



BOLOGNA UYUM SÜRECİNDE DERS PLANI OLUŞTURMAK İÇİN HAT DENGELEME YAKLAŞIMI

Özden ÜSTÜN, Şafak KIRIŞ, Derya DELİKTAŞ

Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kütahya
oustun@dumlupinar.edu.tr, skiris@dumlupinar.edu.tr, d.deliktas@dumlupinar.edu.tr

Geliş Tarihi: 14.07.2011 Kabul Tarihi: 11.08.2011

ÖZET

Bu çalışmada Bologna süreci kapsamında lisans programlarının ders planlarının güncellenmesi aşaması ele alınmıştır. Avrupa ve Türkiye'deki benzer Endüstri Mühendisliği programlarının ders planları göz önünde bulundurularak, dersler belirlenmiştir. Avrupa Kredi Transfer ve Biriktirme Sistemi değerleri, ders sayısı, dönem sayısı, ilgili diğer parametreler, derslerin öncüllük kısıtları ve Bologna süreci kapsamındaki diğer kısıtlar dikkate alınarak ders planı oluşturma problemi, hat dengeleme problemi olarak modellenmiştir. Oluşturulan hat dengeleme problemi WINQSB yazılımı yardımıyla farklı sezgisel yöntemler kullanılarak çözülmüş, sonuçlar karşılaştırılmış ve uygun ders planları oluşturulmuştur.

Anahtar Kelimeler: *Bologna süreci, ders planı hazırlama, hat dengeleme.*

LINE BALANCING APPROACH TO CREATE THE COURSE PLANNING FOR THE ADAPTATION OF THE BOLOGNA PROCESS

ABSTRACT

In this study, within the scope of the Bologna process, the undergraduate programs were discussed updating of the course planning. European Credit Transfer System of the courses were computed by considering the course planning of the same Industrial Engineering programs in Turkey and Europe and the courses were determined in the same way. The course planning problem was modeled as line balancing problem by considering ECTS values, number of courses, number of periods, the other relevant parameters, precedence constraints of the courses, and other constraints within the scope of the Bologna process. The line balancing problem was solved with the help of the WINQSB software by using the different heuristic methods, results were compared and the appropriate course planning was created.

Keywords: *The Bologna process, creating the course planning, line balancing.*

1. GİRİŞ

Üniversite eğitimi, bireyin kendisini özel bir alanda geliştirmesini, hayata farklı bir bakış açısıyla bakmasını ve toplumsal statüsünü yükseltmesini sağlamaktadır. Bireylerin ilgili alanlarda kendilerini en iyi şekilde geliştirebilmeleri için, iş hayatlarında teknik ve sosyal anlamda ihtiyaç duyacakları gerekli eğitimi almaları gerekmektedir. Bu noktada derslerin belirlenmesi, içeriklerinin oluşturulması ve hangi dönemlerde hangi derslerin verilmesi gereğinin önemi ortaya çıkmaktadır. Eğitimin daha verimli gerçekleştirilebilmesi ve derslerin daha anlaşılır olabilmesi için, dersler belirli bir sırada verilmelidir. Bu nedenle bireyler için öncelikle altyapı oluşturan, sonra alanın önemini ve gerekliliğini vurgulayan ve uzmanlık alanında kendisini geliştirmesini sağlayan bir eğitim planı oluşturulmalıdır.

Bu çalışmada Bologna uyum sürecinde ders planı oluşturmak için hat dengeleme yaklaşımı kullanılmıştır. İzleyen bölümde ders planı oluşturma ve hat dengeleme yaklaşımı anlatılmıştır. Üçüncü bölümde uygulama çalışmasına yer verilmiş ve son bölüm sonuçlarla tamamlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

Literatürde öğrenci ve ders çizelgeleme problemi ile ilgili birçok yaklaşıma rastlanmaktadır. Kenar boyama problemleri [1], tabu arama [2], olay benzetimi [3], genetik algoritmalar [4], uzman sistemler [5], açgözlü algoritmalar [6], deneysel modelleme [7] yoğun bir şekilde araştırılmıştır. Bu çalışmada, ders planlamasının sonuçları ders çizelgelemesinin girdilerini oluşturmaktadır. Yapılan literatür araştırmasında derslerin döneme atıldığı ders planlaması aşaması ile ilgili makaleye rastlanmamıştır.

2.1. Bologna Süreci

Bologna Süreci, Türkiye'nin de dahil olduğu 47 üye ülke tarafından uygulanan ve yükseköğretim sistemlerinin kendilerine özgü farklılıklarını koruyarak, birbirleriyle uyumlu hale getirmeyi hedefleyen bir süreçtir. Böylece bir ülkeden ya da yükseköğretim sisteminden bir diğerine geçişin kolaylaştırılması, öğrenciler ve öğretim elemanlarının hareketliliğinin ve istihdamının artırılması planlanmaktadır.

Bologna sürecinde bir akademik yarıyıl 30 Avrupa Kredi Transfer Sistemi (AKTS) kredisi olarak belirlenmiştir. Toplam AKTS kredisi ise 240 ile sınırlandırılmıştır. AKTS, öğrencilerin yurt dışından aldıkları ve başarılı oldukları ders kredilerinin bir yüksek öğretim kurumundan diğerine sorunsuz transfer edilmelerini sağlayan bir sistemdir. Bu sistem, akademik tanınma için AB ülkeleri tarafından gerçekleştirilen ortak bir dil olarak kullanılmaktadır. AKTS kredisi ise hedeflenen öğrenme çıktılarına ulaşabilmek amacıyla her bir dersin tamamlanması için gerekli öğrenci iş yükünü gösteren sayısal değeri ifade etmektedir. AKTS'nin en önemli özelliği, yurtdışında eğitim yapacak olan öğrencilerin, ev sahibi üniversitenin kendi öğrencileriyle birlikte derslere devam etmelerini sağlamasıdır. Böylece öğrencilerin, ev sahibi üniversitenin akademik hayatına aktif olarak katılımına olanak tanınmaktadır [8].

2.2. Hat Dengeleme Yaklaşımı ile Ders Planı Oluşturma

Montaj hattı dengeleme problemi ilk kez Bryton [9] tarafından tanıtılmış ve ilk akademik çalışma Salveson [10] tarafından yayınlanmıştır. Hat dengeleme, belirli bir üretim hızını sağlamak ve öncelik ilişkilerine uymak şartıyla, iş öğelerinin iş istasyonlarına dengeli olarak dağıtılması problemidir [11].

Montaj hatları, ürünlerin işlendiği iş istasyonlarından oluşmaktadır. İş istasyonları, ürünlere bazı işlemlerin yapıldığı yerler olarak tanımlanmaktadır. Ürünler, her istasyonda tamamlanan iki birim arasında geçen süre kadar kalmakta ve buna çevrim süresi denilmektedir [12]. Hat tasarlanırken, yapılan işler, her bir iş için gerekli süreler ve öncelik ilişkileri analiz edilmektedir. Bu analize dayanarak işler gruplanırken, aşağıdaki hedefler dikkate alınmaktadır:

1. Tanımlanan çevrim süresi için iş istasyonlarının sayısını en küçükleme,
2. Tanımlanan iş istasyonu sayısı için çevrim süresini en küçükleme [13].

Hat dengeleme problemlerinin çözümünde matematiksel modeller, sezgisel yöntemler gibi farklı yaklaşımlar kullanılabilir. Bu çalışma kapsamında farklı sezgisel yaklaşımların yer aldığı WINQSB yazılımından yararlanılmıştır.

WINQSB, Chang [14]'in geliştirdiği bir yazılım paketidir. Doğrusal programlama, dinamik programlama, kuyruk teorisi, proje çizelgeleme, tahminleme, çizelgeleme, stok kontrol, tesis tasarımı gibi çeşitli alanlarda Endüstri Mühendisliği problemlerini çözen 19 modülü içermektedir. Modüllerden birisi de Tesis Yeri Seçimi ve Yerleşimi (Facility Location and Layout-FLL)'dir. Programın "Hat Dengeleme" çözücüsü basit hat dengeleme problemini çözmeye 1000 işe kadar 12 sezgisel yöntem içermektedir. Bunlar *en az takip eden* (fewest followers-FF), *en az yakın takip eden* (fewest immediate followers-FIF), *ilk uygun olan* (first to become available-FBA), *son uygun olan* (last to become available-LBA), *en uzun işlem süresi* (longest process time-LPT), *en fazla takip eden* (most followers-MF), *en fazla yakın takip eden* (most immediate followers-MIF), *rassal* (random-R), *sıralanmış pozisyon ağırlıkları yöntemi* (ranked positional weight method-RPWM) ve *en kısa işlem süresi* (shortest process time-SPT)'dir. Bu yaklaşımların dışında WINQSB içerisinde, bir diğer sezgisel yöntem olan COMSOAL (Montaj Hattında İşlemlerinin Sıralanması için Bilgisayar Destekli Yöntem) da bulunmaktadır [15].

Hat dengeleme problemlerinde, COMSOAL'a çok az sayıda referans yapılmış [16, 17, 18, 19, 20] ve ders planı oluşturmak için hat dengeleme yaklaşımı erişilebilen çalışmalar içinde şimdiye kadar hiç çalışılmamıştır. COMSOAL, çok sayıda uygun çözümü hızlı bir biçimde üretmekte ve raporlanan sonuç olarak elde edilebilen çözümler içerisinde en iyisini kullanmaktadır.

COMSOAL, montaj hattı dengeleme problemine çözüm yaklaşımı olarak sunulan bilgisayar destekli bir sezgisel yaklaşımdır [21]. COMSOAL'un alt yapısındaki temel düşünce, uygun sıralamanın rassal olarak üretilmesidir. Böyle bir sıralama, mevcut istasyona uyacak her bir iş öğesine pozitif seçilme olasılığı atayarak ve daha sonra rassal olarak iş öğelerinden birini seçerek oluşturulur. Bu işlem, bütün iş öğeleri atanana kadar tekrar edilir [22]. COMSOAL'un uygulama adımları aşağıda verilmiştir [11]:

Adım 1. Bir A listesi hazırla. (İlk sütunda iş öğesinin numarasını, ikinci sütunda da öncelik diyagramında bundan hemen önce gelen iş öğelerinin sayısını veren bir liste)

Adım 2. Bir B listesi hazırla. (A listesinde, ikinci sütunu sıfır olan elemanların kümesini gösteren bir liste)

Adım 3. B'den rastgele bir eleman seç. (Bu elemanın süresi, çevrim süresinin aşılmasına neden olmasın.)

Adım 4. A ve B'yi güncelle. (Listeden bir elemanın çekilmesi öncelik ilişkilerini, atanma durumlarını ve kullanılan istasyon sürelerini etkileyecektir.)

Adım 5. B'den uygun (çevrim süresini zorlamayan) bir öğe daha seç.

Adım 6. Tüm öğeler, istasyonlara atanıncaya kadar Adım 4 ve 5'i tekrarla. Dengeleme gecikmesini hesapla.

Adım 7. Adım 1'den 6'ya kadar olan işlemleri, "yeteri kadar iyi bir çözüm" buluncaya veya bilgisayar süresi tükeninceye kadar tekrarla ve bulunan en iyi çözümü elde tut.

Çalışmada sıralanmış pozisyon ağırlıkları yöntemi de kullanılmıştır. Sıralanmış pozisyon ağırlıkları yöntemi, Helgeson ve Birnie [23] tarafından geliştirilmiş ve adımları aşağıda kısaca verilmiştir [24]:

Adım 1. Atanacak olan her bir işlem için pozisyon ağırlıkları (PA) hesaplanır. Burada PA, o işlemi yapmak için gereken süreyle ondan sonraki işlemleri yapmak için gereken sürelerin toplamıdır. İşlerin sırası öncelik ilişkileri diyagramıyla belirlenir.

Adım 2. İşlemler pozisyon ağırlığı en büyük olan elemandan en küçük elemana doğru sıralanır.

Adım 3. İşlemler sırayla istasyonlara atanmaya başlanır. En büyük ağırlığı olan ve ilk sıradaki elemandan başlanır.

Adım 4. Bir işlemin atanmasından sonra istasyon çevrim süresi dolmamışsa öncelik ilişkileri kuralını ihlal etmeyen ve çevrim süresini aşmayan sonraki iş elemanı da bu istasyona atanır.

Adım 5. Üçüncü ve dördüncü adımlar tüm işlemler istasyonlara atanana kadar tekrar edilir. Burada pozisyon ağırlığı hesaplama formülü $PA_j = t_j + \sum_{i \in B_j} t_j$ şeklindedir.

3. UYGULAMA

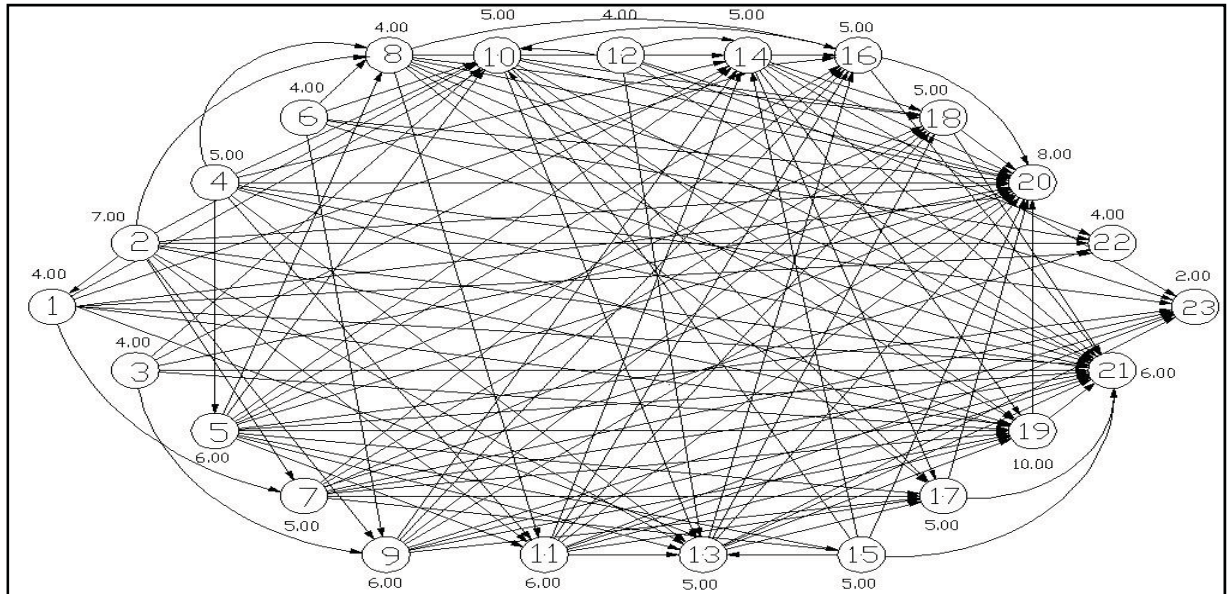
Dumlupınar üniversitesi, Bologna süreci ile ilgili çalışmalara 15 Mayıs 2009 tarihinde başlamıştır. Aynı zamanda Mühendislik Fakültesi ile Endüstri Mühendisliği Bölümü'nde uyum çalışmaları da başladı. İlk olarak, yönetimin farklı düzeyleri ile bilgilendirme toplantıları yapıldı. Daha sonra bölümde Bologna süreci ile uyum çalışmaları başlatılmış oldu.

Bu çalışmada montaj hattı dengeleme problemi, farklı bir alana uygulanmış ve üniversite öğrencileri için önemli olan bölüm derslerini hangi dönemde almaları gerektiği belirlenmeye çalışılmıştır. Endüstri Mühendisliği Bölümü derslerinden 5., 6., 7. ve 8. yarıyıl dersleri ele alınmıştır. 1., 2., 3. ve 4. yarıyıl dersleri Yüksek Öğretim Kurumu (YÖK) ve Mühendislik Fakültesi Dekanlığı tarafından belirlenmiştir. Tablo 1'de ele alınan dersler ve bu derslerin AKTS'leri görülmektedir. Derslerin AKTS'leri iş süreleri olarak değerlendirilmiştir.

Tablo 1. Derslerin AKTS'leri

Ders No	Ders Adı	AKTS
1	İş Etüdü	4
2	İstatistik	7
3	Maliyet Muhasebesi	4
4	Sistem Analizi	5
5	Yöneylem Araştırması I	6
6	Teknik Seçmeli I	4
7	Kalite Kontrol	5
8	Üretim Yönetimi	4
9	Mühendislik Ekonomisi	6
10	Sistem Benzetimi	5
11	Yöneylem Araştırması II	6
12	Teknik Seçmeli II	4
13	Tesis Tasarımı ve Planlaması	5
14	Üretim Planlama ve Kontrol	5
15	Teknik Seçmeli III	5
16	Teknik Seçmeli IV	5
17	Teknik Seçmeli V	5
18	Teknik Seçmeli VI	5
19	Mühendislik Çözümlenmeleri	10
20	Mühendislik Tasarımı	8
21	Mühendislik Projesi	6
22	Ergonomi	4
23	Yönetim ve Organizasyon	2

Öğrencilerin dersleri daha verimli öğrenebilmesi ve iş hayatında daha başarılı olabilmesi için derslerin öncelikleri belirlenmiştir. Bologna uyum süreci kapsamında hazırlanmış olan derslerin içerikleri bölüm yönetimi tarafından incelenmiş olup, içeriği açısından temel teşkil edecek olan dersler öncül olarak tanımlanmıştır. Bu öncelik ilişkisi Şekil 1'de gösterilmiştir. Örneğin, öğrenci İş Etüdü dersini alabilmek için öncesinde İstatistik dersini almış olması gerekmektedir.



Şekil 1. Derslerin öncelik ilişkisi

Şekil 1’deki ağırlık karışık yapısı nedeniyle derslerin ardılları Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2. Derslerin ardılları

Ders No	Ardıllar
1	7,10,13,14,19,20,21,22
2	1,7,8,9,10,11,13,19,20,21,22
3	9,10,14,19,20,21
4	5,8,10,11,13,14,19,20,21,23
5	8,10,11,13,14,15,16,17,18,19,20,21,23
6	8,9,10, 20,21,22
7	15,16,17,18,19,20,21,22,23
8	11,14,16,17,18,19,20,21,23
9	14,16,17,18,19,20,21,23
10	13,16,17,18,19,20,21
11	13,14,16,17,18,19,20,21,23
12	10,13,14,20,21,22
13	16,17,18,19,20,21,23
14	16,17,18,19,20,21,23
15	10,13,14,20,21
16	20,21
17	20,21
18	20,21
19	20,21
20	-
21	-
22	-
23	-

Bir akademik yarıyılıda tanımlanan AKTS kredisi toplamı 30 olduğu için çevrim süresi 30 olarak ele alınmıştır. Buna göre WINQSB’de yer alan sezgisel yöntemler kullanılarak Tablo 3’deki sonuçlar elde edilmiştir.

Tablo 3. WINQSB’deki sezgisel yöntemlerin karşılaştırılması

Hat dengeleme sonuçları	FF	FIF	FBA	LBA	LPT	MF	MIF	R	RPWM	SPT	COMSOAL
Dönem sayısı	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5	4
Toplam kullanılabilir AKTS	150	150	150	150	150	120	150	150	120	150	120
Toplam AKTS	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
Toplam kullanılmayan AKTS	30	30	30	30	30	0	30	30	0	30	0
Dengeleme gecikmesi (%)	20	20	20	20	20	0	20	20	0	20	0

Tablo 1’de listelenen derslerin, dört dönemde verilmesi gerekmektedir. Tablo 3’te verilen FF, FIF, FBA, LBA, LPT, MIF, R ve SPT sezgisel yöntemlerine ait sonuçlar, dersleri 5 döneme atadığı için Bologna süreci kapsamında uygun çözüm değildirler. MF, RPWM ve COMSOAL sezgisellerinden elde edilen sonuçlar, uygun gözükmemektedir. MF, RPWM ve COMSOAL sezgisellerinden elde edilen ders planları Tablo 4’te verilmektedir. Bu sezgisellerden elde edilen ders planları arasında fazla farklılık gözükmemektedir. Hangi planın daha uygun olduğunu bölüm yönetiminin tercihi belirleyecektir.

Tablo 4. MF, RPWM ve COMSOAL sezgisellerinden elde edilen sonuçlar

Dönem	COMSOAL	MF	RPWM
1	İstatistik	İstatistik	İstatistik
	Sistem Analizi	Sistem Analizi	Sistem Analizi
	Yöneylem Araştırması I	İş Etüdü	İş Etüdü
	Teknik Seçmeli I	Yöneylem Araştırması I	Yöneylem Araştırması I
	Teknik Seçmeli II	Teknik Seçmeli I	Teknik Seçmeli I
	Üretim Yönetimi	Üretim Yönetimi	Üretim Yönetimi

Tablo 4 . (Devamı) MF, RPWM ve COMSOAL sezgisellerinden elde edilen sonuçlar

Dönem	COMSOAL	MF	RPWM
2	Yöneylem Araştırması II	Kalite Kontrol	Kalite Kontrol
	İş Etüdü	Maliyet Muhasebesi	Maliyet Muhasebesi
	Kalite Kontrol	Teknik Seçmeli II	Teknik Seçmeli II
	Teknik Seçmeli III	Teknik Seçmeli III	Teknik Seçmeli III
	Maliyet Muhasebesi	Yöneylem Araştırması II	Yöneylem Araştırması II
	Mühendislik Ekonomisi	Mühendislik Ekonomisi	Mühendislik Ekonomisi
3	Üretim Planlama ve Kontrol	Sistem Benzetimi	Sistem Benzetimi
	Sistem Benzetimi	Tesis Tasarımı ve Planlaması	Tesis Tasarımı ve Planlaması
	Tesis Tasarımı ve Planlaması	Üretim Planlama ve Kontrol	Üretim Planlama ve Kontrol
	Mühendislik Çözümlenmeleri	Mühendislik Çözümlenmeleri	Mühendislik Çözümlenmeleri
	Teknik Seçmeli IV	Teknik Seçmeli VI	Teknik Seçmeli VI
4	Teknik Seçmeli VI	Teknik Seçmeli V	Teknik Seçmeli V
	Teknik Seçmeli V	Teknik Seçmeli IV	Teknik Seçmeli IV
	Mühendislik Tasarımı	Mühendislik Projesi	Mühendislik Tasarımı
	Mühendislik Projesi	Mühendislik Tasarımı	Mühendislik Projesi
	Ergonomi	Yönetim ve Organizasyon	Ergonomi
Yönetim ve Organizasyon	Ergonomi	Yönetim ve Organizasyon	

4.SONUÇLAR

Bu çalışmada Bologna uyum sürecinde karşılaşılan ders programı güncelleme probleminin çözümü için hat dengeleme yaklaşımı önerilmiştir. Derslerin AKTS'leri, öncüllük ilişkileri, dört dönem kısıtı ve dönemlik toplam 30 AKTS kısıtı göz önüne alındığında ders planı oluşturma problemi karmaşık bir hale gelmektedir. Bu karmaşık problem, yapısı gereği hat dengeleme problemi şeklinde ele alınmış ve bu bakış açısıyla oluşturulan hat dengeleme problemi WINQSB yazılımı yardımıyla on bir farklı sezgisel yöntem kullanılarak çözülmüştür. Bu yöntemlerin çözümlerinden sadece COMSOAL, MF ve RPWM sezgisellerinden elde edilen çözümler, uygun çözümler olarak elde edilmiştir. MF ve RPWM sezgisel yöntemlerinden aynı çözüm elde edilirken COMSOAL'dan farklı bir uygun çözüm bulunmuştur. Bu iki alternatif çözüm arasından bölüm yönetimi tarafından bir seçim yapılması gerekmektedir.

Bologna uyum sürecine tabi 47 ülkede bulunan üniversitelerdeki bütün bölümlerin önlisans, lisans, yüksek lisans ve doktora seviyelerinde güncellemeleri gereken ders planlarının sayısı düşünüldüğünde çalışmada ele alınan problemin yaygın bir problem olduğu ve bu karmaşık problemin geleneksel yöntemlerle çözümünün zor olduğu görülmüştür. Bu nedenle önerilen yaklaşım, yaygın bir problemin çözümü açısından önemlidir. Ders planı oluşturma problemi derslerin seçimi aşamasından başlanarak derslerin haftaya çizelgelenmesine kadar bir dizi karar problemini içermektedir. Eğitim, ülkelerin rekabet gücünü artırmada en önemli bileşenlerin başında geldiği için bu alanda alınacak kararların en iyi kararlar olması oldukça önemlidir. Sonuç olarak eğitime katılan bütün tarafların görüşleri alınarak yapılacak eniyileme çabaları, ülkelerin rekabet gücünü artıracaktır.

KAYNAKÇA

- [1] A.S. Astrian and D. de Werra, “A generalized class-teacher model for some timetabling problems”, *European Journal of Operational Research* 143, pp. 531–542, (2002).
- [2] R. Alvarez-Valdes, E. Crespo and J.M. Tamarit, “Design and implementation of a course scheduling system using tabu search”, *European Journal of Operational Research* 137, pp. 512–523, (2002).
- [3] J. Boronico, “Quantitative modelling and technology driven departmental course scheduling”, *Omega* 28, pp. 327–346, (2000).
- [4] Paechter B, “Cumming A. An evolutionary approach to the general timetabling problem”, *Rosycs Proceedings*, pp. 418–21, (1993).
- [5] G. Solotorevsky, E. Gudes and A. Meisels, “RAPS: a rule-based language for specifying resource allocation and timetabling problems”, *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering* 6 (1994).
- [6] Arous N, Abdallah S, Ellouze N., “Evolutionary potential timetables optimisation by means of genetic and greedy algorithms”, *IEEE International Conference on Intelligence, Information and Systems*, (1999).
- [7] M. Beynon, S. Rasmequan and S. Russ, “A new paradigm for computer-based decision support”, *Decision Support Systems* 33, pp. 127–142, (2002).
- [8] <http://bologna.yok.gov.tr/>, Erişim Tarihi: 13.05.2011.
- [9] B. Bryton, “Balancing of a Continuous Production Line”, M.S. Thesis, Northwestern University, Evanston, IL (1954).
- [10] M.E. Salveson, “The assembly line balancing problem”, *Journal of Industrial Engineering* 6 (3), pp. 18–25 (1955).
- [11] A. İşlier, “Üretim sistemleri: Kavramlar, değerlendirme, tasarım”, Osmangazi Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 123 s (1998).
- [12] K. Ağpak, ve H. Gökçen, “Assembly line balancing: Two resource constrained cases”, *Int. J. Production Economics* 96, 129–140 (2005).
- [13] İ. Baybars, “A survey of exact algorithms for the simple assembly line balancing problem”, *Management Science* 32 8, pp. 909–932 (1986).
- [14] Yih.-Long. Chang, “WinQSB: Decision support software for MS/OM”, John Wiley & Sons, Inc, New York (1998).
- [15] O. Kilincci, “Firing sequences backward algorithm for simple assembly line balancing problem of type 1”, *Computers & Industrial Engineering* 60 830–839, (2011).
- [16] E.J. Ignall, “A review of assembly line balancing”, *Journal of Industrial Engineering*, 16, 244-254 (1965).
- [17] A.A. Mastor, “An experimental investigation and comparative evaluation of production line balancing techniques”, *Management Science*, 16, 728-746 (1970).
- [18] R. Osman and O.N. Shing, “Assembly Line Balancing Using DBMS”, In: 1986 International Industrial Engineering Conference Proceedings (pp. 94-99) (1986).
- [19] E. Erel, and S.C. Sarin, “A survey of the assembly line balancing procedures”, *Production Planning and Control*, 9, 414–434 (1998).
- [20] A. Dolgui, B. Finel, F. Vernadat, N. Guschinsky and G. Levin, “A heuristic approach for transfer lines balancing”, *Journal of Intelligent Manufacturing*, 16(2), 159–172 (2005).

- [21] A.L. Arcus, “COMSOAL: A computer method of sequencing operations for assembly lines”, International Journal of Production Research, 4, 259-277 (1966).
- [22] L. Johnson and DC. Montgomery, “Operation Research in Production Planning, Scheduling and Inventory Control”, John Wiley&Sons, Inc (1973).
- [23] Helgeson, W. P., Birnie, D. P., “Assembly Line Balancing Using the Ranked Positional Weight Technique,” Journal of Industrial Engineering, 12(6), 384-398, (1961).
- [24] A.Y. Orbak, T.G. Cengiz, İ. Ulusoy, H.K. Akgöz, M. Kiriş ve G. İrice, “Bir Otomotiv Yan Sanayi Firmasında Tek Modelli ve Karışık Modelli Montaj Hattı Dengeleme Problemi”, Endüstri Mühendisliği Dergisi, Cilt:22, Sayı:1, Sayfa: (21-30), (2011).