506
599	40 , 11	3	93	13506	13599
600	40 , 11	3	93	13599	13692
601	40 , 11	3	93	13692	13785
602	40 , 11	3	93	13785	13878
603	40 , 11	3	93	13878	13971
604	40 , 11	3	93	13971	14064
605	40 , 11	3	93	14064	14157
606	40 , 11	3	93	14157	14250
607	11 , 12	3	86	14250	14336
608	11 , 12	3	86	14336	14422
609	11 , 12	3	86	14422	14508
610	11 , 12	3	86	14508	14594
611	11 , 12	3	86	14594	14680
612	11 , 12	3	86	14680	14766
613	12 , 39	3	86	14766	14852
614	12 , 39	3	86	14852	14938
615	12 , 39	3	86	14938	15024
616	12 , 39	3	86	15024	15110
617	12 , 36	3	86	15110	15196
618	36 , 37	3	81	15196	15277
619	36 , 37	3	81	15277	15358
620	36 , 37	3	81	15358	15439
621	36 , 37	3	81	15439	15520
622	36 , 37	3	81	15520	15601

623	36 , 37	3	81	15601	15682
624	36 , 37	3	81	15682	15763
625	37 , 16	3	81	15763	15844
626	37 , 16	3	81	15844	15925
627	37 , 16	3	81	15925	16006
628	16 , 13	3	80	16006	16086
629	16 , 13	3	80	16086	16166
630	16 , 13	3	80	16166	16246
631	16 , 13	3	80	16246	16326
632	16 , 13	3	80	16326	16406
633	16 , 13	3	80	16406	16486
634	16 , 13	3	80	16486	16566
635	13 , 46	3	79	16566	16645
636	13 , 46	3	79	16645	16724
637	13 , 46	3	79	16724	16803
638	13 , 46	3	79	16803	16882
639	13 , 46	3	79	16882	16961
640	13 , 46	3	79	16961	17040
641	46 , 4	3	78	17040	17118
642	46 , 4	3	78	17118	17196
643	46 , 4	3	78	17196	17274
644	46 , 4	3	78	17274	17352
645	46 , 4	3	78	17352	17430
646	46 , 4	3	78	17430	17508
647	46 , 4	3	78	17508	17586
648	46 , 4	3	78	17586	17664
649	46 , 4	3	78	17664	17742
650	46 , 4	3	78	17742	17820
651	4 , 18	3	77	17820	17897
652	4 , 18	3	77	17897	17974
653	4 , 18	3	77	17974	18051
654	4 , 18	3	77	18051	18128
655	18 , 38	3	76	18128	18204
656	18 , 38	3	76	18204	18280
657	18 , 38	3	76	18280	18356
658	18 , 38	3	76	18356	18432
659	18 , 38	3	76	18432	18508
660	18 , 38	3	76	18508	18584
661	18 , 38	3	76	18584	18660
662	18 , 38	3	76	18660	18736
663	18 , 38	3	76	18736	18812
664	18 , 38	3	76	18812	18888
665	38 , 7	3	76	18888	18964
666	7 , 8	3	74	18964	19038
667	7 , 8	3	74	19038	19112
668	7 , 8	3	74	19112	19186
669	8 , 44	3	74	19186	19260
670	8 , 44	3	74	19260	19334
671	8 , 44	3	74	19334	19408
672	8 , 44	3	74	19408	19482
673	8 , 44	3	74	19482	19556
674	8 , 44	3	74	19556	19630
675	8 , 44	3	74	19630	19704
676	8 , 44	3	74	19704	19778
677	8 , 44	3	74	19778	19852
678	8 , 44	3	74	19852	19926
679	8 , 44	3	74	19926	20000

680	8 , 44	3	74	20000	20074
681	8 , 44	3	74	20074	20148
682	20 , 19	3	67	20148	20215
683	20 , 19	3	67	20215	20282
684	20 , 19	3	67	20282	20349
685	20 , 19	3	67	20349	20416
686	20 , 19	3	67	20416	20483
687	23 , 24	3	65	20483	20548
688	23 , 24	3	65	20548	20613
689	23 , 24	3	65	20613	20678
690	23 , 24	3	65	20678	20743
691	23 , 24	3	65	20743	20808
692	23 , 24	3	65	20808	20873
693	23 , 24	3	65	20873	20938
694	23 , 24	3	65	20938	21003
695	23 , 24	3	65	21003	21068
696	23 , 45	3	65	21068	21133
697	23 , 45	3	65	21133	21198
698	45 , 9	3	65	21198	21263
699	45 , 9	3	65	21263	21328
700	45 , 9	3	65	21328	21393
701	9 , 25	3	63	21393	21456
702	9 , 25	3	63	21456	21519
703	9 , 25	3	63	21519	21582
704	9 , 25	3	63	21582	21645
705	9 , 25	3	63	21645	21708
706	9 , 25	3	63	21708	21771
707	9 , 25	3	63	21771	21834
708	9 , 32	3	63	21834	21897
709	9 , 32	3	63	21897	21960
710	9 , 32	3	63	21960	22023
711	9 , 32	3	63	22023	22086
712	32 , 5	3	36	22086	22122
713	32 , 5	3	36	22122	22158
714	5 , 6	3	35	22158	22193
715	5 , 6	3	35	22193	22228
716	5 , 6	3	35	22228	22263
717	5 , 6	3	35	22263	22298
718	5 , 6	3	35	22298	22333
719	5 , 6	3	35	22333	22368
720	5 , 6	3	35	22368	22403
721	5 , 6	3	35	22403	22438
722	5 , 6	3	35	22438	22473
723	5 , 6	3	35	22473	22508
724	5 , 6	3	35	22508	22543
725	6 , 26	3	35	22543	22578
726	6 , 26	3	35	22578	22613
727	6 , 26	3	35	22613	22648
728	6 , 26	3	35	22648	22683
729	26 , 27	3	35	22683	22718
730	27 , 1	3	34	22718	22752
731	27 , 1	3	34	22752	22786
732	27 , 1	3	34	22786	22820
733	27 , 1	3	34	22820	22854
734	27 , 1	3	34	22854	22888
735	27 , 1	3	34	22888	22922
736	27 , 1	3	34	22922	22956

737	27, 1	3	34	22956	22990
738	27, 1	3	34	22990	23024
739	27, 1	3	34	23024	23058



EK-19. 50 İş-3 Makine Uygulama Probleminin Matematiksel Model Çözüm Sonuçları

Parti numarası	Atanan işler	Atandığı makine	Parti süresi (sn)	Parti başlama zamanı (sn)	Parti bitiş zamanı (sn)
4	2,23	1	93	0	93
8	27,32	1	36	93	129
10	12,23	1	86	129	215
12	9,20	1	67	215	282
13	21,31	1	161	282	443
17	13,32	1	79	443	522
18	5,6	1	35	522	557
24	5,34	1	121	557	678
27	5,26	1	35	678	713
30	12,47	1	163	713	876
34	45,50	1	135	876	1011
39	6,22	1	98	1011	1109
43	13,18	1	79	1109	1188
45	21,38	1	98	1188	1286
47	22,40	1	98	1286	1384
48	26,50	1	135	1384	1519
49	10,31	1	161	1519	1680
50	11,46	1	86	1680	1766
57	23,30	1	94	1766	1860
61	12,43	1	128	1860	1988
67	26,33	1	121	1988	2109
68	36,48	1	163	2109	2272
70	4,45	1	77	2272	2349
72	5,9	1	63	2349	2412
73	45,50	1	135	2412	2547
74	33,50	1	135	2547	2682
76	25,44	1	72	2682	2754
78	2,5	1	93	2754	2847
83	1,38	1	76	2847	2923
84	15,43	1	134	2923	3057
86	15,38	1	134	3057	3191
87	23,43	1	128	3191	3319
92	9,48	1	163	3319	3482
94	6,32	1	36	3482	3518
95	8,18	1	76	3518	3594
98	16,44	1	80	3594	3674
106	10,18	1	138	3674	3812
108	2,41	1	127	3812	3939
112	18,19	1	76	3939	4015
137	19,36	1	81	4015	4096
139	18,21	1	98	4096	4194
142	11,17	1	117	4194	4311
145	42,49	1	135	4311	4446
146	12,27	1	86	4446	4532
148	13,38	1	79	4532	4611
150	13,46	1	79	4611	4690
158	43,44	1	128	4690	4818
161	2,30	1	94	4818	4912
164	3,48	1	163	4912	5075
167	10,27	1	138	5075	5213
171	23,27	1	65	5213	5278
176	2,7	1	93	5278	5371

186	37,44	1	81	5371	5452
188	36,47	1	163	5452	5615
191	5,17	1	117	5615	5732
192	24,41	1	127	5732	5859
193	2,10	1	138	5859	5997
194	6,27	1	35	5997	6032
195	3,22	1	98	6032	6130
196	23,27	1	65	6130	6195
200	5,26	1	35	6195	6230
201	24,30	1	94	6230	6324
202	2,34	1	121	6324	6445
205	36,49	1	135	6445	6580
209	18,45	1	76	6580	6656
212	34,46	1	121	6656	6777
218	6,47	1	163	6777	6940
221	3,5	1	93	6940	7033
225	3,15	1	134	7033	7167
226	23,37	1	81	7167	7248
227	8,16	1	80	7248	7328
230	16,19	1	80	7328	7408
231	8,46	1	78	7408	7486
234	47,49	1	163	7486	7649
236	18,46	1	78	7649	7727
237	40,49	1	135	7727	7862
246	1,18	1	76	7862	7938
248	13,46	1	79	7938	8017
249	10,31	1	161	8017	8178
250	13,18	1	79	8178	8257
258	12,27	1	86	8257	8343
261	13,47	1	163	8343	8506
263	11,31	1	161	8506	8667
267	13,47	1	163	8667	8830
268	20,47	1	163	8830	8993
271	2,38	1	93	8993	9086
272	17,50	1	135	9086	9221
278	1,5	1	35	9221	9256
281	5,9	1	63	9256	9319
284	8,18	1	76	9319	9395
286	5,22	1	98	9395	9493
287	11,40	1	93	9493	9586
288	10,41	1	138	9586	9724
290	21,35	1	159	9724	9883
294	37,40	1	93	9883	9976
304	5,40	1	93	9976	10069
312	5,34	1	121	10069	10190
314	12,21	1	98	10190	10288
315	16,46	1	80	10288	10368
316	15,40	1	134	10368	10502
317	24,43	1	128	10502	10630
326	4,8	1	77	10630	10707
331	6,49	1	135	10707	10842
334	9,50	1	135	10842	10977
337	18,27	1	76	10977	11053
339	18,38	1	76	11053	11129
340	5,37	1	81	11129	11210
342	9,23	1	65	11210	11275
343	6,24	1	65	11275	11340

344	43	1	128	11340	11468
348	10,41	1	138	11468	11606
350	14,41	1	134	11606	11740
352	18,46	1	78	11740	11818
355	24,27	1	65	11818	11883
356	10,14	1	138	11883	12021
366	10,34	1	138	12021	12159
367	3,40	1	93	12159	12252
370	24,28	1	123	12252	12375
372	4,18	1	77	12375	12452
374	42,44	1	114	12452	12566
380	3,5	1	93	12566	12659
382	16,50	1	135	12659	12794
383	43,50	1	135	12794	12929
401	11,21	1	98	12929	13027
403	8,34	1	121	13027	13148
405	23,40	1	93	13148	13241
408	2,50	1	135	13241	13376
411	6,7	1	74	13376	13450
413	16,46	1	80	13450	13530
415	4,13	1	79	13530	13609
416	2,4	1	93	13609	13702
418	9,50	1	135	13702	13837
419	8,13	1	79	13837	13916
424	3,50	1	135	13916	14051
425	9,39	1	84	14051	14135
432	8,13	1	79	14135	14214
433	9,12	1	86	14214	14300
436	17,25	1	117	14300	14417
441	9,43	1	128	14417	14545
447	9,32	1	63	14545	14608
449	6,18	1	76	14608	14684
450	24,34	1	121	14684	14805
451	16,26	1	80	14805	14885
452	4,28	1	123	14885	15008
457	8,13	1	79	15008	15087
458	16,47	1	163	15087	15250
463	33,45	1	121	15250	15371
465	12,47	1	163	15371	15534
469	46,47	1	163	15534	15697
474	5,19	1	66	15697	15763
477	37,47	1	163	15763	15926
479	3,32	1	93	15926	16019
481	4,8	1	77	16019	16096
483	1,23	1	65	16096	16161
489	6,41	1	127	16161	16288
490	22,34	1	121	16288	16409
492	4,46	1	78	16409	16487
496	9,50	1	135	16487	16622
502	5,27	1	35	16622	16657
504	37,50	1	135	16657	16792
507	20,40	1	93	16792	16885
508	18,50	1	135	16885	17020
511	14,42	1	134	17020	17154
512	5,23	1	65	17154	17219
514	2,8	1	93	17219	17312
519	34,43	1	128	17312	17440

520	24,25	1	65	17440	17505
521	14,49	1	135	17505	17640
530	1,28	1	123	17640	17763
531	4,9	1	77	17763	17840
537	13,46	1	79	17840	17919
543	5,42	1	114	17919	18033
544	16,37	1	81	18033	18114
548	3,50	1	135	18114	18249
551	17,22	1	117	18249	18366
553	13,21	1	98	18366	18464
555	5,21	1	98	18464	18562
556	20,37	1	81	18562	18643
557	2,23	1	93	18643	18736
559	22,34	1	121	18736	18857
562	8,50	1	135	18857	18992
565	8,12	1	86	18992	19078
572	23,37	1	81	19078	19159
573	3,41	1	127	19159	19286
576	9,41	1	127	19286	19413
577	12,23	1	86	19413	19499
580	28,47	1	163	19499	19662
584	32,36	1	81	19662	19743
585	31,49	1	161	19743	19904
587	16,41	1	127	19904	20031
590	14,25	1	134	20031	20165
591	9,24	1	65	20165	20230
608	14,33	1	134	20230	20364
611	28,40	1	123	20364	20487
616	4,12	1	86	20487	20573
617	36,38	1	81	20573	20654
622	2,8	1	93	20654	20747
623	18,28	1	123	20747	20870
625	3,50	1	135	20870	21005
628	1,10	1	138	21005	21143
637	25,44	1	72	21143	21215
639	44,50	1	135	21215	21350
641	31,42	1	161	21350	21511
643	16,48	1	163	21511	21674
644	35,37	1	159	21674	21833
647	39,42	1	114	21833	21947
652	4,50	1	135	21947	22082
653	37,47	1	163	22082	22245
655	6,26	1	35	22245	22280
656	15,22	1	134	22280	22414
662	1,8	1	74	22414	22488
666	34,38	1	121	22488	22609
668	11,40	1	93	22609	22702
678	27,43	1	128	22702	22830
680	5,18	1	76	22830	22906
685	1,44	1	72	22906	22978
686	3,14	1	134	22978	23112
691	28,33	1	123	23112	23235
701	2,28	1	123	23235	23358
704	4,42	1	114	23358	23472
708	22,28	1	123	23472	23595
710	8,38	1	76	23595	23671
711	2,26	1	93	23671	23764

712	12,47	1	163	23764	23927
714	22,29	1	180	23927	24107
715	12,22	1	98	24107	24205
716	43	1	128	24205	24333
719	18,46	1	78	24333	24411
721	6,12	1	86	24411	24497
724	16,18	1	80	24497	24577
735	6,8	1	74	24577	24651
739	4,46	1	78	24651	24729
742	12,42	1	114	24729	24843
744	1,10	1	138	24843	24981
748	2,8	1	93	24981	25074
750	5,19	1	66	25074	25140
752	8,18	1	76	25140	25216
753	6,21	1	98	25216	25314
756	18,46	1	78	25314	25392
760	41,46	1	127	25392	25519
762	1,43	1	128	25519	25647
772	2,11	1	93	25647	25740
774	12,23	1	86	25740	25826
775	2,44	1	93	25826	25919
776	5,48	1	163	25919	26082
779	34,42	1	121	26082	26203
780	20,42	1	114	26203	26317
781	47,49	1	163	26317	26480
788	6,23	1	65	26480	26545
791	10,49	1	138	26545	26683
794	22,42	1	114	26683	26797
9	6,26	2	35	0	35
11	46,50	2	135	35	170
15	13,25	2	79	170	249
26	41	2	127	249	376
28	22,24	2	98	376	474
31	2,44	2	93	474	567
32	17,21	2	117	567	684
33	6,44	2	72	684	756
36	13,16	2	80	756	836
38	10,44	2	138	836	974
40	34,35	2	159	974	1133
41	3,23	2	93	1133	1226
44	26,44	2	72	1226	1298
46	3,43	2	128	1298	1426
52	12,24	2	86	1426	1512
53	4,16	2	80	1512	1592
55	5,38	2	76	1592	1668
59	27,50	2	135	1668	1803
66	4,13	2	79	1803	1882
69	11,28	2	123	1882	2005
71	11,44	2	86	2005	2091
75	27,32	2	36	2091	2127
81	17,41	2	127	2127	2254
82	5,20	2	67	2254	2321
88	16,32	2	80	2321	2401
89	26,46	2	78	2401	2479
90	24,50	2	135	2479	2614
96	8,41	2	127	2614	2741
99	14,41	2	134	2741	2875

104	1,38	2	76	2875	2951
105	4,8	2	77	2951	3028
107	27,38	2	76	3028	3104
110	11,40	2	93	3104	3197
111	11,41	2	127	3197	3324
113	17,35	2	159	3324	3483
114	4,49	2	135	3483	3618
119	24,44	2	72	3618	3690
120	18,50	2	135	3690	3825
123	5,48	2	163	3825	3988
124	10,49	2	138	3988	4126
126	28,44	2	123	4126	4249
127	1,44	2	72	4249	4321
129	45,47	2	163	4321	4484
130	9,30	2	94	4484	4578
131	12,39	2	86	4578	4664
132	40,41	2	127	4664	4791
133	40,42	2	114	4791	4905
136	28,47	2	163	4905	5068
138	22,35	2	159	5068	5227
144	37,43	2	128	5227	5355
147	41,43	2	128	5355	5483
151	8,17	2	117	5483	5600
152	13,27	2	79	5600	5679
154	1,47	2	163	5679	5842
155	31,41	2	161	5842	6003
166	20,46	2	78	6003	6081
173	15,35	2	159	6081	6240
175	22,49	2	135	6240	6375
177	34,47	2	163	6375	6538
178	14,31	2	161	6538	6699
179	28,44	2	123	6699	6822
180	26,35	2	159	6822	6981
182	8,22	2	98	6981	7079
184	31,41	2	161	7079	7240
185	6,23	2	65	7240	7305
203	14,41	2	134	7305	7439
207	6,47	2	163	7439	7602
208	6,36	2	81	7602	7683
210	8,36	2	81	7683	7764
211	10,14	2	138	7764	7902
213	31,42	2	161	7902	8063
214	11,42	2	114	8063	8177
217	13,46	2	79	8177	8256
219	4,10	2	138	8256	8394
220	33,50	2	135	8394	8529
223	4,34	2	121	8529	8650
228	31,34	2	161	8650	8811
229	4,8	2	77	8811	8888
235	2,48	2	163	8888	9051
241	37,49	2	135	9051	9186
244	36,46	2	81	9186	9267
247	11,46	2	86	9267	9353
251	16,20	2	80	9353	9433
252	11,40	2	93	9433	9526
253	34,44	2	121	9526	9647
254	4,9	2	77	9647	9724

259	6,28	2	123	9724	9847
260	13,41	2	127	9847	9974
262	9,32	2	63	9974	10037
266	14,39	2	134	10037	10171
269	34,42	2	121	10171	10292
270	11,40	2	93	10292	10385
276	1,47	2	163	10385	10548
277	28,38	2	123	10548	10671
285	16,32	2	80	10671	10751
291	12,32	2	86	10751	10837
295	8,9	2	74	10837	10911
296	5,19	2	66	10911	10977
298	11,41	2	127	10977	11104
299	2,14	2	134	11104	11238
303	38,42	2	114	11238	11352
306	5,34	2	121	11352	11473
308	8,11	2	86	11473	11559
309	16,20	2	80	11559	11639
311	16,29	2	180	11639	11819
318	13,18	2	79	11819	11898
321	24,46	2	78	11898	11976
323	40,48	2	163	11976	12139
325	37,50	2	135	12139	12274
327	5,35	2	159	12274	12433
328	15,41	2	134	12433	12567
330	9,31	2	161	12567	12728
332	25,44	2	72	12728	12800
335	18,49	2	135	12800	12935
336	15,31	2	161	12935	13096
338	13,47	2	163	13096	13259
345	33,50	2	135	13259	13394
346	4,8	2	77	13394	13471
347	30,50	2	135	13471	13606
351	17,49	2	135	13606	13741
353	36,37	2	81	13741	13822
354	5,37	2	81	13822	13903
358	4,43	2	128	13903	14031
361	10,45	2	138	14031	14169
363	28,47	2	163	14169	14332
365	16,47	2	163	14332	14495
369	33,45	2	121	14495	14616
381	2,50	2	135	14616	14751
387	23,43	2	128	14751	14879
388	5,44	2	72	14879	14951
390	9,46	2	78	14951	15029
391	19,46	2	78	15029	15107
394	13,47	2	163	15107	15270
396	7,23	2	74	15270	15344
409	27,43	2	128	15344	15472
410	11,40	2	93	15472	15565
412	41,49	2	135	15565	15700
414	14,49	2	135	15700	15835
423	14,19	2	134	15835	15969
427	31,34	2	161	15969	16130
440	16,34	2	121	16130	16251
442	11,40	2	93	16251	16344
444	36,47	2	163	16344	16507

446	13,46	2	79	16507	16586
454	4,34	2	121	16586	16707
455	11,14	2	134	16707	16841
456	2,34	2	121	16841	16962
460	7,13	2	79	16962	17041
461	10,31	2	161	17041	17202
462	14,20	2	134	17202	17336
467	14,43	2	134	17336	17470
468	42,46	2	114	17470	17584
471	3,40	2	93	17584	17677
473	4,30	2	94	17677	17771
475	8,50	2	135	17771	17906
476	19,20	2	67	17906	17973
485	45,46	2	78	17973	18051
488	12,17	2	117	18051	18168
491	30,32	2	94	18168	18262
493	36,44	2	81	18262	18343
497	23,42	2	114	18343	18457
506	9,33	2	121	18457	18578
513	14,34	2	134	18578	18712
515	3,6	2	93	18712	18805
516	28,44	2	123	18805	18928
517	30,34	2	121	18928	19049
523	1,34	2	121	19049	19170
524	12,49	2	135	19170	19305
525	14,33	2	134	19305	19439
527	36,37	2	81	19439	19520
529	18,24	2	76	19520	19596
532	11,22	2	98	19596	19694
534	4,8	2	77	19694	19771
535	2,23	2	93	19771	19864
536	1,28	2	123	19864	19987
540	16,47	2	163	19987	20150
541	37,42	2	114	20150	20264
542	33,50	2	135	20264	20399
546	38,46	2	78	20399	20477
549	19,44	2	72	20477	20549
552	1,11	2	86	20549	20635
554	11,19	2	86	20635	20721
561	7,8	2	74	20721	20795
566	34,44	2	121	20795	20916
567	1,50	2	135	20916	21051
570	2,42	2	114	21051	21165
578	25,29	2	180	21165	21345
596	47,50	2	163	21345	21508
597	21,28	2	123	21508	21631
600	23,49	2	135	21631	21766
602	27,38	2	76	21766	21842
604	10,49	2	138	21842	21980
605	23,37	2	81	21980	22061
607	42,43	2	128	22061	22189
609	2,3	2	93	22189	22282
610	6,50	2	135	22282	22417
613	10,34	2	138	22417	22555
615	12,35	2	159	22555	22714
618	7,8	2	74	22714	22788
620	4,44	2	77	22788	22865

626	14,43	2	134	22865	22999
629	18,28	2	123	22999	23122
632	18,36	2	81	23122	23203
635	14,43	2	134	23203	23337
636	11,41	2	127	23337	23464
638	24,47	2	163	23464	23627
642	16,47	2	163	23627	23790
660	1,44	2	72	23790	23862
665	45,47	2	163	23862	24025
674	16,23	2	80	24025	24105
675	5,7	2	74	24105	24179
676	27,43	2	128	24179	24307
677	3,30	2	94	24307	24401
679	31,42	2	161	24401	24562
682	4,8	2	77	24562	24639
684	1,37	2	81	24639	24720
688	27,32	2	36	24720	24756
689	39,46	2	84	24756	24840
692	42,49	2	135	24840	24975
695	2,39	2	93	24975	25068
697	1,36	2	81	25068	25149
698	14,27	2	134	25149	25283
699	6,22	2	98	25283	25381
702	1,34	2	121	25381	25502
703	9,28	2	123	25502	25625
706	36,37	2	81	25625	25706
707	40,41	2	127	25706	25833
709	1,49	2	135	25833	25968
713	12,34	2	121	25968	26089
717	42,50	2	135	26089	26224
723	1,47	2	163	26224	26387
725	28,43	2	128	26387	26515
726	1,6	2	35	26515	26550
729	2,4	2	93	26550	26643
730	6,43	2	128	26643	26771
731	40,41	2	127	26771	26898
732	13,47	2	163	26898	27061
733	22,38	2	98	27061	27159
738	16,18	2	80	27159	27239
745	11,41	2	127	27239	27366
754	13,46	2	79	27366	27445
758	28,46	2	123	27445	27568
764	14,41	2	134	27568	27702
771	11,29	2	180	27702	27882
773	10,31	2	161	27882	28043
783	2,6	2	93	28043	28136
784	9,38	2	76	28136	28212
785	1,20	2	67	28212	28279
787	14,41	2	134	28279	28413
789	41,49	2	135	28413	28548
795	2,27	2	93	28548	28641
796	43,49	2	135	28641	28776
797	9,33	2	121	28776	28897
798	34,40	2	121	28897	29018
799	24,50	2	135	29018	29153
1	8	3	74	0	74
2	23,45	3	65	74	139

3	38,44	3	76	139	215
5	9,27	3	63	215	278
6	7,25	3	74	278	352
7	4,36	3	81	352	433
14	12,38	3	86	433	519
19	34,41	3	127	519	646
20	3,17	3	117	646	763
21	9,11	3	86	763	849
22	23,37	3	81	849	930
23	7,11	3	86	930	1016
25	3,26	3	93	1016	1109
29	4,10	3	138	1109	1247
35	9,32	3	63	1247	1310
42	10,41	3	138	1310	1448
54	15,25	3	134	1448	1582
56	6,46	3	78	1582	1660
58	24,45	3	65	1660	1725
60	13,46	3	79	1725	1804
62	4,34	3	121	1804	1925
64	3,34	3	121	1925	2046
65	6,30	3	94	2046	2140
79	33,42	3	121	2140	2261
80	6,13	3	79	2261	2340
85	11,38	3	86	2340	2426
91	23,43	3	128	2426	2554
93	8,43	3	128	2554	2682
97	24,37	3	81	2682	2763
100	8,13	3	79	2763	2842
101	34,43	3	128	2842	2970
102	31,49	3	161	2970	3131
103	36,44	3	81	3131	3212
109	18,30	3	94	3212	3306
115	34,43	3	128	3306	3434
116	9,45	3	65	3434	3499
117	8,12	3	86	3499	3585
121	20,38	3	76	3585	3661
122	40,49	3	135	3661	3796
125	4,8	3	77	3796	3873
128	19,45	3	66	3873	3939
134	25,44	3	72	3939	4011
135	9,38	3	76	4011	4087
140	11,40	3	93	4087	4180
141	24,50	3	135	4180	4315
143	20,23	3	67	4315	4382
149	4,18	3	77	4382	4459
153	10,11	3	138	4459	4597
156	34,35	3	159	4597	4756
157	6,19	3	66	4756	4822
159	8,18	3	76	4822	4898
160	27,43	3	128	4898	5026
162	2,22	3	98	5026	5124
163	17,29	3	180	5124	5304
165	40,44	3	93	5304	5397
168	34,43	3	128	5397	5525
169	20,44	3	72	5525	5597
170	31,34	3	161	5597	5758
172	5,23	3	65	5758	5823

174	11,31	3	161	5823	5984
183	18,50	3	135	5984	6119
187	30,50	3	135	6119	6254
189	29,48	3	180	6254	6434
190	34,46	3	121	6434	6555
197	27,44	3	72	6555	6627
198	14,47	3	163	6627	6790
199	3,9	3	93	6790	6883
204	29,42	3	180	6883	7063
206	36,49	3	135	7063	7198
216	11,41	3	127	7198	7325
224	28,37	3	123	7325	7448
232	9,28	3	123	7448	7571
233	19,50	3	135	7571	7706
239	36,44	3	81	7706	7787
240	28,29	3	180	7787	7967
242	24,26	3	65	7967	8032
243	16,37	3	81	8032	8113
245	2,46	3	93	8113	8206
255	8,13	3	79	8206	8285
256	43,49	3	135	8285	8420
257	6,34	3	121	8420	8541
264	10,41	3	138	8541	8679
265	12,47	3	163	8679	8842
273	34,40	3	121	8842	8963
275	3,40	3	93	8963	9056
279	11,35	3	159	9056	9215
280	9,44	3	72	9215	9287
282	11,43	3	128	9287	9415
283	1,25	3	58	9415	9473
289	5,6	3	35	9473	9508
292	27,34	3	121	9508	9629
293	2,28	3	123	9629	9752
300	4,47	3	163	9752	9915
301	1,43	3	128	9915	10043
302	27,49	3	135	10043	10178
305	6,23	3	65	10178	10243
307	37,47	3	163	10243	10406
310	25,49	3	135	10406	10541
313	10,32	3	138	10541	10679
319	14,49	3	135	10679	10814
320	5,44	3	72	10814	10886
322	18,46	3	78	10886	10964
324	18,50	3	135	10964	11099
329	41,42	3	127	11099	11226
333	13,34	3	121	11226	11347
357	10,12	3	138	11347	11485
359	14,18	3	134	11485	11619
360	11,15	3	134	11619	11753
362	38,50	3	135	11753	11888
364	6,11	3	86	11888	11974
368	28,47	3	163	11974	12137
371	18,27	3	76	12137	12213
373	19,45	3	66	12213	12279
375	8,43	3	128	12279	12407
376	11,40	3	93	12407	12500
377	2,46	3	93	12500	12593

378	22,38	3	98	12593	12691
386	6,23	3	65	12691	12756
389	16,22	3	98	12756	12854
392	9,44	3	72	12854	12926
393	11,24	3	86	12926	13012
395	25,34	3	121	13012	13133
398	38,40	3	93	13133	13226
400	13,17	3	117	13226	13343
404	13,39	3	84	13343	13427
406	2,46	3	93	13427	13520
407	33,34	3	121	13520	13641
421	5,50	3	135	13641	13776
422	25,44	3	72	13776	13848
428	1,16	3	80	13848	13928
429	27,46	3	78	13928	14006
430	9,36	3	81	14006	14087
431	27,46	3	78	14087	14165
434	16,46	3	80	14165	14245
435	28,47	3	163	14245	14408
437	29,30	3	180	14408	14588
438	17,39	3	117	14588	14705
439	16,47	3	163	14705	14868
443	2,44	3	93	14868	14961
445	7,50	3	135	14961	15096
448	6,28	3	123	15096	15219
453	6,49	3	135	15219	15354
459	12,21	3	98	15354	15452
464	1,35	3	159	15452	15611
466	43,46	3	128	15611	15739
470	5,21	3	98	15739	15837
472	6,36	3	81	15837	15918
478	22,48	3	163	15918	16081
480	37,47	3	163	16081	16244
482	47,49	3	163	16244	16407
484	21,45	3	98	16407	16505
486	15,36	3	134	16505	16639
487	41,45	3	127	16639	16766
494	47,49	3	163	16766	16929
495	10,15	3	138	16929	17067
498	2,47	3	163	17067	17230
500	18,49	3	135	17230	17365
501	38,50	3	135	17365	17500
503	32,36	3	81	17500	17581
505	8,50	3	135	17581	17716
509	7,11	3	86	17716	17802
510	9,28	3	123	17802	17925
518	13,42	3	114	17925	18039
522	37,47	3	163	18039	18202
526	12,47	3	163	18202	18365
528	32,39	3	84	18365	18449
533	2,50	3	135	18449	18584
545	8,42	3	114	18584	18698
547	4,25	3	77	18698	18775
558	10,27	3	138	18775	18913
560	35,48	3	163	18913	19076
564	9,49	3	135	19076	19211
568	14,20	3	134	19211	19345

569	13,41	3	127	19345	19472
571	18,39	3	84	19472	19556
574	27,50	3	135	19556	19691
575	6,50	3	135	19691	19826
579	11,14	3	134	19826	19960
581	2,3	3	93	19960	20053
582	10,27	3	138	20053	20191
586	16,44	3	80	20191	20271
588	9,34	3	121	20271	20392
589	3,4	3	93	20392	20485
593	10,30	3	138	20485	20623
594	15,28	3	134	20623	20757
595	10,12	3	138	20757	20895
598	4,8	3	77	20895	20972
601	16,47	3	163	20972	21135
606	9,27	3	63	21135	21198
612	25,29	3	180	21198	21378
621	2,41	3	127	21378	21505
624	26,38	3	76	21505	21581
627	14,43	3	134	21581	21715
630	28,34	3	123	21715	21838
631	38,43	3	128	21838	21966
633	3,43	3	128	21966	22094
640	27,43	3	128	22094	22222
645	22,24	3	98	22222	22320
648	2,38	3	93	22320	22413
650	4,41	3	127	22413	22540
661	12,32	3	86	22540	22626
663	13,36	3	81	22626	22707
664	24,37	3	81	22707	22788
667	13,41	3	127	22788	22915
670	9,34	3	121	22915	23036
671	6,13	3	79	23036	23115
672	31,40	3	161	23115	23276
673	18,31	3	161	23276	23437
681	10,18	3	138	23437	23575
683	3,40	3	93	23575	23668
687	46,49	3	135	23668	23803
696	5,47	3	163	23803	23966
718	30,38	3	94	23966	24060
720	4,46	3	78	24060	24138
722	4,42	3	114	24138	24252
727	8,11	3	86	24252	24338
734	15,28	3	134	24338	24472
737	1,47	3	163	24472	24635
740	6,28	3	123	24635	24758
743	8,46	3	78	24758	24836
746	34,43	3	128	24836	24964
749	9,20	3	67	24964	25031
751	23,27	3	65	25031	25096
755	6,27	3	35	25096	25131
757	28,37	3	123	25131	25254
759	3,22	3	98	25254	25352
765	8,40	3	93	25352	25445
767	13,25	3	79	25445	25524
769	1,19	3	66	25524	25590
770	19,30	3	94	25590	25684

777	14,43	3	134	25684	25818
786	13,47	3	163	25818	25981
790	8,18	3	76	25981	26057
793	15,41	3	134	26057	26191
800	4,6	3	77	26191	26268



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Ebru KİREMİTÇİ

Yabancı Dil : İngilizce

Doğum Yeri ve Yılı : Üsküdar/İSTANBUL/1991

E-Posta : ebrkrmtci@gmail.com

Eğitim ve Mesleki Geçmişi:

- 2015, Anadolu Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü