

## ÖĞRENME ETKİLİ HAZIRLIK VE TAŞIMA ZAMANLI PARALEL MAKİNELİ ÇİZELGELEME PROBLEMİ

**Tamer EREN**

Kırıkkale Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği  
Bölümü, 71450 Kırıkkale  
e-mail: teren@kku.edu.tr  
Fax No: +90-318-3572459  
Tel: +90-318-3573576-1218

**Ertan GÜNER**

Gazi Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği  
Bölümü, 06570 Maltepe, Ankara  
e-mail: erguner@gazi.edu.tr  
Fax No: +90-312-2308434  
Tel: +90-312-2317400-2855

### ÖZET

Çizelgeleme problemleri ile ilgili yapılan çalışmalarda, işlerin hazırlık ve taşıma zamanları genellikle ya ihmal edilmiş yada işlem zamanlarına dahil edilerek çözüm yaklaşımları geliştirilmiştir. Ancak, bazı üretim sistemlerinde hazırlık ve taşıma zamanları ihmal edilemeyecek kadar önemli olabilir ve dolayısıyla işlem zamanlarını hazırlık ve taşıma zamanlarından ayrı düşünmek gerekir. Diğer taraftan, üretim sistemlerinde, işler genellikle otomatik makine işlemlerine göre işlem gördüğü için hangi sırada yapılırsa yapılısın işlem zamanlarında bir değişiklik olmaz. Ancak, hazırlık ve taşıma zamanları dikkate alındığında insan faktörü devreye girdiği için bu işlemlerin sık sık tekrarlanmasıyla hazırlık ve taşıma sürelerinde gittikçe bir azalma olmaktadır. Bu olgu literatürde öğrenme etkisi olarak bilinmektedir. Bu çalışmada m-paralel makineli çizelgeleme problemi, hazırlık ve taşıma zamanlarının öğrenme etkili olduğu durum için incelenmiştir. Kullanılan performans ölçütü, toplam akış zamanıdır. Bu çalışma ile öğrenme etkili hazırlık ve taşıma zamanlı paralel makineli çizelgeleme problemi literatürde ilk defa ele alınmıştır.

**Anahtar kelimeler:** paralel makineli çizelgeleme problemi, hazırlık zamanı, taşıma zamanı, öğrenme etkisi, toplam akış zamanı, atama problemi.

### A PARALLEL MACHINE SCHEDULING PROBLEM WITH SETUP AND REMOVAL TIME A LEARNING EFFECT

#### ABSTRACT

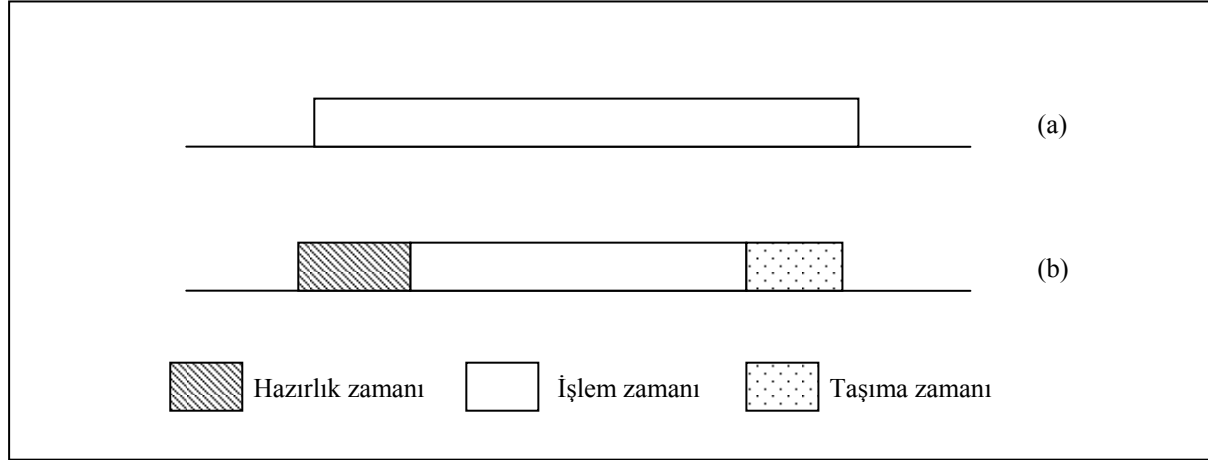
In studies on scheduling problems, generally setup times and removal times of jobs have been neglected or by including those into processing times solution approaches have been developed. However, as setup times and removal times may be too important to be neglected in some production systems, it may also be necessary to consider processing times independent from setup times and removal times. Since, in general jobs are done according to automatic machine processes in production systems processing times do not differ according to process sequence. But, since human factor becomes influential when setup times and removal times are taken into consideration, setup times will be decreasing by repeating setup processes frequently. This fact is defined with learning effect in scheduling literature. In this study, the problem to be examined is minimizing total flow time when setup times and removal times with learning effect in m-parallel machine scheduling. According to our research, this is the first study in which setup times and removal times with learning effect in parallel machine scheduling.

**Keywords:** Parallel machine scheduling problem, setup times, removal times, learning effect, total flow time, assignment model.

## 1. GİRİŞ

Çizelgeleme problemleri ile ilgili yapılan çalışmalarda işlerin hazırlık ve taşıma zamanları (yani işlem sonrası

makineden alınıp diğer makinedeki işleme aktarılması) genellikle ya ihmal edilmiş yada işlem zamanına dahil edilerek çözüm yaklaşımları geliştirilmiştir.



**Şekil 1.** Çizelgeleme probleminde hazırlık ve taşıma zamanlarının işlem zamanına (a) dahil edilmiş, (b) dahil edilmemiş durumu.

Şekil 1'de hazırlık ve taşıma zamanlarının işlem zamanına dahil edildiği ve edilmediği durumu göstermektedir. Ancak bazı üretim sistemlerinde hazırlık ve taşıma zamanları ihmal edilmeyecek kadar önemli olabilir ve işlem zamanlarından ayrı düşünmek gerekir. Diğer taraftan, üretim sistemlerinde işler genellikle otomatik makinelerde yapıldığı için işlem zamanları işlem sırasına göre bir değişiklik göstermemektedir. Ancak, hazırlık ve taşıma zamanlarında insan faktörü devreye girdiği için bu işlemlerin sık sık tekrarlanmasıyla hazırlık ve taşıma zamanlarında gittikçe bir azalma olmaktadır. Bu olgu literatürde öğrenme etkisi olarak bilinmektedir. Bu çalışmada da hazırlık ve taşıma zamanları öğrenme etkili olduğu durumda paralel makineli çizelgeleme problemi incelenecektir. Kullanılan performans ölçütü ise çizelgeleme problemlerinde çok kullanılan ölçütlerden biri olan toplam akış zamanıdır.

Çizelgeleme ile ilgili yapılan çalışmalarda, öğrenme etkisi sadece işlem zamanlarında dikkate alınmıştır. Öğrenme etkisi ile ilgili ilk çalışma Biskup [1] tarafından yapılmıştır. Paralel makinede öğrenme etkisini ilk defa Moshiev [2-3] tarafından incelemiş ve toplam akış zamanının en küçüklenmesi atama problemiyle gerçekleştirmiştir. Moshiev [4], ayrıca yaptığı bir başka çalışmada aynı problemi öğrenme etkisinin işe-bağımlı olduğu durumda yine atama problemiyle çözmüştür. Eren ve Güner [5-7] ise yaptığı çalışmalarda paralel makineli çizelgeleme problemlerinde iki ölçütlü olarak üç problemi incelemiştir. Bu problemler; toplam tamamlanma zamanı ve maksimum tamamlanma zamanı ( $P_2 / LE / \sum C, C_{\max}$ ), maksimum tamamlanma zamanı ve maksimum gecikme ( $P_2 / LE / C_{\max}, T_{\max}$ )

ile toplam tamamlanma zamanı ve maksimum gecikme ( $P_m / LE / \sum C, T_{\max}$ ) problemleridir. NP-zor yapıda olan bu problemleri çözmek için matematiksel programlama modeli geliştirmişlerdir.

Bu çalışmada ise ilk defa işlerin işlem zamanları değil de hazırlık ve taşıma zamanları öğrenme etkili olduğu durumda incelenmiş ve toplam akış zamanı ölçütü dikkate alınmıştır. Problemin atama modeli ile  $m$ -paralel makineli durum için çözülebileceği gösterilmiştir.

Çalışmanın ikinci bölümünde, ele alınan öğrenme etkili hazırlık ve taşıma zamanlı  $m$ -paralel makineli çizelgeleme problemi tanımlanacaktır. Toplam akış zamanının en küçüklenmesi problemi ise üçüncü bölümde anlatılacaktır. Son bölümde ise elde edilen sonuçlar ile gelecekte yapılacak çalışmalar hakkında bilgi verilecektir.

## 2. PROBLEMİN TANIMLANMASI

Atölyeye gelen  $n$  iş sıfırıncı zamanda işlem için hazırdır. Gelen işler ( $j = 1, 2, \dots, n$ ) özdeş paralel makinelerin ( $i = 1, 2, \dots, m$ ) herhangi birisinde işlem görmektedir.  $s_j$ ,  $p_j$  ve  $r_j$   $j$  işinin hazırlık zamanını, işlem zamanını ve taşıma zamanını göstermektedir. Bir işin hazırlık zamanı ve taşıma zamanı öğrenme etkisi olduğunda sıradaki pozisyonun bir fonksiyonu olarak azalır.  $j$  işi  $i$  makinede  $k$  pozisyonda çizelgelenecek ise bu işin hazırlık zamanı  $s_{ijk}$ , taşıma zamanı da  $r_{ijk}$  olarak kabul edilir ve  $s_{ijk} = s_{ij}k^a$  ve

$r_{ijk} = r_{ij}k^a$  olarak ifade edilir. Burada  $a \leq 0$  olan öğrenme indeksi sabitidir ve öğrenme oranının iki tabanına göre logaritması olarak verilir.  $n_i$ , ( $\sum_{i=1}^m n_i = n$ ),  $i$  makinesine atanan işleri göstermektedir. Örnek olarak 10 işli 2 makineli durum için makineler özdeş olduğundan dolayı tüm alternatifler; (9,1), (8,2), (7,3), (6,4) ve (5,5) olmak üzere 5 tanedir.

Çalışmada kullanılan diğer varsayımlar şöyledir: Makine hazırlık ve taşıma zamanları önceden bilinmekte ve işlem zamanına dahil edilmemiştir. İş kesintisine izin verilmeyip başlanan iş makinede tamamlanmadan başka bir iş başlayamaz ve makinenin çizelgeleme dönemi boyunca sürekli çalıştığı varsayılmaktadır. Ayrıca makinede aynı anda tek bir iş yapılabilmektedir.

### 3. TOPLAM AKIŞ ZAMANININ ENKÜÇÜKLENMESİ

Toplam akış zamanının en-küçüklenmesi problemi,  $P_m // \sum F_j$ , problemi en kısa işlem zamanı kuralı (SPT) ile optimal olarak çözümlerken, işlem zamanları öğrenme etkili olduğunda ( $P_m / LE / \sum F_j$ ) atama yöntemiyle çözümlenmektedir [3]. Hazırlık ve taşıma zamanları öğrenme etkili olduğunda ise yine atama problemiyle optimal sonuçlar buluna bilmektedir.  $i$ . makinesinin  $k$ . pozisyonunda yer alan  $j$  işinin pozisyon ağırlık değeri  $(n_i - j + 1)$  olmaktadır.  $s_{jk}$  ve  $r_{jk}$ ,  $k$ . pozisyonundaki işin hazırlık ve taşıma zamanını göstermektedir.

$$Z_{ijk} = \begin{cases} 1 & \text{iş } j, i. \text{ makinede } k. \text{ pozisyonunda ise} \\ 0 & \text{diğer durumlarda} \end{cases}$$

( $j, k = 1, 2, \dots, n$ ), ( $i = 1, 2, \dots, m$ ) ile tanımlanmaktadır. Toplam akış zamanı aşağıda verilen atama modeliyle  $m$  makineli durum için  $O(n^4)$  zamanda optimal olarak çözümlenmektedir.

Amaç fonksiyonu:

$$\text{Min} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^{n_i} (s_{ijk} + p_{ij} + r_{ijk})(n_i - j + 1)Z_{ijk}$$

Kısıtlar

$$\sum_{j=1}^n Z_{ijk} = 1 \quad i = 1, 2, \dots, m \quad k = 1, 2, \dots, n$$

$$\sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^{n_i} Z_{ijk} = 1 \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$Z_{ijk} : 0 - 1 \quad i = 1, 2, \dots, m \quad j, k = 1, 2, \dots, n$$

Konuyu açıklayacak sayısal örnek aşağıda verilmektedir.

### Sayısal örnek

12 işli 4 paralel makineli problemin hazırlık, işlem ve taşıma zamanlarına ilişkin veriler Tablo 1'de verilmektedir. Hazırlık ve taşıma zamanı için % 80 ( $a = -0.322$ ) öğrenme etkisini kullanarak toplam akış zamanı değerinin atama modeliyle çözümü aşağıda değerlendirilmiştir.

### Çözüm:

Problemin çözümü için on beş farklı model kurulmuştur. Bu modeller, on iki işin dört özdeş paralel makineye atanmasına ilişkin tüm alternatif atamalar dikkate alınarak kurulmuştur. Yani problemin en iyi çözümünü bulmak için atama modeli her alternatifte göre kurularak toplam 15 model çözümü gerçekleştirilmiştir. Örneğin birinci alternatifte, birinci makineye dokuz iş, iki, üç ve dördüncü makineye birer iş atanması durumunda toplam akış zamanı, 2244.97, olarak bulunmuştur. Kurulan 15 modelde, toplam 2160 değişken ve 360 kısıt vardır. Problem Lindo paket programıyla çözüldüğünde her bir alternatif için bulunan sonuçlar Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 1. Sayısal örnek verileri

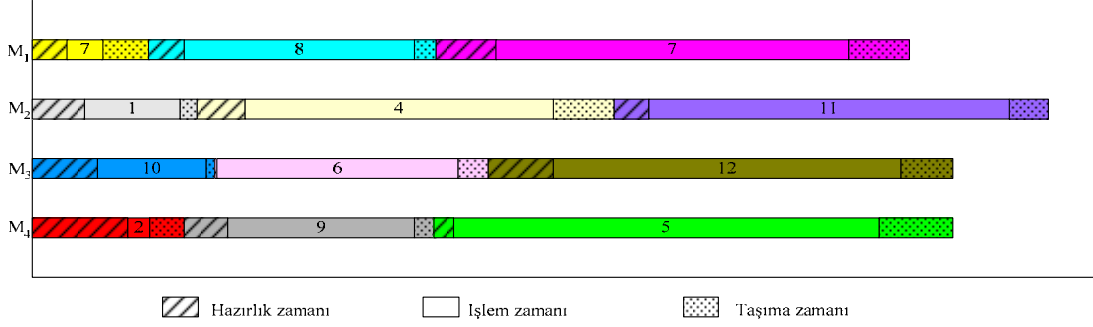
$j$	$s_j$	$p_j$	$r_j$
1	12	22	4
2	21	5	9
3	20	82	19
4	14	72	18
5	5	98	24
6	1	55	9
7	8	8	11
8	11	53	7
9	13	43	6
10	15	24	2
11	10	83	13
12	22	80	17

Tablo 2. Sayısal örneğin alternatif atama Sonuçları

Alternatif	Makinelere atanan işler				$\sum F$
	$(n_1, n_2, n_3, n_4)$				
1	(9,1,1,1)				2244.97
2	(8,2,1,1)				1951.32
3	(7,3,1,1)				1783.54
4	(7,2,2,1)				1723.76
5	(6,4,1,1)				1712.46
6	(6,3,2,1)				1613.80
7	(6,2,2,2)				1560.38
8	(5,5,1,1)				1701.94
9	(5,4,2,1)				1568.44

10	(5,3,3,1)	1539.75
11	(5,3,2,2)	1481.37
12	(4,4,3,1)	1527.08
13	(4,4,2,2)	1467.93
14	(4,3,3,2)	1436.25
15*	(3,3,3,3)	<b>1429.67</b>

Ek'te de makinelere atama yapılabilecek 15 alternatiften biri olan  $(n_1, n_2, n_3, n_4) = (5, 4, 2, 1)$  durumu için atama modeli açık olarak verilmiştir.



Şekil 2. 12 işli 4 paralel makineli problemde optimum olarak atanan işlerin Gantt şeması

Tablo 2’de görüldüğü gibi 12 işli 4 paralel makineli problemde 15 alternatif mevcuttur. Her bir alternatifteki toplam akış zamanları içinde en küçük değeri, her bir makineye eşit miktarda iş dağıtılması ile bulunmuştur. Yani her bir makineye üçer iş atanmıştır. 12 işli 4 paralel makineli problemde optimal değeri veren alternatifin Gantt şeması Şekil 2’de verilmiştir.

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada hazırlık ve taşıma zamanlarının öğrenme etkili olduğu durumda paralel makineli çizelgeleme problemi incelenmiştir. Ele alınan performans ölçütü toplam akış zamanıdır. Problem atama modeliyle bir örnek üzerinde uygulanmıştır. Bundan sonraki çalışmalarda paralel makinede diğer performans ölçütleri, hazırlık ve taşıma zamanlarının öğrenme etkili olduğu durumda incelenebileceği gibi çok ölçütlü çakışmalarda araştırmacılar için ilgi çekici bir çalışma alanı olacağı düşünülmektedir.

#### 5. KAYNAKLAR

- [1] Biskup D., “Single machine scheduling with learning considerations”, European Journal of Operational Research, 115, 173-178, 1999.
- [2] Mosheiov G., “Scheduling problems with learning effect”, European Journal of Operational Research, 132, 687-693, 2001.
- [3] Mosheiov G., “Parallel machine scheduling with learning effect”, Journal of the Operational Research Society, 52, 1165-1169, 2001.

- [4] Mosheiov G., Sidney J.B., “Scheduling with general job-dependent learning curves”, European Journal of Operational Research, 147, 665-670, 2003.
- [5] Eren T., Güner, E. “Öğrenme etkisinin iki ölçütlü paralel makineli çizelgeleme problemlerinde uygulanması”, YA/EM’2004, XXIV. Ulusal Kongresi, 473-475, 15-18 Haziran Gaziantep-Adana 2004.
- [6] Eren, T., Güner, E., “Öğrenme etkili iki ölçütlü paralel makineli çizelgeleme problemlerinin çözümü için tamsayı programlama modeli”, 4. İstatistik Kongresi, Antalya, 92-93, 12-15 Mayıs 2005.
- [7] Eren, T., Güner, E., “A bicriteria parallel machine scheduling problem with a learning effect: Total completion times and maximum tardiness”, 9<sup>th</sup> International Research/Expert Conference “Trends in the Development of Machinery and Associated Technology”, Antalya, Turkey, 26-30 September 2005.

#### EK

(M1,M2,M3,M4)=(5,4,2,1) ATAMALI İŞLERİN AÇIK YAZILIMI

Min 190.00 Z010101 + 139.20 Z010102 + 99.70 Z010103 + 64.48 Z010104 + 31.53 Z010105 + 175.00 Z010201 + 116.00 Z010202 + 78.18 Z010203 + 48.40 Z010204 + 22.87 Z010205 + 605.00 Z010301 + 452.79 Z010302 + 328.14 Z010303 + 213.92 Z010304 + 105.23 Z010305 + 520.00 Z010401 + 390.39 Z010402 + 283.40 Z010403 + 184.96 Z010404 + 91.06 Z010405 + 635.00 Z010501 + 484.80 Z010502 + 355.08 Z010503 + 233.12 Z010504 + 115.27 Z010505 + 325.00 Z010601 + 252.00 Z010602 + 186.06 Z010603 +

## Öğrenme Etkili Hazırlık ve Taşıma Zamanlı Paralel Makineli Çizelgeleme Problemi

122.80 Z010604 + 60.96 Z010605 + 135.00 Z010701 + 92.80 Z010702 + 64.02 Z010703 + 40.32 Z010704 + 19.32 Z010705 + 355.00 Z010801 + 269.60 Z010802 + 196.91 Z010803 + 129.04 Z010804 + 63.72 Z010805 + 310.00 Z010901 + 232.80 Z010902 + 169.02 Z010903 + 110.32 Z010904 + 54.32 Z010905 + 205.00 Z011001 + 150.40 Z011002 + 107.80 Z011003 + 69.76 Z011004 + 34.12 Z011005 + 530.00 Z011101 + 405.60 Z011102 + 297.44 Z011103 + 195.44 Z011104 + 96.70 Z011105 + 595.00 Z011201 + 444.79 Z011202 + 322.14 Z011203 + 209.92 Z011204 + 103.23 Z011205 + 152.00 Z020101 + 104.40 Z020102 + 66.47 Z020103 + 32.24 Z020104 + 140.00 Z020201 + 87.00 Z020202 + 52.12 Z020203 + 24.20 Z020204 + 484.00 Z020301 + 339.60 Z020302 + 218.76 Z020303 + 106.96 Z020304 + 416.00 Z020401 + 292.80 Z020402 + 188.93 Z020403 + 92.48 Z020404 + 508.00 Z020501 + 363.60 Z020502 + 236.72 Z020503 + 116.56 Z020504 + 260.00 Z020601 + 189.00 Z020602 + 124.04 Z020603 + 61.40 Z020604 + 108.00 Z020701 + 69.60 Z020702 + 42.68 Z020703 + 20.16 Z020704 + 284.00 Z020801 + 202.20 Z020802 + 131.27 Z020803 + 64.52 Z020804 + 248.00 Z020901 + 174.60 Z020902 + 112.68 Z020903 + 55.16 Z020904 + 164.00 Z021001 + 112.80 Z021002 + 71.87 Z021003 + 34.88 Z021004 + 424.00 Z021101 + 304.20 Z021102 + 198.29 Z021103 + 97.72 Z021104 + 476.00 Z021201 + 333.60 Z021202 + 214.76 Z021203 + 104.96 Z021204 + 76.00 Z030101 + 34.80 Z030102 + 70.00 Z030201 + 29.00 Z030202 + 242.00 Z030301 + 113.20 Z030302 + 208.00 Z030401 + 97.60 Z030402 + 254.00 Z030501 + 121.20 Z030502 + 130.00 Z030601 + 63.00 Z030602 + 54.00 Z030701 + 23.20 Z030702 + 142.00 Z030801 + 67.40 Z030802 + 124.00 Z030901 + 58.20 Z030902 + 82.00 Z031001 + 37.60 Z031002 + 212.00 Z031101 + 101.40 Z031102 + 238.00 Z031201 + 111.20 Z031202 + 38.00 Z040101 + 35.00 Z040201 + 121.00 Z040301 + 104.00 Z040401 + 127.00 Z040501 + 65.00 Z040601 + 27.00 Z040701 + 71.00 Z040801 + 62.00 Z040901 + 41.00 Z041001 + 106.00 Z041101 + 119.00 Z041201

st  
 Z010101 + Z010201 + Z010301 + Z010401 + Z010501 + Z010601 + Z010701 + Z010801 + Z010901 + Z011001 + Z011101 + Z011201 = 1  
 Z010102 + Z010202 + Z010302 + Z010402 + Z010502 + Z010602 + Z010702 + Z010802 + Z010902 + Z011002 + Z011102 + Z011202 = 1  
 Z010103 + Z010203 + Z010303 + Z010403 + Z010503 + Z010603 + Z010703 + Z010803 + Z010903 + Z011003 + Z011103 + Z011203 = 1  
 Z010104 + Z010204 + Z010304 + Z010404 + Z010504 + Z010604 + Z010704 + Z010804 + Z010904 + Z011004 + Z011104 + Z011204 = 1  
 Z010105 + Z010205 + Z010305 + Z010405 + Z010505 + Z010605 + Z010705 + Z010805 + Z010905 + Z011005 + Z011105 + Z011205 = 1  
 Z020101 + Z020201 + Z020301 + Z020401 + Z020501 + Z020601 + Z020701 + Z020801 + Z020901 + Z021001 + Z021101 + Z021201 = 1  
 Z020102 + Z020202 + Z020302 + Z020402 + Z020502 + Z020602 + Z020702 + Z020802 + Z020902 + Z021002 + Z021102 + Z021202 = 1  
 Z020103 + Z020203 + Z020303 + Z020403 + Z020503 + Z020603 + Z020703 + Z020803 + Z020903 + Z021003 + Z021103 + Z021203 = 1  
 Z020104 + Z020204 + Z020304 + Z020404 + Z020504 + Z020604 + Z020704 + Z020804 + Z020904 + Z021004 + Z021104 + Z021204 = 1  
 Z030101 + Z030201 + Z030301 + Z030401 + Z030501 + Z030601 + Z030701 + Z030801 + Z030901 + Z031001 + Z031101 + Z031201 = 1  
 Z030102 + Z030202 + Z030302 + Z030402 + Z030502 + Z030602 + Z030702 + Z030802 + Z030902 + Z031002 + Z031102 + Z031202 = 1  
 Z040101 + Z040201 + Z040301 + Z040401 + Z040501 + Z040601 + Z040701 + Z040801 + Z040901 + Z041001 + Z041101 + Z041201 = 1

Z010101 + Z010102 + Z010103 + Z010104 + Z010105 + Z020101 + Z020102 + Z020103 + Z020104 + Z030101 + Z030102 + Z040101 = 1  
 Z010201 + Z010202 + Z010203 + Z010204 + Z010205 + Z020201 + Z020202 + Z020203 + Z020204 + Z030201 + Z030202 + Z040201 = 1  
 Z010301 + Z010302 + Z010303 + Z010304 + Z010305 + Z020301 + Z020302 + Z020303 + Z020304 + Z030301 + Z030302 + Z040301 = 1  
 Z010401 + Z010402 + Z010403 + Z010404 + Z010405 + Z020401 + Z020402 + Z020403 + Z020404 + Z030401 + Z030402 + Z040401 = 1  
 Z010501 + Z010502 + Z010503 + Z010504 + Z010505 + Z020501 + Z020502 + Z020503 + Z020504 + Z030501 + Z030502 + Z040501 = 1  
 Z010601 + Z010602 + Z010603 + Z010604 + Z010605 + Z020601 + Z020602 + Z020603 + Z020604 + Z030601 + Z030602 + Z040601 = 1  
 Z010701 + Z010702 + Z010703 + Z010704 + Z010705 + Z020701 + Z020702 + Z020703 + Z020704 + Z030701 + Z030702 + Z040701 = 1  
 Z010801 + Z010802 + Z010803 + Z010804 + Z010805 + Z020801 + Z020802 + Z020803 + Z020804 + Z030801 + Z030802 + Z040801 = 1  
 Z010901 + Z010902 + Z010903 + Z010904 + Z010905 + Z020901 + Z020902 + Z020903 + Z020904 + Z030901 + Z030902 + Z040901 = 1  
 Z011001 + Z011002 + Z011003 + Z011004 + Z011005 + Z021001 + Z021002 + Z021003 + Z021004 + Z031001 + Z031002 + Z041001 = 1  
 Z011101 + Z011102 + Z011103 + Z011104 + Z011105 + Z021101 + Z021102 + Z021103 + Z021104 + Z031101 + Z031102 + Z041101 = 1  
 Z011201 + Z011202 + Z011203 + Z011204 + Z011205 + Z021201 + Z021202 + Z021203 + Z021204 + Z031201 + Z031202 + Z041201 = 1

end  
 GIN Z010101  
 GIN Z010102  
 GIN Z010103  
 GIN Z010104  
 GIN Z010105  
 GIN Z020101  
 GIN Z020102  
 GIN Z020103  
 GIN Z020104  
 GIN Z030101  
 GIN Z030102  
 GIN Z040101  
 GIN Z010201  
 GIN Z010202  
 GIN Z010203  
 GIN Z010204  
 GIN Z010205  
 GIN Z020201  
 GIN Z020202  
 GIN Z020203  
 GIN Z020204  
 GIN Z030201  
 GIN Z030202  
 GIN Z040201  
 GIN Z010301  
 GIN Z010302  
 GIN Z010303  
 GIN Z010304  
 GIN Z010305  
 GIN Z020301  
 GIN Z020302  
 GIN Z020303  
 GIN Z020304  
 GIN Z030301  
 GIN Z030302  
 GIN Z040301  
 GIN Z010401  
 GIN Z010402  
 GIN Z010403

GIN Z010404  
GIN Z010405  
GIN Z020401  
GIN Z020402  
GIN Z020403  
GIN Z020404  
GIN Z030401  
GIN Z030402  
GIN Z040401  
GIN Z010501  
GIN Z010502  
GIN Z010503  
GIN Z010504  
GIN Z010505  
GIN Z020501  
GIN Z020502  
GIN Z020503  
GIN Z020504  
GIN Z030501  
GIN Z030502  
GIN Z040501  
GIN Z010601  
GIN Z010602  
GIN Z010603  
GIN Z010604  
GIN Z010605  
GIN Z020601  
GIN Z020602  
GIN Z020603  
GIN Z020604  
GIN Z030601  
GIN Z030602  
GIN Z040601  
GIN Z010701  
GIN Z010702  
GIN Z010703  
GIN Z010704  
GIN Z010705  
GIN Z020701  
GIN Z020702  
GIN Z020703  
GIN Z020704  
GIN Z030701  
GIN Z030702  
GIN Z040701  
GIN Z010801  
GIN Z010802  
GIN Z010803  
GIN Z010804  
GIN Z010805  
GIN Z020801  
GIN Z020802  
GIN Z020803  
GIN Z020804  
GIN Z030801  
GIN Z030802  
GIN Z040801  
GIN Z010901  
GIN Z010902  
GIN Z010903  
GIN Z010904  
GIN Z010905  
GIN Z020901  
GIN Z020902  
GIN Z020903  
GIN Z020904  
GIN Z030901  
GIN Z030902  
GIN Z040901  
GIN Z011001  
GIN Z011002  
GIN Z011003  
GIN Z011004

GIN Z011005  
GIN Z021001  
GIN Z021002  
GIN Z021003  
GIN Z021004  
GIN Z031001  
GIN Z031002  
GIN Z041001  
GIN Z011101  
GIN Z011102  
GIN Z011103  
GIN Z011104  
GIN Z011105  
GIN Z021101  
GIN Z021102  
GIN Z021103  
GIN Z021104  
GIN Z031101  
GIN Z031102  
GIN Z041101  
GIN Z011201  
GIN Z011202  
GIN Z011203  
GIN Z011204  
GIN Z011205  
GIN Z021201  
GIN Z021202  
GIN Z021203  
GIN Z021204  
GIN Z031201  
GIN Z031202  
GIN Z041201

## ÖZGEÇMİŞLER

### Dr. Tamer EREN

Balıkesir’de doğan Tamer Eren, Selçuk Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesinin Endüstri Mühendisliği Bölümünden 1996 yılında mezun oldu. Aynı yıl Kırıkkale Üniversitesinde araştırma görevlisi oldu. 1997 yılında Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde Endüstri Mühendisliği anabilim dalında yüksek lisansa başladı. 1999 yılında Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesinin Endüstri Mühendisliği Bölümüne araştırma görevlisi olarak görevlendirildi. 2000 yılında yüksek lisansını, 2004 yılında doktora bitirdi. 2005 yılından itibaren Kırıkkale üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümünde Araştırma görevlisi Dr. olarak görev yapmaktadır.

### Doç Dr. Ertan GÜNER

Artvin’de doğan Ertan Güner lisans, yüksek lisans ve doktora Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümünde tamamladı. 1997 yılında aynı bölümde Yardımcı Doçent olan Güner 2000 yılından bu yana aynı bölümde Doçent olarak çalışmaktadır.