

KAMUSAL BİNALARDA TEMİZLİK ÇİZELGELEME VE ÖRNEK UYGULAMA

Sultan ÜNLÜSOY, Tamer EREN*

¹Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kırıkkale, Türkiye

Anahtar Kelimeler

Temizlik Çizelgeleme,
Atama Problemi,
Tamsayılı Programlama
Modeli,
Paralel Makineli Çizelgeleme,
Toplam Tamamlanma Zamanı

Özet

Temizlik insan sağlığı açısından en önemli unsurlardan birisidir. Kamusal alanlar gibi birçok kişinin ortak olarak kullandığı alanlarda kişilerin kendilerini fiziksel ve psikolojik açıdan iyi hissetmesi, hastalıklardan ve enfeksiyonlardan korunması açısından temizlik daha da önem kazanmaktadır. Temizlik için personel, ekipman ve temizlik malzemelerini kapsayan maliyetler uzun vadede değerlendirildiğinde bu maliyetlerin büyük kısmını personellerin oluşturduğu görülmüştür. Çalışmada personellerin boşta beklemelerini minimize etmek için temizlik çizelgeleme problemi ele alınmıştır ve problemi çözmek için tam sayılı programlama modeli kullanılmıştır. Model ILOG CPLEX 12.6.2.0 paket programı ile çözülmüştür. Sonuçta bu çalışma ile temizlenecek alanların; günlük olarak hangi sırada ve hangi personel tarafından temizleneceği tespit edilmiştir.

CLEANING SCHEDULE IN PUBLIC BUILDINGS AND A CASE STUDY

Keywords

Cleaning scheduling,
Assignment problem,
Integer programming model,
Parallel machine scheduling,
Total completion time

Abstract

Hygiene is one of the most important elements of individual health. In order for people to feel physically and psychologically well in public spaces where they share with many others, hygiene becomes even more prominent. When the hygiene expenses including staff, equipment and cleaning supplies are evaluated in the long term, it has been observed that the staff constitutes a big part of these expenses. This work deals with the staff schedule problem in order to minimize the idle moments of the staff and uses integer programming model as a solution. The model has been solved with ILOG CPLEX v12.6.2.0 software package. In conclusion, with this work it has been identified by whom, in which order and day the areas needing cleaning are supposed to be cleaned.

1. Giriş

Kişilerin verimli çalışması, kendini rahat hissetmesi ve sağlığı açısından temizlik vazgeçilmez unsurlardandır. Kamusal alanlar gibi birçok kişinin ortak olarak kullandığı alanlarda temizlik çok daha önemli bir hal almaktadır. Kamu kuruluşlarında temizlik departmanları için personel, ekipman ve temizlik malzemelerini kapsayan maliyetler yıllık bazda değerlendirildiğinde en fazla maliyetin personel kaleminde olduğu görülmüştür. Personellerin mesai içerisinde boşta beklemeleri personel için katlanılan maliyetlerin karşılığını bulamaması anlamına gelmekte, kaynak israfına girmektedir.

Çalışmada temizlik personellerinin günlük çalışma çizelgesinin yapılmış ve boşta bekleme sürelerini minimize edilmiştir. Çizelgelemeyi yaparken çalışan sayısını, temizliği yapılacak alan boyutlarını aynı

zamanda fakülte bünyesindekilerin (öğrenci, öğretmen, memur) tercihlerini dikkate alarak memnuniyetlerini ve çalışan memnuniyetini ve verimliliğini arttırmak amaçlanmıştır. Çizelgeleme için gereken m² bilgileri AutoCAD 2007 programıyla elde edilmiş ve bu bilgiler tam sayılı programlama modelinde kullanılmıştır. Çalışma kapsamında Kırıkkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi A blok için bir model oluşturulmuş ve ILOG CPLEX v12.6.2.0 paket programı ile çözülmüştür. Sonuçta bu çalışma ile temizlenecek alanların; gün bazında hangi sırada, hangi personel tarafından temizleneceği tespit edilmiştir.

Çalışma planı şu şekildedir: ikinci bölümde paralel makineli çizelgeleme ile ilgili yapılan çalışmalara yer verilmiştir. Problemin tanımlanması üçüncü bölümde anlatılmıştır. Dördüncü bölümde ise örnek uygulamadan bahsedilmiştir. Son bölümde ise yapılan

* İlgili yazar / Corresponding author: teren@kku.edu.tr

çalışma anlatılmış ve gelecekte uygulanabilecek alanlar hakkında bilgi verilmiştir.

2. Bilimsel Yazın Taraması

Günümüzde artan rekabet koşullarının da etkisiyle çizelgeleme çalışmaları son dönemlerde gittikçe artmıştır. Bilimsel yazın incelendiğinde bu çalışmada hem paralel makineli çizelgeleme ve personel çizelgeleme başlıkları altında incelenebileceği görülmüştür. valandaki çeşitli çalışmalar şunlardır;

Lawler ve Labetoulle (1978), paralel makineli çizelgelemede maksimum gecikme ve işlem maliyetini enküçükleme problemini doğrusal programlama modeli kullanarak çözmüşlerdir. Aynı tip çizelgeleme için Emmons (1987), ortalama erken bitirme ve ortalama gecikme problemi için bir algoritma önermiştir. Sundararaghavan ve Ahmed (1990), *P* tipi olan ortalama erken bitirme ve ortalama gecikme problemiyle uğraşmışlardır. Alidaee ve Ahmedian (1993), toplam işlem maliyeti ile toplam akış zamanını enküçükleme problemini, toplam işlem maliyeti ile toplam ağırlıklı erken bitirme ve ağırlıklı gecikmeyi enküçükleme problemlerini incelemiştir. Bu iki problemi polinom zamanda ulaştırma probleminden faydalanarak çözmüşlerdir. Cheng ve Chen (1994), paralel makine çizelgeleme problemini polinom zamanda çözen bir algoritma önermişlerdir. Suresh ve Chaudhuri (1994), maksimum tamamlanma zamanı ve maksimum gecikmeyi enküçükleme problemini tabu arama yöntemiyle çözmüşlerdir. Problemlerinde 40 iş ve 10 makinaya kadar problemi çözüp sonuçları göstermişlerdir. Güner (1994), tek makineli sistemler için çok ölçütlü çizelgeleme algoritmaları uygulanmıştır. Mohri vd. (1999), iki ve üç paralel makina için maksimum tamamlanma zamanı ve maksimum gecikmeyi enküçükleme problemini incelemiştir. Huarng (1999), personel çizelgelemede hemşirelerin zaman kaybını minimize etmek, memnuniyetlerini arttırmak ve tercihlerini değerlendirebilmek için bilgisayar destekli bir çizelgeleme aracı tasarlamıştır. Gupta ve Ruiz-Torres (2001), NP-zor problem olan, toplam akış zamanı kısıtı altındaki maksimum tamamlanma zamanı problemini incelemişler ve sezgisel bir yöntem sunmuşlardır. Demir ve Demirkol (2001), paralel sanal makine mekanizmalarının paralel sistemlere uyarlanmasını uygulamıştır; çalışmada, paralel mimariler için geliştirilmiş Paralel Virtual Makineler incelenmiştir. Bu makineler, çalışma prensibi itibari ile mimari açıdan paralel sistemlere benzemektedirler. Yapı olarak ne bir işletim sistemi ne de bir programlama dilidir. Bu çalışmada, söz konusu benzerlik ilişkileri, Paralel Virtual Makinelerin Master-Slave prensibine göre analiz edilmiştir. Basit bir faktöriyel hesabının paralel sistemlere adaptasyonu ile ilgili benzerlik test edilmiştir. Eren ve Güner (2002), tek ve paralel makineli problemlerde çok ölçütlü çizelgeleme problemleri için bir literatür taraması uygulamıştır. Eren ve Güner (2004),

öğrenme etkisinin iki ölçütlü paralel makineli çizelgeleme problemlerinde uygulanması. Bu çalışmada da paralel makinede öğrenme etkili toplam tamamlanma zamanı ve maksimum tamamlanma zamanının ağırlıklı toplamının en küçükleme için önerilen tam sayılı programlama modeli verilmiştir. Eren ve Güner (2005), iki ölçütlü paralel makineli çizelgeleme problemi: maksimum tamamlanma zamanı ve maksimum erken bitirme uygulamıştır. Bu çalışmada iki ölçütlü paralel makineli çizelgeleme problemi incelenmiştir. Ele alınan performans ölçütleri maksimum tamamlanma zamanı ve maksimum erken bitirmedir. Özcan (2005), hemşire çizelgeleri için memetik algoritmaları kullanmıştır. Eren (2008), farklı geliş zamanlı öğrenme etkili paralel makineli çizelgeleme problemi uygulamıştır. Bu çalışmada m özdeş paralel makineli çizelgeleme problemi farklı geliş zamanlı durumda incelenecektir. Problemin amaç fonksiyonu maksimum tamamlanma zamanı en küçükleme. Brunner vd. (2009), bir hastanedeki psikiyatrislerin vardiya çizelgeleme problemini araştırmışlardır. İşler vd. (2010), öğrenme etkili erken/geç tamamlanma çizelgeleme problemleri için bir literatür araştırması uygulamıştır. Kocamaz ve Çiçekli (2010), paralel makinelerin genetik algoritma ile çizelgelemede mutasyon oranının etkinliği uygulanmıştır. Altıparmak tezinde (2010), çorap imalatında paralel makine çizelgeleme metodu ve iş akışında darboğaz yönetimini uygulamıştır, işletmede planlama fonksiyonunu iyileştiren ve etkinleştiren paralel makine çizelgeleme yöntemi incelenmiş ve uygulama örneğine yer verilmiştir. Çevikcan (2010), paralel makinelerde iş yüküne yönelik üretim kontrolü ilkesi altında ürün tasarımı ile iş çizelgelemenin bütünleştirilmesini uygulamıştır. Tez çalışması kapsamında geliştirilen metodolojinin geçerliliğinin sınanması açısından kablo takımı üretken bir firmada uygulamaya yer verilmiştir. Söz konusu metodoloji, uygulandığı kablo takımı üretim sisteminde hazırlık sürelerinin düşürülmesi ve iş serbest bırakma yönünden önemli kolaylıklar ve faydalar sağlamıştır. Olive (2010) yaptığı çalışmada bir işletmede personel çizelgeleme problemi için matematiksel bir model önermiştir. Aslan vd. (2011), sıra bağımlı hazırlık zamanlı paralel makinelerde çizelgelemede bir tekstil işletmesini uygulamıştır. Bu çalışmada bir tekstil fabrikasındaki sıra bağımlı hazırlık zamanlı paralel makinelerde çizelgeleme problemi ele alınmıştır. Söz konusu tesiste ürün çeşitliliği çok fazladır ve ürün grupları arasında sıra bağımlı hazırlık zamanları vardır. Fabrikanın boyahane bölümünde boya sonrası işlemlerin gerçekleştirildiği 3 adet paralel ramız makinesi darboğaz oluşturmaktadır. Bu darboğazdan dolayı siparişler gecikmekte bu da plansız ek vardiyalar konulmasına neden olmaktadır. Bu nedenle makinelerin kullanım oranlarının artırılması ve siparişlerdeki gecikmelerin azaltılması için bu makineler üzerinde bir çizelgeleme çalışması yapılmıştır. Oğuz ve Özkarahan (2012), paralel makinelerde işlerin ve makine operatörlerinin birlikte

çizelgelenmesi probleminde çözüm yaklaşımları uygulanmıştır. Bu çalışmada işlerin ve operatörlerin paralel makineler boyunca çizelgelenmesini gerektiren bir gerçek yaşam problemi ele alınmıştır. Operatörler, makineleri izlemek, ürünleri çıkarmak, ürün üzerindeki fazlalıkları almak vb. işlemlerle sorumludur. Bu işlemler, herhangi bir ürünün işleme süresinin tamamı boyunca bir operatörün makine başında durmasını gerektirmeyebilir. Bu kapsamda, ele alınan problemin yazındaki benzer çalışmalardan önemli bir farkı; bir operatörün belli zaman dilimleri boyunca birden fazla makineye atanabilmesi özelliğidir. Eren (2012), makine-bağımlı bozulma etkili paralel makineli çizelgelemede toplam yüklemeyi minimize etmeyi uygulamıştır.

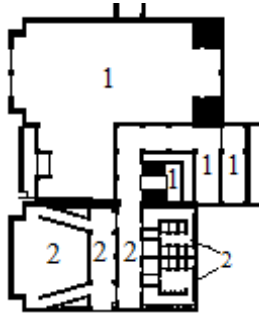
3. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada Kırıkkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi A bloktaki temizlik işlemi ele alınmıştır. Temizlik çizelgeleme ile fakültenin en verimli şekilde temizlenmesi için atama modeli kullanılmıştır. Atama modeli ile hangi alan hangi personel tarafından hangi sırada yapılacağını bilmesi amaçlanmıştır. Ele alınan problem paralel makineli çizelgeleme probleminde benzetilmiştir.

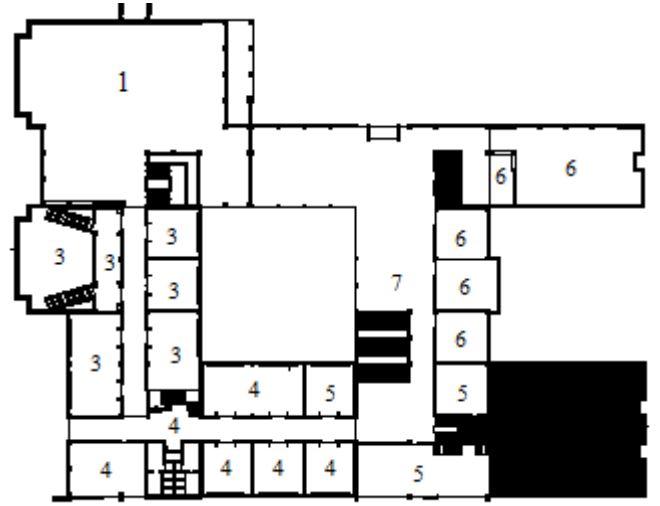
Problem, herhangi bir işçinin herhangi bir işi yapabilir durumda olduğu 8 makineli 48 işli paralel makine çizelgeleme problemi olarak ele alınmıştır. Çalışmada makineler temizlik personelleri, işler ise gruplanan alanlar olarak uyarlanmıştır. Bunlara ek olarak, işler, personellerden herhangi birisine atanabilmektedir, özel bir kısıt bulunmamaktadır. Amaç toplam tamamlanma zamanını günlük bazda minimize etmektir.

3.1. Temizlik İşlemi İle İlgili Unsurların Belirlenmesi

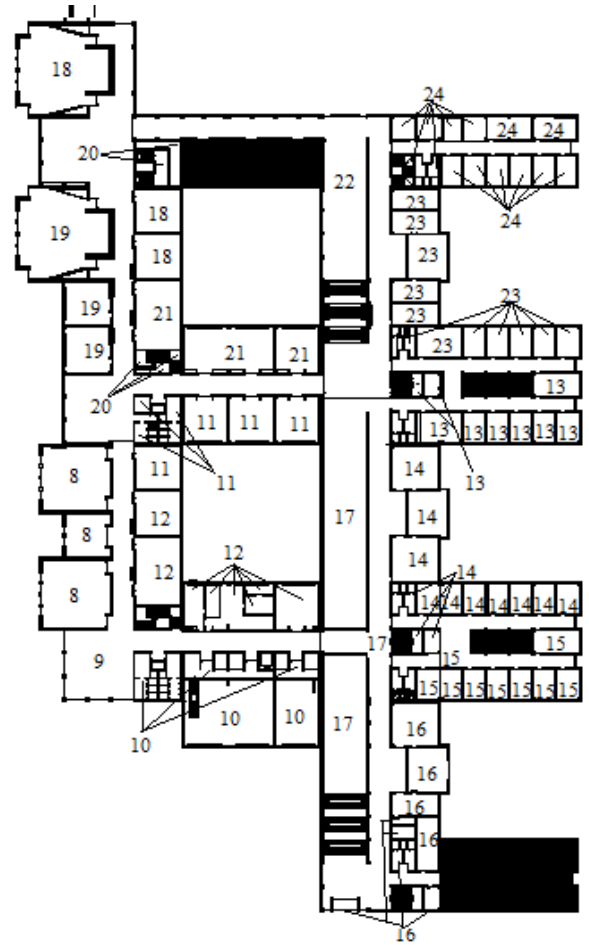
Temizlik çizelgeleme çalışmasının yapıldığı Kırıkkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi A blok, 9875,608m² büyüklüğünde bir alan olması sebebiyle birbirlerine yakın olan alanlar gruplanarak toplamda 48 alana ayrılmıştır. Gruplanan alanlar aşağıda gösterilmektedir.



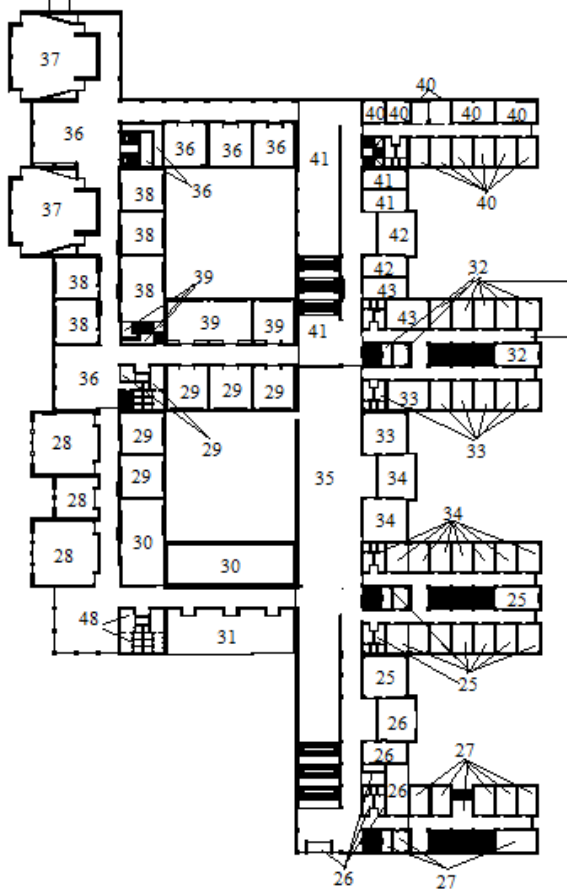
Şekil 1. Zemin kat için gruplanan alanların gösterimi



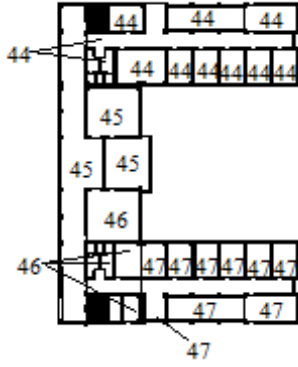
Şekil 2. 1. kat için gruplanan alanların gösterimi



Şekil 3. 2. kat için gruplanan alanların gösterimi



Şekil 4. 3. kat için gruplanan alanların gösterimi



Şekil 5. 4. kat için gruplanan alanların gösterimi

Gruplanan alanların m² bilgileri AutoCAD 2007 paket programı yardımıyla elde edilmiştir. Personelin ve temizlik için gerekli araç- gereçlerin hazırlanması ve taşıma süreleri temizlik zamanına dahil edilmiştir. Temizlenecek alan tipleri ve büyüklüklerine göre ortalama işlem süreleri Tablo-1'de verilmiştir.

Tablo 1. Alan tipleri ve büyüklüklerine göre ortalama işlem süreleri

Alan tipi	İşlem boyutu (m ²)	İşlem süresi (dk)
Sınıf	1- 20	10
	21- 40	15
	41- 60	20
	61- 80	25
	81- 100	30
	101- 120	35
	121- 140	40
	141- 160	45
	161- 180	50
Laboratuar	181- 200	55
	1- 20	10
	21- 40	10
	41- 60	15
	61- 80	20
	81- 100	25
	101- 120	30
Amfi	121- 140	35
	0- 50	10
	51- 100	20
	101- 200	30
Ofis	>201	40
	1- 10	5
	11- 20	10
	21- 30	15
	31- 40	20
Koridor	41- 50	25
	1- 50	10
	51- 100	20
	101- 150	30
Tuvalet	151- 200	40
	>201	50
	0-20	10
	21- 40	20
	41- 60	30

3.2. Matematiksel Model

Temizlik çizelgeleme ile fakültenin en verimli şekilde temizlenmesi için atama modeli kullanılmıştır. Atama modeli ile hangi alan hangi personel tarafından hangi sırada yapılacağını bilmesi amaçlanmıştır. Ele alınan problem paralel makineli çizelgeleme problemine benzetilmiştir.

Problem varsayımları:

- Mesai saatlerinin 7:30-17:00 olduğu,
- Hafta içi 09.00-09.30 arası 12:00-13:00 (çay molası ve öğle arası) çalışılmadığı,
- İşler yapılırken öğle arası veya çay molasına denk gelmesi durumunda işçi mola bitiminde kaldığı yerden devam edebilmektedir,

- Problem çözülürken işlerin tatil gününe ve resmi tatillere denk gelmediği,
- İşçilerin hepsinin çalışır durumda olduğu (izin kullanmadığı),
- Temizlik sırası gelen alanlarda ders, sınav veya toplantı olmadığı,
- Tüm işçilerin özdeş olduğu varsayılmıştır.
- Hazırlık ve taşıma süreleri işlem sürelerine dahil edilmiştir.

Parametreler:

i	temizlenecek alan indeksi	$i = 1, \dots, 48.$
j	personel indeksi	$j = 1, \dots, 8.$
k	temizleme sırası indeksi	$k = 1, \dots, 6.$
p_i	temizlenecek i alanının operasyon süresi $i = 1, \dots, 48.$	
n_j	j . personelin yapacağı iş sayısı	$j = 1, \dots, 6.$

Karar değişkeni:

$$X_{ijk} = \begin{cases} 1, & i. \text{ alan } j. \text{ personel tarafından temizleniyor ise} \\ 0, & \text{diğer durumda} \end{cases}$$

$$i = 1, \dots, 48 \quad j = 1, \dots, 8 \quad k = 1, \dots, 6$$

Amaç fonksiyonu:

$$\text{Min } \sum_{i=1}^{48} \sum_{j=1}^8 \sum_{k=1}^6 (p_i)(k - j + 1)x_{ijk} \quad (1)$$

Kısıtlar:

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

$$\sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^n x_{ijk} = 1 \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

$$X_{ijk}: 0 \text{ veya } 1 \quad i = 1, \dots, m \quad j, k = 1, \dots, n \quad (4)$$

(1) nolu denklem amaç fonksiyonu operasyonların tamamlanma zamanlarını toplamını minimize etmektedir. (2) nolu denklem bir personelin aynı zamanda yalnız bir alanı temizlemesi koşulunu sağlamaktadır. (3) nolu denklem bir hasta gün içinde sadece bir pozisyonda operasyon görebildiğini göstermektedir. (4) nolu denklem, işler bölünemediğinden dolayı, 0-1 değişkeni tanımlamaktadır.

4. Model Bulguları

ILOG CPLEX 12.6.2.0 programı kullanılarak bulunan sonuçlar Tablo 2'de verilmiştir. Burada her personelin hangi sırada hangi alanı temizleyeceği gösterilmiştir.

Tablo 2. Temizlik çizelgeleme sonuçları

Personel	Temizlenecek alan sıralaması					
	1. Sıra	2. Sıra	3. Sıra	4. Sıra	5. Sıra	6. Sıra
1. İşçi	39	41	46	47	29	40
2. İşçi	28	37	42	33	38	44
3. İşçi	22	19	35	32	34	25
4. İşçi	17	31	27	24	26	23
5. İşçi	43	30	18	12	16	16
6. İşçi	45	20	8	11	15	14
7. İşçi	48	9	21	10	5	6
8. İşçi	7	7	2	4	3	36

Temizlik işleri yapılırken bu çizelge kullanıldığında toplam tamamlanma zamanı günlük 10.200 dk ve verimlilik %95 olmaktadır. Böylece bloktaki tüm bölgeler temizlenmiş olup herhangi bir gecikme durumu yaşanmamış olmakta, hizmet kalitesi artmakta aynı zamanda gün içinde boşta bekleme zamanları minimize edilmiştir olmaktadır.

Tablo 3. Temizlik çizelgeleme sonuçları

Personel	Temizlenecek alanların bulunduğu kat					
	1. Sıra	2. Sıra	3. Sıra	4. Sıra	5. Sıra	6. Sıra
1. İşçi	3	3	4	4	3	3
2. İşçi	3	3	3	3	3	4
3. İşçi	2	2	3	3	3	3
4. İşçi	2	3	3	2	3	2
5. İşçi	3	3	2	2	2	2
6. İşçi	4	2	2	2	2	2
7. İşçi	3	2	2	2	1	1
8. İşçi	1	1	2	1	1	3

Yukarıdaki tabloda da görüldüğü gibi elde edilen sonuçlarda katlar arası geçişler de minimize edilmiştir böylece geçişlerde yaşanacak vakit kaybı da ortadan kaldırılmıştır.

5. Sonuç ve Tartışma

Artan öğrenci sayısı beraberinde temizlik ve buna ayrılan maliyetler için artan bir talep öngörmektedir. Bu durum zamanlama ve planlamayı zorunlu kılmaktadır. Üniversite gibi kamu alanlarında çizelgeler oluşturulmakta fakat temizlik sürelerinin birbirinden farklı olması sebebiyle çizelgeleme işlemi çok daha zor bir hal almaktadır ayrıca bu çizelgeler oluşturulurken alan boyutları ve kirlenme oranları genelde ihmal edilmektedir. Bu da çizelgede dengesiz dağılımlara ve hizmet performansının olumsuz yönde etkilenmesi anlamına gelmektedir.

Çalışmada yapılan temizlik çizelgelemesi ile bir gün içinde hangi alanın, hangi sırada, hangi personel

tarafından temizleneceği atama modeli ile belirlenmiştir. Bundan sonraki çalışmalarda daha büyük sistemler incelenebileceği gibi sezgisel yaklaşımlarla alternatif çözümlerde üretilebilir. Ayrıca bu model, oteller ve hastaneler gibi temizliğin büyük önem taşıdığı yerlerde de uygulanabilir.

Conflict of Interest / Çıkar Çatışması

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

No conflict of interest was declared by the authors.

KAYNAKLAR

Ahmed, M.U., Sundararaghavan, P.S., 1990. Minimizing the Weighted Sum of Late and Early Completion Penalties in A Single Machine. *Iie Transactions*, 22(3), 288-290.

Alidaee, B. ve Ahmadian, A., 1993. Two Parallel Machine Sequencing Problems Involving Controllable Job Processing Times. *European Journal of Operational Research*, 70(3), 335-341.

Altıparmak, E., 2010. Çorap İmalatında Paralel Makine Çizelgeleme Metodu Ve İş Akışında Darboğaz Yönetimi. Doktora Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Türkiye.

Aslan, E., Yiğit, A.M., Karkacier, O. 2011. Sıra Bağımlı Hazırlık Zamanlı Paralel Makinelerde Çizelgeleme: Bir Tekstil İşletmesi Uygulaması. XI. Üretim Araştırmaları Sempozyumu 23-24 Haziran, 62-70.

AutoCAD® v2007.

Brunner JO, Bard JF. ve Kolisch R., 2009. Flexible Shift Scheduling of Physicians. *Health Care Management Science*, 12(3), 285-305.

Cheng, T.C.E., Chen, Z.L., 1994. Parallel- Machine Scheduling Problems With Earliness and Tardiness Penalties. *Journal of the Operational Research Society*, 685-695.

Çevikcan, E., 2010. Paralel Makinalarda İş Yüküne Yönelik Üretim Kontrolü İlkesi Altında Ürün Tasarımı İle İş Çizelgelemenin Bütünleştirilmesi. Doktora Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Türkiye.

Demir, Z. ve Demirkol, A., 2001. Paralel Sanal Makine Mekanizmalarının Paralel Sistemlere Uyarlanması. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 7(2), 229-233.

Emmons, H., 1987. Scheduling To A Common Due Date On Parallel Uniform Processors. *Naval Research Logistics (NRL)*, 34(6), 803-810.

Eren, T. ve Güner, E., 2002. Tek ve Paralel Makinalı Problemlerde Çok Ölçütlü Çizelgeleme Problemleri İçin Bir Literatür Taraması, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 17(4).

Eren, T. ve Güner, E., 2004. Öğrenme Etkisinin İki Ölçütlü Paralel Makinalı Çizelgeleme Problemlerinde Uygulanması. YA/EM'2004, XXIV. Ulusal Kongresi, Gaziantep- Adana, s. 473-475, 15-18 Haziran.

Eren, T. ve Güner, E., 2005. A Multicriteria Flowshop Scheduling Problem with Setup Times: Makespan, Maximum Tardiness and Maximum Earliness. 9th International Research/Expert Conference on Trends in the development of Machinery and associated Technology, Antalya, Turkey, p.1517-1520, September 26-30,

Eren, T., 2008. Farklı Geliş Zamanlı Öğrenme Etkili Paralel Makineli Çizelgeleme Problemi. *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, 3(4).

Eren, T., 2012. Makine-Bağımlı Bozulma Etkili Paralel Makineli Çizelgelemede Toplam Yüklemeyi Minimize Etme. *International Journal of Engineering Research and Development*, 4(1), 22.

Gupta, J.N.D. ve Ruiz- Torres, A.J., 2001. A Listfit Heuristic for Minimizing Makespan on Identical Parallel Machines. *Production Planning & Control*, 12(1), 28-36.

Güner, E., 1994. Tek Makinalı Sistemler İçin Çok Ölçütlü Çizelgeleme Algoritmaları. Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi, Türkiye.

Huarng F., 1999. A Primary Shift Rotation Nurse Scheduling Using Zero-One Linear Goal Programming. *Computers in Nursing*, 17 (3), 135-144.

IBM ILOG CPLEX v12.6.2: User's manual for Cplex, available from www.ibm.com; 2009.

İşler, M.C., Toklu, B., Çelik, V., 2010. Öğrenme Etkili Erken/ Geç Tamamlanma Çizelgeleme Problemleri İçin Bir Literatür Araştırması. Pamukkale University Journal of Engineering Sciences, 15 (2).

Kocamaz, M., Çiçekli, U. G., 2010. Paralel Makinaların Genetik Algoritma İle Çizelgelenmesinde Mutasyon Oranının Etkinliği/Efficiency Of Mutation Rate For

Parallel Machine Scheduling With Genetic Algorithm. Ege Akademik Bakış, 10(1), 199.

Lawler, E. L., Labetoulle, J., 1978. On Preemptive Scheduling Of Unrelated Parallel Processors By Linear Programming. Journal of the ACM (JACM), 25(4), 612-619.

Mohri, S., Masuda, T., Ishii, H., 1999. Bi-Criteria Scheduling Problem On Three Identical Parallel Machines. International Journal of Production Economics, 60, 529-536.

Olive J.T, 2010. Bir İmalat Firmasında Personel Çizelgeleme Problemi İçin Bir Matematiksel Model Önerisi. Doktora Tezi. İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ, TÜRKİYE., Türkiye.

Oğuz, C. ve Özkarahan, İ., 2012. Paralel Makinelerde İşlerin Ve Makine Operatörlerinin Birlikte Çizelgelenmesi Problemine Çözüm Yaklaşımları. Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 27(3).

Özcan, E., 2005. Memetic Algorithms for Nurse Rostering. Lecture Notes in Computer Science, ISCIS 2005 (pp. 482-492). Springer Berlin Heidelberg.

Suresh, V., Chaudhuri, D., 1994. Minimizing Maximum Tardiness for Unrelated Parallel Machines. International Journal of Production Economics, 34(2), 223-229.