

## HASTANE İŞ AKIŞ VE YERLEŞİM DEĞERLENDİRMESİ\*

### *Layout and Work Flow Evaluation in A Hospital*

Nüzhet Akın TÜRKMEN  
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

S. Noyan OĞULATA  
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

### ÖZET

Hastaneler pek çok bölümden oluşan genellikle çok katlı servis üniteleridir. Endüstriyel tesislerin nasıl ki daha etkin ve verimli çalışması için iş akışlarının iyileştirilmesine ve uygun yerleşim planlarına gereksinimi varsa, aynı şekilde hastanelerinde iyi organize edilmeleri, daha iyi hizmet için basit prosedürlerle çalıştırılmaları ve hasta akışlarıyla uyumlu bir yerleşim düzenine sahip olmaları beklenmektedir. Yoğun hasta sayısı, hastane içindeki akış yoğunluğunu ve koridorlardaki trafik akışını olumsuz etkilemektedir. Bununla birlikte, kötü bir yerleşim ve karmaşık hasta tedavi prosedürleri de hastane içindeki trafik akışlarını ve yoğunluklarını olumsuz etkileyebilmektedir. Sonuçta hasta bekleme zamanları ve bölümler arası ulaşım mesafeleri uzamakta, koridor yoğunluğu ve kalabalık artarak istenmeyen durumlara yol açabilmektedir. Bu çalışmada bir Hastane örneğinde akış ve yerleşim problemlerinin nasıl analiz edileceği üzerinde durulmuştur. Elde edilen veriler daha iyi yerleşim planları elde etmek amacıyla LayOPT programında kullanılmıştır. İlgili örnek üzerinden elde edilen bulgular yorumlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Bilgisayar destekli yerleşim teknikleri, tesis planlama, sağlık kuruluşları

### ABSTRACT

Hospitals are multi-floor facilities which consist of several departments. Industrial plants need improved work flow and suitable layout plan to act more effectively, so do hospitals need to work according to simple procedures and layout plan which are appropriate with the patient flow in order to serve better. Large number of patients have bad effects on hospital flow and corridor traffic. In addition a bad layout plan and the complexity of the patient treating procedures badly affect the traffic flow and density in the hospital. As a consequence patient waiting times and transportation distance between departments gets larger, corridor density and crowd create unwanted situations. In this study, considered how flow and layout problems could be analyzed on a hospital example. Datas obtained used on LayOPT layout optimization program to have more efficient layout results. Datas obtained from the example interpreted.

**Keywords:** Computer aided layout techniques, facility planning, health facilities

---

\* Yüksek Lisans Tezi - MSc. Thesis

## **Giriş**

Sağlık kuruluşlarının geliştirilmesi toplum refahının artırılmasında büyük rol oynamaktadır. Doğru ve düzgün planlanarak kurulan sağlık kuruluşlarında, özellikle hastanelerde, verilen sağlık hizmetinin kalitesi ve verimliliği artar.

İhtiyaçlara ve bir amaca yönelik planlanmayan tesisler etkisiz ve verimsiz kalmaktadır. İyi bir yerleşim planlaması tesisin verimli ve etkili çalışması için hayati önem taşımaktadır. Bu tezde hastaneler servis veren üretim sistemleri olarak ele alınmıştır.

Bölümler arasındaki fiziksel ilişkiyi sağlayacağı için yerleşim planlaması tesis tasarımında çok kritik yer teşkil etmektedir.

Yerleşim planlaması problemi konusunda literatürde birçok kaynak mevcuttur. Bu kaynakların birçoğu endüstri mühendislerinin yerleşim planlaması problemini çözmek için 1900'lerin başından beri yaptığı çalışmalarıdır. Analitik yaklaşımlar yalnızca son zamanlarda geliştirildiği için geleneksel çözüm yöntemleri büyük çoğunlukla deneysel yaklaşımlara dayanmaktadır.(İşlier, 1997)

Bir tesisin yerleşim stratejisi tüm strateji planı ele alınarak yapılmalıdır. Ürün, üretim, pazarlama, yönetim ve insan kaynakları planları tesis yerleşiminden etkilenecektir ve aynı zamanda tesis yerleşimini etkileyecek unsurlardır.

Yakın zamandaki yerleşim planlama araştırmaları planlamacıya alternatif yerleşim planları yapmasına yardımcı olacak bilgisayar programları geliştirmek üzerinedir. Genelde kullanılan programlar detaylı yerleşim planları yerine blok yerleşim planları çıkarmaktadır. Bilgisayar destekli yerleşim planlama algoritmaları kullanılarak bir yerleşim problemine çeşitli alternatif çözümleri hızlıca üretmek mümkündür. Sonuç olarak bilgisayar destekli algoritmalar geleneksel tesis yerleşimi yaklaşımlarından analitik yaklaşımlara yönelmeyi sağlamaktadır.

Yakın zamandaki yerleşim planlama araştırmaları planlamacıya alternatif yerleşim planları yapmasına yardımcı olacak bilgisayar programları geliştirmek üzerinedir. Genelde kullanılan programlar detaylı yerleşim planları yerine blok yerleşim planları çıkarmaktadır. Bilgisayar destekli yerleşim planlama algoritmaları kullanılarak bir yerleşim problemine çeşitli alternatif çözümleri hızlıca üretmek mümkündür. Sonuç olarak bilgisayar destekli algoritmalar geleneksel tesis yerleşimi yaklaşımlarından analitik yaklaşımlara yönelmeyi sağlamaktadır. (Francis & White, 1974).

## **Materyal ve Metot**

### **Materyal**

Bu çalışmada kullanılan veriler Etimesgut Askeri Hastanesi arşivi verileridir. Bir üretim tesisinde, taşıma maliyeti çok önemli bir faktördür. Fakat bir hastanede maliyet kriteri çok öne çıkan bir faktör değildir. Hastanede esas göz önünde bulundurulması gereken hastalardır. Çünkü bütün operasyonlar hastalar üstüne uygulanmaktadır ve hastane içindeki hareketler (malzeme, personel, belge vb.)

hastalarla ilişkilidir. Bu yüzden maliyet kriteri olarak hasta hareketleri ele alınmalıdır.

Etimesgut Hava Hastanesinde 12 ayda 3842 hasta bakılmıştır. Bu hastalar, hastalıkları ile ilgili çeşitli bölümlerde tedavi görmüşlerdir. Burada ana amaç hastaların toplam kat etmesi gereken yolu en aza indirmektir.

#### **Türk Silahlı Kuvvetleri Sağlık Hizmetlerinin İlke ve Prensipleri**

1. Sağlık hizmetlerinin Genelkurmay Başkanlığınca Milli Savunma Bakanlığı, Sağlık Bakanlığı ve ilgili diğer milli ve uluslararası kurum ve kuruluşlarla koordine edilerek planlanması ve yönlendirilmesi esastır. Bu hususların yerine getirilmesinden Kuvvet Komutanlıkları, Jandarma Genel Komutanlığı, Sahil Güvenlik Komutanlığı sorumludur.
2. Sağlık hizmetlerinde etkinlik ve kalitenin artırılabilmesi için yeterli miktarda kalifiye eleman temin edilmesi modern tıbbın gerektirdiği modern cihaz ve malzemeler kullanılması.
3. Sağlık hizmetlerinde verimlilik ve etkinlik yanında maliyetin de dikkate alınması.
4. Sağlık hizmetlerinin TSK sağlık kurum ve kuruluşlarında verilmesi. Ancak TSK'nin imkan ve kabiliyetini aşan, aşırı maliyet getiren veya coğrafi şartların gerektirdiği durumlarda, resmi ve özel sağlık kurum ve kuruluşlarından yararlanılması,
5. Hastaların en yakın sağlık kurumlarında muayene ve tedavi edilmeleri,
6. Personelin hastalanmasını önleyici koruyucu sağlık hizmetlerinin sağlanması,
7. Tedavi hizmetinin hastanın ayağına götürülmesi ve tedavinin en etkin ve ekonomik şekilde yapılması esastır.(Alpcan, 1999).

#### **Metot**

Genel tesis planlaması toplam maliyeti en azlayıp, departmanlar arasında ki ilişkiye göre uygun bir yerleşim bulmaya çalışır.

Mimari yerleşim problemi genel mühendislik amaçlarına (maliyet ve performans) ek olarak estetik ve kullanılabilirlik kalitesine bakmaktadır.

Bu çalışmalarda tesis yerleşim problemi bir kuadratik atama problemi olarak ele alınabilir. Bu problemler NP-hard problem türüdür. Literatürde ki çoğu çözüm yaklaşımı sezgisel yaklaşımdır. Bu çalışmaların amacı tavlınmış sinir ağıları (annealed neural network) metodu ile tesis yerleşimi problemine uygun çözümler bulmaktır.

Bu çalışmalarda sonuç olarak;

- Kuadratik atama problemleri NP-hard problemlerdir ve çözümleri karmaşıklıklarından dolayı zordur. Bu çalışmada kullanılan yaklaşımın avantajı ise tesiste kullanılan alandan büyük ölçüde bağımsız oluşudur. Böylece büyük ölçekte ki tesisler için kısa sürelerde çözüm üretilebilmektedir.

- Bu yeni algoritma ile çok kısa sürede alternatif yerleşim planları elde edilebilir. Bu sonuç, matematiksel optimum yerleşimi kullanmak yerine alternatifleri karşılaştırmak isteyen kullanıcı için çok daha elverişlidir.

Bilgisayarlı yerleşim algoritmaları son oluşturdukları yerleşim planına göre gruplandırılabilir. İlk grup yapım, kurulum aşaması algoritmalarıdır ve bir yerleşim planı oluşturmak için departmanların seçimini ve yerleştirmesini yaparlar. İkinci grup ise geliştirme algoritmaları olarak tanımlanabilir. Bu algoritmalar bir başlangıç yerleşimine ihtiyaç duyarlar. Bu başlangıç yerleşiminde departmanların yerleri değiştirilerek iyileştirilmeye çalışılır.

Bu çalışmada altı adet bilgisayar destekli yerleşim planlama metodu incelenmiştir. Bunlardan ALDEP ve CORELAP ilk atamada yani yapım aşamasında departmanların birbirleriyle yakınlık değerlerinin bulunduğu ilişki tablosundan yararlanarak yerleşim planını oluşturur. CRAFT ise departmanların yerlerini malzeme taşıma maliyetini en azlayacak şekilde değiştirerek bir prosedür izler. Fakat CRAFT sadece birbirlerine komşu veya alanları birbirine eşit olan departmanların yerlerini değiştirebilir. MULTIPLE ve SABLE ise departmanların komşu veya eşit alanlı olmalarına bakmaksızın yerlerini boşluk doldurma eğrisi tekniği kullanarak değiştirebilir.

#### **CORELAP**

CORELAP (Computerized Relationship Layout Planning) bir kurulum aşaması programıdır. Her departman için toplam yakınlık derecesi hesaplayarak bir yerleşim planı oluşturur. Toplam yakınlık derecesi bir departman ile diğerleri arasındaki sayısal yakınlık değerlerinin ( $A = 6, E = 5, I = 4, O = 3, U = 2, X = 1$ ) toplamıdır. (Onurgil, 2001).

En yüksek toplam yakınlık derecesi değerini alan departman yerleşim planının ortasına yerleştirilir. Eğer iki departman, en yüksek toplam yakınlık derecesi değerini almışsa eşitliği bozmak için en büyük departman alanı olan seçilir veya en küçük departman numarasına sahip olan seçilip yerleşim planının ortasına konur. Daha sonra ilişki tablosu incelenir ve seçilen departmanla ilişkisi "A" olan departman varsa yerleşim planına konur. Eğer yoksa "E" ilişki değeri için inceleme yapılır. Yine sonuç elde edilemezse "I" ilişki değeri için inceleme yapılır ve bulunana kadar ilişki değerleri sırayla incelenir. Eğer iki veya daha fazla departman seçilen departmanla aynı yakınlık derecesine sahipse toplam yakınlık derecesi değeri en yüksek olan seçilir ve yerleştirilir. Eğer hala bir eşitlik söz konusu ise eşitliği bozmak için uygulanan kurallar burada da uygulanır. Yerleşim planına konulacak üçüncü departman diğer yerleştirilen departmanlarla arasında "A" ilişki değeri olan departmandır. Prosedür bütün departmanlar yerleşim planında yerini alana kadar aynı şekilde devam eder.(Foulds, 1983)

Yerleşim planına koymak için bir departman seçildiğinde nasıl yerleştirileceğine karar verilmesi gerekir. Bu karar yerleştirme dereceleri değerlerine bakılarak verilir. Yerleştirme dereceleri ise bir departmanın komşuları ile olan ağırlıklı yakınlık dereceleri toplamına eşittir.

Son yerleşim planı hazırlandıktan sonra CORELAP yerleşim değerini hesaplar. Yerleşim değeri formülü;

$$\text{Yerleşim değeri} = \sum_{\text{Bütün Departmanlar}} \text{Yakınlık derecesi değeri} \times \text{En kısa yolun uzunluğu}$$

### **MULTIPLE**

CRAFT sadece eşit alan sahip veya komşu departmanların yerlerini değiştirebilir. Eğer eşit alana sahip olmayan ve komşu olmayan iki departmanın yerleri değiştirilmek istenirse diğer departmanlarında kaydırılması gerekir. CRAFT diğer departmanları kaydıramaz. Diğer bir seçenek ise departmanı bölmektir. Bu çözüm her yerleşim planı için uygun değildir.

Gerçek hayatta bir tesis içerisinde birbirleriyle aynı alana sahip çok az sayıda departmana rastlanabilir. Sonuç olarak, CRAFT'ın departmanların yerlerini değiştirmek için koyduğu kısıtlar her iterasyonda bu yer değiştirme sayısını azaltmaktadır.

MULTIPLE (MULTI-floor Plant Layout Evoluation) programında ise yerleşim programı bir matris olarak ele alınmaktadır. Matrisin her birimi bir kareyi temsil etmektedir. Her departmanın alanı bu karelerle belirtilmektedir. Yerleşim planını gerçekleştirmek için boşluk doldurma eğrisi tekniği kullanılmaktadır. Bu eğri departmanların bütün karelerini dolaşmaktadır. Bir departmanın bölünmemesi için o departmana atanan bütün karelerin sürekliliğinin sağlanması şarttır. Bu eğri bir departmanın bütün karelerini dolaştıktan sonra diğer departmana geçer.

Boşluk doldurma eğrisi departmanların yerlerini değiştirmek için gereklidir. Böylece hiç bir departman bölünmemiş olur.(Ruth, 1981).

Eğer bir departmanın yeri sabit olarak belirlenmişse, eğri o departmanın bütün karelerini atlar.

Çok katlı yerleşim planlaması algoritmalarında tek bir departman alanı tahmini yerine her departman için kabul edilebilir değerlerin saptanması önemlidir. Çünkü yer değiştirmesi gereken departmanlar farklı katlarda bulunuyorsa sadece eşit alana sahip iki departman için bu değişim gerçekleştirilebilir.

Boşluk doldurma eğrisi alternatif yerleşim planları oluşturmak amacıyla çeşitli değişik şekillerde çizilebilir. Bu eğri, sabit departmanlar katları iki veya daha fazla parçaya bölmediği sürece çizilebilir.

Eğer katlar arasındaki departmanların yer değiştirmesi mümkün değilse MULTIPLE departman alanlarına "sıkıştırma" uygulayabilir. Sıkıştırma her departman alanı için yeni bir değer bulmak için yapılır. Bu değerler departmanların en küçük alan gereksinimlerine eşit veya büyük olmalıdır. Bazen bu sıkıştırma işlemi de departmanların yer değişimi yapması için yeterli olmaz.

### **LayOPT**

LayOPT bir tesis planlama optimizasyonu programıdır. Tek katlı veya çok katlı tesis planlama problemlerini çözmek için kullanılabilir. Üretim tesislerine, depolara, ofislere ve çeşitli servis tesislerine uygulanabilir. LayOPT yerleşim planı

yapan kişinin alternatif yerleşim planlarını çabuk ve kolay şekilde oluşturmasını sağlar.(Narayanaswamy, 1997)

LayOPT bir geliştirme algoritmasıdır ve bir başlangıç yerleşimine ihtiyaç duyar. Akış ve maliyet verilerine göre departmanların yerlerini değiştirerek bu yerleşimi iyileştirmeye çalışır. Birçok geliştirme algoritması temel olarak aynı işlemleri yapmaktadır. Fakat birçoğu yaptıkları departman değişimi bakımından yetersizdir. Sonuç olarak bu algoritmalarından elde edilecek çözümler yetersiz olabilir. LayOPT bu sorunların üstesinden gelmiştir. Başlangıç yerleşimlerinden %50-%80 arası daha verimli çözümler üretmektedir.

LayOPT, bir başlangıç yerleşiminden yola çıkarak daha verimli yerleşim çözümleri üreten bir algoritmadır. Eğer bir başlangıç yerleşimi yoksa, program tarafından bir tane rastgele üretilebilir. LayOPT programının kullandığı algoritma Bozer, Meller ve Erlebacher tarafından 1994 yılında geliştirilmiştir.

LayOPT algoritması her iterasyonda amaç fonksiyonunda en büyük değişikliği yapan departman yer değiştirmesini yapar. LayOPT algoritması tarafından en küçüklenen amaç fonksiyonu;

$$\min \phi = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n f_{ij} c_{ij} d_{ij}$$

$f_{ij}$  :  $i$  ve  $j$  departmanları arası parça akışı,

$c_{ij}$  :  $i$  ve  $j$  departmanları arası parça taşıma maliyeti,

$d_{ij}$  :  $i$  ve  $j$  departmanları arası mesafe.

### Araştırma Bulguları ve Tartışma

Hastane arşivlerinden elde edilen hastane mimari planı LayOPT programında tanımlamak amacı ile karelere bölünmüştür. Karelerin ölçüleri: 600 cm x 600 cm. Departmanlar belirlenmiş ve numaralandırılmıştır. Sabit departmanların ve asansörlerin yerleri belirlenmiştir.

Uygulamada, dikey maliyet değeri 10 olarak belirlenmiştir. Bu değer, ayrı katlardaki komşu departmanlar arasında hareketin aynı katta 10 kare harekete eşit olduğunu göstermektedir. Aynı zaman süresi içerisinde yürüme zorluğunun, ayakta durma zorluğuna eşit olduğu kabul edilmiştir. Bu değer aşağıdaki gibi hesaplanmıştır;

- Yerleşim içinde bir kareyi (100 cm) yürümek yaklaşık 2 saniye sürmektedir.
- Asansörle katlar arasında hareket etmek yaklaşık 20 saniye sürmektedir.
- Dikey Maliyet Değeri =  $20 / 2 = 10$

Hastane içerisinde 17 tane poliklinik vardır. Bunlar;

1. Psikiyatri Polikliniği,
2. Üroloji Polikliniği,

3. Göğüs Hastalıkları Polikliniği,
4. Çocuk Hastalıkları Polikliniği,
5. Ortopedi Polikliniği,
6. Nöroloji Polikliniği,
7. Beyin Cerrahisi Polikliniği,
8. Kadın Doğum Polikliniği,
9. Kardiyoloji Polikliniği,
10. Genel Cerrahi Polikliniği,
11. K.B.B. Polikliniği,
12. Endokrinoloji ve Diyabet Polikliniği,
13. Dahiliye Polikliniği,
14. Plastik Cerrahi Polikliniği,
15. Cildiye ve Zührevi Hastalıklar Polikliniği,
16. Gastroenteroloji Polikliniği,
17. Anestezi Polikliniği,

Departmanların kullandığı alan değerleri Çizelge 1'de gösterilmiştir. Bu veriler, optimizasyon sırasında departman yer değiştirmelerinin yapılabilmesi için gereklidir. Departmanların alanları, hastaneden alınan mimari plan çizimleri kullanılarak bulunmuştur.

Çizelge 1. Departmanların (polikliniklerin) alanları

Dep.	Uzunluklar (cm)	Alan (m <sup>2</sup> )	Dep.	Uzunluklar (cm)	Alan (m <sup>2</sup> )
1. Psikiyatri	1200x1500	180	11. K.B.B.	1200x600	72
2. Üroloji	600x600	36	12. Endokrinoloji ve Diyabet	600x600	36
3. Göğüs Hastalıkları	600x1300	78	13. Dahiliye	600x600	36
4. Çocuk Hastalıkları	1200x1600	192	14. Plastik Cerrahi	600x600	36
5. Ortopedi	1200x600	72	15. Cildiye ve Zührevi Hastalıklar	600x600	36
6. Nöroloji	600x600	36	16. Gastroentoloji	600x600	36
7. Beyin Cerrahisi	600x600	36	17. Anestezi	600x300	18
8. Kadın Doğum	1600x2100	336			
9. Kardiyoloji	1200x600	72			
10. Genel Cerrahi	600x600	36			

Departmanlar (poliklinikler) arası hasta akışı istatistiksel olarak tutulmamaktadır. Bu veriler, LayOPT programında "from-to chart"ların elde edilmesi için gereklidir. Bu verilerin elde edilebilmesi için 17 tane polikliniğin hasta kayıt defterleri incelenmiştir. Bu defterlerden, hangi polikliniklerden hangi polikliniklere, kaç tane hasta sevk ettiği en sağlıklı biçimde öğrenilmeye çalışılmıştır. Bu çalışmayla bir istatistik verisi elde edilmeye çalışılmıştır. Elde edilen veriler Ek-2'de verilmiştir. Bu çizelgede 17 tane poliklinikte kaç tane hasta sevk edildiği bilgileri bulunmaktadır. Bu sevk sayılarının kaç aylık hasta defterleri incelenerek ve bu incelenen süre zarfında toplam kaç hasta bakıldığı Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2 İncelenen hasta defterlerinde bakılan hasta sayıları ve periyotları

Dep.	Bakılan Hasta Sayısı	Periyot(Ay)
1. Psikiyatri	3905	3



2. Üroloji	2540	3
3. Göğüs Hastalıkları	1110	2
4. Çocuk Hastalıkları	2670	3
5. Ortopedi	3253	3
6. Nöroloji	2021	3
7. Beyin Cerrahisi	857	3
8. Kadın Doğum	863	1
9. Kardiyoloji	1738	3
10. Genel Cerrahi	1965	3
11. K.B.B.	2208	3
12. Endokrin	1524	5
13. Dahiliye	3169	3
14. Plastik Cerrahi	820	3
15. Cildiye	2363	4
16. Gastroenteroloji	839	3
17. Anestezi	1896	9

Poliklinik sevk sayıları poliklinik defterleri incelenerek çıkartılmıştır. Genellikle elde edilen veriler Çizelge 4.2'de de belirtildiği gibi 3 aylık periyotları kapsamaktadır. Bu elde edilen verilerden yola çıkarak polikliniklerden yıllık tahmini hasta sevk sayıları bulunmuştur.

Bu çalışmanın amacı, hastane yerleşimi içerisinde genel bir optimizasyon sağlanmasıdır. Fakat bu departmanlar sistemin dar boğazlarıdır ve diğerlerine oranla daha yüksek önceliğe ve öneme sahiptirler.

LayOPT programından elde edilen sonuçlar Çizelge 3'de gösterilmiştir.

Çizelge 3. Sonuçlar

**Sonuç Maliyetleri**

İlk yerleşimin maliyeti	985642 kişi x birim kare
Optimize edilmiş yerleşimin maliyeti	412348 kişi x birim kare
Maliyetteki azalma (%)	% 58,16

Yukarıdaki sonuçlar, Etimesgut Hava Hastanesinin daha verimli şekilde düzenlenebileceğini göstermektedir. Bazı teknik ve tıbbi detaylar, değişiklikler gerektirebilir. Çünkü LayOPT programı bütün detayları ve kısıtları içermez. Ama LayOPT programı yeni hastane dizaynı için bir yol gösterici olarak kullanılabilir. Sonuçlarda elde edilen azalma (iyileşme) LayOPT programının faydalı bir yerleşim önerdiğini göstermektedir.

#### **Kaynaklar**

- ALPCAN, M., 1999. Asker Hastanelerinin Uygulamaları Dikkate Alınarak Hizmetin Daha Verimli Bir Şekilde Yürütülebilmesi İçin Alınması Gereken Tedbirler Nelerdir?. Harp Akademileri, Y. Lisans Tezi, 64s.
- ATASEVER, M., 1998. Hizmet İşletmelerinde İşyeri Düzenlemesi – Atatürk Üniversitesi Araştırma Hastanelerinde Bir Uygulama, Atatürk Üniversitesi, Y. Lisans Tezi, 79s.
- FOULDS, L. R., 1983. Techniques for Facilities Layout: Deciding Which Pairs of Activities Should be Adjacent. Management Science, Vol. 29, No. 12, 1414-1426.
- FRANCIS, R. L., WHITE, J. A., 1974. Facility Layout and Location an Analytical Approach, Prentice-Hall, Inc., New Jersey, 468s.
- İŞLİER, A. A., 1997. Tesis Planlaması. Osmangazi Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Eskişehir, 192s.
- NARAYANASWAMY, R., 1997. Strategic Layout Planning For Lean Manufacturing – A LayOPT Tutorial. Proceedings of the 1997 Winter Simulation Conference, pp. 640-644.
- ONURGİL, T., 2001. Layout Optimization in Hospital Environment. Dokul Eylül Üniversitesi, Y. Lisans Tezi, 163s.
- RUTH, R. J., 1981. A Mixed Integer Programming Model for Regional Planning of a Hospital Inpatient Service. Management Science, Vol. 27, No. 5, 521-533.
- YEH, I. C., Architectural Layout Optimization Using Annealed Neural Network, Automation in Construction.