

**T.C.
KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ACİL SERVİS YERLEŞİM PLANLAMASINDA VERİ MADENCİLİĞİ
YAKLAŞIMI: KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
HASTANESİ'NDE BİR UYGULAMA**

MELDA KOKOÇ

EYLÜL

2017

ÖZET

ACİL SERVİS YERLEŞİM PLANLAMASINDA VERİ MADENCİLİĞİ YAKLAŞIMI: KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ HASTANESİ'NDE BİR UYGULAMA

KOKOÇ, Melda

Kırıkkale Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans tezi

Danışman: Doç. Dr. Süleyman ERSÖZ

Mayıs 2017, 124 sayfa

İşletmelerde üretim ve elleçleme maliyetlerinin minimizasyonunda tesis yerleşimi önemlidir. Tesis yerleşim problemleri, literatürde NP-zor optimizasyon problemleri olarak geçmektedir. Diğer bir ifadeyle, kullanılan geleneksel çözüm yaklaşımları, büyük ölçekli yerleşim problemlerini çözmekte yetersiz kalabilmektedirler. Bu nedenle, yerleşim düzenini iyileştirmek için sezgisel yaklaşımlara veya bilgisayar destekli çözüm yöntemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Tesis yerleşim problemlerinin çözümünde departmanlar arasındaki ilişkiler ve bağımlılıklar önem arz etmektedir. Bu ilişkilerin belirlenmesi için yığın verilerin analiz edilmesi gerekmektedir. Bu gibi durumlarda veri madenciliği tekniklerinin kullanılması işlem kalabalığını azaltacak ve zamandan tasarruf edilmesini sağlayacaktır.

Bu çalışmada, bölümler arası ilişkileri bulmak için birliktelik analizi algoritmaları (Apriori, GRI, Carma) kullanılmıştır. Bu ilişkilerden faydalanarak alternatif yerleşim planı oluşturmak için ise blok diyagramlama yönteminden yararlanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Birliktelik Analizi, Blok Diyagramlama, Bulanık Mantık, Tesis Planlaması, Veri Madenciliği

ABSTRACT

DATA MINING APPROACH in EMERGENCY DEPARTMENT LAYOUT PLANNING: AN APPLICATION in KIRIKKALE UNIVERSITY MEDICAL FACULTY HOSPITAL

KOKOÇ, Melda

Kırıkkale University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Industrial Engineering, M. Sc. Thesis

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Süleyman ERSÖZ

May 2017, 124 pages

Facility layout is important in minimizing production and handling costs in enterprises. Facility layout problems are referred to as NP-hard optimization problems in the literature. In other words, the traditional solution approaches used are inadequate in solving large-scale layout problems. For this reason, heuristic approaches or computer aided solution methods are needed to improve layout. Relations and dependencies between departments are important in solving facility layout problems. The big data must be analyzed to determine these relationships. In such cases, the use of data mining techniques will reduce process excess and save time.

In this study, association analysis algorithms (Apriori, GRI, Carma) were used to find relationships between departments. By using these relations, block diagramming method has been used to create an alternative settlement plan.

Keywords: Association Analysis, Block Diagramming, Data Mining, Fuzzy Logic, Facility Planning.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezi olarak hazırladığım bu çalışmanın her aşamasında yardımlarını esirgemeyen danışmanım ve değerli hocam Doç. Dr. Süleyman ERSÖZ'e, teze önemli katkılar sağlayan değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Adnan AKTEPE'ye,

Araştırmanın uygulanması sırasında bana destek veren Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Acil Tıp Anabilim Dalı öğretim üyesi Yrd. Doç. Dr. Oğuz EROĞLU'na ve çalışmanın veri tabanının oluşturulmasında emeğini ve yardımını esirgemeyen Araştırma Görevlisi Sinan Oğuzhan ÖZSAN'a,

Bana destek veren annem Beyhan BAĞBAŞI'na, babam İbrahim BAĞBAŞI'na, ablam Özlem GÜLSARAN'a ve sevgili eşim Fatih KOKOÇ'a teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
KISALTMALAR DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR	4
3. SAĞLIK SİSTEMLERİ VE KARAKTERİSTİKLERİ	11
3.1. Hizmet Sistemleri ve Karakteristikleri.....	12
3.2. Hizmet Sistemi Olarak Acil Servis ve Karakteristikleri	14
4. BİLGİ KEŞİF SÜRECİ	17
4.1. Veri Madenciliği	19
4.2. Veri Madenciliği Terminolojisi	20
4.3. Veri Madenciliğinde Kullanılan Yöntemler.....	23
4.4. Veri Madenciliğinde Kullanılan Yazılımlar.....	34
5. BULANIK MANTIK YAKLAŞIMI	38
5.1. Bulanık Küme Teorisi.....	39
5.2. Üyelik fonksiyonu ve Üyelik Derecesi	40
5.3. Bulanık Küme Türleri	40
5.4. Bulanık Sıralama.....	45
6. TESİS PLANLAMA	46
6.1. Tesis Planlama Yaklaşımları.....	48
6.2. Tesis Planlamada Kullanılan Teknikler	51
7. UYGULAMA	60
7.1. Birliktelik Analizi ile İlişkilerin Belirlenmesi.....	62
7.2. Bulanık Mantık ile Katsayıların Belirlenmesi.....	73
7.3. Blok Diyagramlama ile Yerleşim Planlaması	78
8. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	90
EK 1.BİRLİKTELİK ANALİZİ ALGORİTMALARI ÇALIŞMA ÖZETLERİ	93

EK 2. BULANIK MANTIK KARAR KURALLARI	94
KAYNAKLAR	96



ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>ÇİZELGE</u>	<u>Sayfa</u>
4.1. Alışverişlerin Bilgileri Veritabanı.....	31
4.2. Ürünlerin Destek Sayısı Ve Oranları	31
4.3. Ürün Çiftlerinin Destek Sayısı ve Oranları.....	32
4.4. Ürünlerin Üçlü Kombinasyonu, Destek Sayısı ve Oranları.....	32
7.1. Algoritmaların Güven Değerlerine Denk Gelen Çeyrek Aralıklar	72
7.2. Birliktelik Kurallarının Özellikleri.....	72
7.3. Kriterlerin Grupları	73
7.4. Tüm Kriterler Dikkate Alınarak Oluşturulan Katsayı Değerleri.....	77
7.5. Birliktelik Analizi Sonucu Oluşan Kuralların Katsayı Değerleri	78
7.6. Mevcut Durumda Departmanların Koordinatları.....	79
7.7. Mevcut Durumda Departmanlar Arası Uzaklık Matrisi.....	80
7.8. Departmanlar Arası Katsayı Matrisi	82
7.9. Mevcut Durumda Komşu Olmayan Departmanlar	82
7.10. I. Iterasyon Sonucu Departmanlar Arası Uzaklıklar	83
7.11. I. Iterasyon Sonucu Olmayan Departmanlar	84
7.12. II. Iterasyon Sonucu Departmanlar Arası Uzaklıklar.....	86
7.13. II. Iterasyon Sonucu Olmayan Departmanlar.....	86
7.14. III. Iterasyon Sonucu Departmanlar Arası Uzaklıklar	88
7.15. III. Iterasyon Sonucu Olmayan Departmanlar	88

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>ŞEKİL</u>	<u>Sayfa</u>
3.1. Acil Servis Akış Şeması.....	15
4.1. Bilgi Keşif Süreci.....	18
4.2. Bilgi Hiyerarşisi	22
4.3. Veri Madenciliğinde Kullanılan Yöntemler	24
4.4. Hasta Veri Tabanı İçin Örnek Bir Karar Ağacı	25
4.5. Veri Madenciliğinde Kullanılan Yazılımlar.....	34
5.1. Sıcaklık Aralığı [-30,40] Olan Sözel Değişkenler	38
5.2. Bulanık Sonuç Çıkarım Adımları	39
5.3. Γ -Şekilli Üyelik Fonksiyonunun Şematik Gösterim Örneği	41
5.4. S-Şekilli Üyelik Fonksiyonunun Şematik Gösterim Örneği.....	42
5.5. L-Şekilli Üyelik Fonksiyonunun Şematik Gösterim Örneği.....	42
5.6. Üçgen Üyelik Fonksiyonunun Şematik Gösterim Örneği	43
5.7. Çan Üyelik Fonksiyonunun Şematik Gösterim Örneği	44
5.8. Yamuk Üyelik Fonksiyonunun Şematik Gösterim Örneği.....	44
6.1. Sabit Pozisyonlu Yerleşim	48
6.2. Mamüle Göre Yerleşim	49
6.3. Grup Teknolojisine Göre Yerleşim Planı.....	50
6.4. Sürece Göre Yerleşim Planı	50
6.5. Tesis Planlamasında Kullanılan Teknikler.....	51
6.6. Blok Diyagramlama Örneği	53
7.1. Departmanlara Yönlendirilen Hasta Sayıları	60
7.2. Departman Bazında Oransal Dağılım	61
7.3. Uygulama Akış Şeması.....	62
7.4. Spss Clementine Modeli	62
7.5. Veri Giriş Ekranı.....	63
7.6. 0-1 Akış Tablosu	63
7.7. Filler Modül Ekranı.....	64
7.8. Type Modül Ekranı	65
7.9. Reclassify Modülü Ekranı.....	66

7.10. Type Modülü Ekranı	66
7.11. Web Analizi	67
7.12. Apriori Modülü Ekranı.....	68
7.13. GRI Modülü Ekranı	68
7.14. CARMA Modülü Ekranı.....	69
7.15. Apriori Algortiması Sonuç Ekranı	69
7.16. GRI Algoritması Sonuç Ekranı	70
7.17. CARMA Algortiması Sonuç Ekranı	71
7.18. Fuzzy Logic Designer Giriş ve Çıkış Parametreleri	74
7.19. Giriş Parametrelerinin Grafikleri	74
7.20. Çıkış Parametrelerinin Bulanık Küme Grafiği.....	75
7.21. Karar Düzenleyicisi Ara Yüzü	76
7.22. Fuzzy Logic Designer Modülü Sonuç Ara Yüzü.....	76
7.23. Mevcut Yerleşim Planı.....	81
7.24. I.Iterasyon Sonucu Elde Edilen Yerleşim Planı	85
7.25. II.Iterasyonda Elde Edilen Yerleşim Planı.....	87
7.26. III. Iterasyon Sonucu Elde Edilen Yerleşim Planı	89

KISALTMALAR DİZİNİ

WWW: World Wide Web

MCMC: Monte Carlo Markov Zinciri

İMKB: İstanbul Menkul Kıymetler Borsası

SQL: Structured Query Language

KKA: Karınca Kolonisi Algoritması

NP: Non Polynomial

QAP: Quadratic Assignment Problem

BKS: Bilgi Keşif Süreci

KDV: Karar Destek Vektörleri

GRI: Generalized Rule Induction

CARMA: Continuous Association Rule Mining Algorithm

SAS: İstatistik Analiz Sistemi

SaaS: Software as a Service

PaaS: Platform As a Service

IaaS: Infrastructure As a Service

ML: Machine Learning

DM: Data Mining

SAY: Spiral Analiz Yöntemi

KAP: Kuadratik Atama Problemi

PSO: Parçacık Sürüsü Optimizasyonu

GA: Genetik Algoritma

YSA: Yapay Sinir Ağları

TAA: Tabu Arama Algoritması

YA: Yarasa Algoritması

ALDEP: Automated Layout Design Program

CORELAP: Computerized Relationship Layout Planning

CRAFT: Computerized Relative Allocation of Facilities Techniques

1. GİRİŞ

Küreselleşme, ekonominin gelişmesi ve sanayileşme ile hizmet sistemlerinin önemi hızla artmaktadır. Bu durum, hizmet sektörünün gelişmişlik düzeyinin bir göstergesi olmasından kaynaklanmaktadır. Teknolojik gelişmelere paralel olarak yaşanan değişimlerin farklı hizmet türlerini ortaya çıkardığı görülmektedir. Sağlık, finansman, eğitim vb. gibi alanlardaki değişimler, bu alanlardaki hizmet türlerinin de artmasına yol açmaktadır (Okumuş ve Duygun, 2008). Son otuz yılda hizmet sistemleri çoğu sanayileşmiş ülke ekonomisinin en büyük parçası olmuştur. Sistematik ve teknik olarak 18. yüzyıldan itibaren sürekli gelişen hizmet sektörü, insanların birlikte yaşamalarının doğal bir sonucu olarak yaşamın her alanında karşımıza çıkmaktadır. Hizmet sektöründe satın alınan servis, bir nesnenin veya sistemin bizzat kendisi değil onun göstermiş olduğu işlev olarak tanımlanmaktadır. Okumuş ve Duygun (2008)'a göre hizmet kalitesi müşterinin beklentileri ile algılamaları arasındaki karşılaştırma olarak tanımlanmıştır.

Teknolojinin gelişmesiyle ve World Wide Web (www)'in ortaya çıkmasıyla birlikte, elektronik ortamda depolanabilen veri miktarında muazzam bir artış görülmüştür. Yığın verilerden bilgi keşfi işlemi hem iş dünyası hem de bilimsel araştırma toplulukları için çok önemli hale gelmiştir. Bu veri artışından dolayı, büyük miktarda veriyi analiz eden yöntemler ve araçlar için talep artmıştır. Günümüzde dijital verinin artışı birtakım problemleri de beraberinde getirmektedir. Bunlardan bazıları;

- Devasa, karmaşık verileri veya yeni veri tiplerini işlemek için yeni sistem ya da methodlara ihtiyaç duyulması,
- Dağıtılmış veriyi işlemek için bir metod veya platforma ihtiyaç duyulması,
- Verinin kullanımı ve bilgi güvenliğinin sağlanması için modellerin veya yazılımların geliştirilmesinin gerekliliğidir.

Bu kadar büyük miktarda veri, birçok yeni engelleri ve zorlukları beraberinde getirmektedir. Veri madenciliği alanı bu zorluklardan ve oluşan engellerden dolayı ortaya çıkmıştır. Veri madenciliği tekniklerinden yararlanılarak yüksek kapasiteli veri işlemenin kolaylaşmasının bir sonucu olarak, veri depolama kolaylaşmış ve veri çok daha ucuz bir hale gelmiştir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde veri madenciliği

birbirinden bağımsız birçok çalışmada kullanılmıştır. Yerleşim problemleri, veri madenciliği yöntemlerine başvuru problemlerden birisi olmuştur. Yerleşim problemleri geleneksel olarak imalat tesislerine odaklanmıştır. Hastaneler için yerleşim planlarının analiz edildiği çalışmalar, imalat sektöründe olduğu kadar çok bulunmamaktadır.

Hastane acil servis sisteminin yerleşim planlamasının iyi yapılmaması hastaların hastane içerisinde bekleme sürelerini arttırmakta, bir taraftan kat edilen mesafe uzarken diğer taraftan memnuniyetsizlik artmaktadır. Bunun sonucunda da koridorlarda kalabalıklaşma, sabırsızlık ve taşkınlıklarda artış gözlemlenmektedir. Ayrıca hastane sistemleri insan sağlığı gibi hayati bir hususta hizmet verdiği için, verilen hizmetin en kısa sürede ve en etkili biçimde sunulması gerekmektedir. Kısa sürede en etkili hizmeti verebilmek için hastane yerleşim düzeninin hasta akışlarına göre düzenlenmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada hastaların hastane içerisindeki hareketlerini en aza indirmek amacıyla hasta akış yoğunlukları dikkate alınarak yerleşim planının iyileştirilmesi, hizmet süresinin kısaltılması ve verilen hizmetin daha etkin hale getirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın ikinci bölümünde literatürde yapılan çalışmalara yer verilmiştir. İncelenen çalışmalarda veri madenciliği ve yerleşim planlaması tekniklerinin beraber kullanıldığı çalışmaların sayısı az olduğundan dolayı literatür çalışması “Hizmet Sisteminde Veri Madenciliği” ve “Hizmet Sisteminde Yerleşim Planlaması” olmak üzere iki başlık altında incelenmiştir. Üçüncü bölümde hizmetin ve hizmet sisteminin tanımına değinilmiştir. Bir hizmet sistemi olarak sağlık sistemleri ile sağlık sistemlerinin alt dallarından biri olan acil servislerin sundukları hizmetlerden bahsedilmiştir. Dördüncü bölümde verilerden yararlı bilgiler elde edilmesine olanak sağlayan veri tabanında bilgi keşfi süreci ve veri madenciliği açıklanmıştır. Ek olarak veri madenciliğinde kullanılan teknikler ile yazılımlardan bahsedilmiştir. Tesis yerleşim problemlerinin açıklandığı altıncı bölümde, yerleşim planlama şekilleri, planlamada kullanılan yöntemler ve programlara yer verilmiştir. Uygulamanın detaylı bir şekilde anlatıldığı sekizinci bölümde, birliktelik algoritmalarından yararlanılarak acil servis departmanları arasındaki ilişkiler linguistik olarak ifade edilmiştir. Elde edilen linguistik ifadelerin yerleşim planlamasında kullanılan blok

diyagramlama yöntemine aktarılabilmesi için sayısallaştırılması gerekmektedir. Ayrıca yerleşim planı oluşturulurken ortaya çıkan belirsizlik içeren süreçler ya da durumların uzman görüşlerinden yararlanılarak netleştirilmesi gerekmektedir. Bu aşamada da bulanık mantık yönteminden faydalanılmıştır. Son bölümde çalışmamızın sonuçları açıklanmış ve bu çalışmayı benzer çalışmalardan ayıran farklara değinilmiştir.



2. LİTERATÜR

2.1.Hizmet Sisteminde Veri Madenciliği

Giudici ve Passerone (2002), müşteri davranışları arasındaki ilişkileri belirlerken MCMZ (Monte Carlo Markov Zinciri) modelini kullanmıştır. Elde edilen sonuçların süpermarket düzeninin organize edilmesi için kullanılabilceği gösterilmiştir.

Emel (2005)'in çalışmasında en çok kar ettiren müşteri-ürün çiftlerini bulabilmek için SuperQuery Yazılımı kullanılarak birliktelik kuralları elde edilmiştir ve bu kurallardan yararlanılarak işletmelerin stratejik karar vermelerini destekleyen veriler elde etmek için, Boston Büyüme Grubunun büyüme-görelî pazar payı matrisi kullanılmıştır.

Özçakır ve Çamurcu (2007), farklı zaman dilimi ve farklı demografik özelliklere göre birlikte satın alınan ürünler arasındaki bağıntıları bulabilmek için tasarladıkları yazılımda, Apriori algoritmasını kullanmışlardır. Uygulama sonucunda ürünler arasındaki birliktelik kuralları elde edilmiştir.

Şen (2008), İstanbul'daki Gün-Bak toptan satış firmasının belirli tarihler arasındaki veritabanı kayıtlarını kullanarak birliktelik kuralları yöntemi ile pazar sebeti analizi uygulamıştır. Firmanın yerleşim planının düzenlenmesi için kullanılabilcek olan birliktelik kuralları elde edilmiştir.

Koyuncugil ve Özgülbaş (2008) sağlıkta veri madenciliği yaklaşımının kullanımı ile ilgili bilgi vererek ve sağlık profesyonellerine sağlık sektöründe veri madenciliğinin kullanımı ile ilgili örnekler sunarak karar verme süreçlerinde yardımcı olmak amaçlanmıştır.

Timor ve Şimşek (2008)'in çalışmasında, Türkiye'de perakende sektöründe faaliyet gösteren büyük bir markete ait veriler SPSS Clementine programından yararlanılarak, birliktelik kuralları ile analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlardan

faydalanılarak müşterilerin satın alma davranışlarını etkileyen faktörler karar ağacı yaklaşımı kullanılarak belirlenmiştir.

Ay ve Çil (2008)'in, çalışmasında önce bilgi keşif sürecine göre veriler analiz edilmiştir. Analiz edilen verilere uygulanan birliktelik algoritması ile elde edilen kurallar çok boyutlu ölçeklendirme tekniği ile analiz edilerek market yerleşim kararlarının verilmesinde karar vericilere destek sağlanması amaçlanmıştır.

Albayrak ve Yılmaz (2009), belirlenen finansal göstergelere göre üretim ve hizmet sektörlerinde faaliyet gösteren firmaları birbirlerinden ayıran temel değişkenleri belirlemek için karar ağaçları tekniğini kullanmışlardır.

Taşkın ve Emel (2010)'in çalışmasında, alışveriş verilerine göre bir işletmenin müşterilerini kümelemek için Kohonen ağları kullanılmıştır. Yapılan uygulama ile işletmenin stratejik karar verme durumlarında yardımcı olması hedeflenmiştir.

Özseyhan (2012)'in çalışmasının amacı arkadaşlık sitesi üyeleri arasındaki benzerliklerden yararlanılarak karar vericiler için bir destek sistemi olarak tavsiye motoru geliştirmektir.

Gemici (2012)'nin çalışmasında IMKB verilerinden yararlanılarak 10 şirketin hisse senedi indekslerinin artışları veya azalışları arasındaki birliktelik kurallarının ortaya çıkması için apriori algoritması uygulanmıştır. Çalışmada yararlanılan 10 şirketin hisse senedi değerlerinde meydana gelen değişimler arasındaki ilişkilerin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.

Ertuğrul vd. (2013)'nin çalışmasında, SQL ile sorgulama yapıp, hastaneye gelen hastaların profillerini tanımlamak üzere bilgiler elde edilmiştir.

Doğrul (2015), trafik kaza verilerini, veri madenciliği yöntemlerinden biri olan birliktelik kuralları ile analiz etmiştir. Bu analiz sonucunda kazaların en fazla gerçekleştiği zaman dilimi, mevsim, mekân ile kazayı gerçekleştiren cinsiyet bilgisi elde edilmiştir.

Aydın ve Özkul (2015), öğrenci performansını tahmin etmek amacı ile SPSS veri madenciliği yazılımında C&RT karar ağacı, regresyon, lojistik, CHAID karar ağacı, yapay sinir ağı, C5.0 karar ağacı ve QUEST modellerini kullanmıştır. Tahmin performansında en yüksek başarıyı C5.0 karar ağacı algoritması sağlamıştır.

Literatürde market sepeti analizi kullanan çalışmaların genelinde depoda ürün raflarının her zaman dolu olduğu varsayımı kullanılmıştır. Chen vd. (2015)'nin çalışmasında bu yanlışlığı gidermeye yönelik apriori benzeri "Mağazalar zinciri" isimli algoritma geliştirilmiştir. Önerilen ve geleneksel birliktelik kuralı analizini kıyaslamak için benzetim yapıldığında önerilen algoritmanın daha iyi olduğu ifade edilmiştir.

2.2.Hizmet Sisteminde Yerleşim Planlaması

Elshafei (1977), hastaların bir klinikten diğerine geçerken harcadıkları eforu ve toplam mesafeyi minimize etmek amacıyla kliniklerin yerleşimini düzenlemek için karesel atama modeli oluşturmuştur ve modeli çözmek için sezgisel yöntem geliştirmiştir.

Stummer (2004), hastane yerleşimi ve bölümlerin büyüklüğünü belirlemek için matematiksel model ve iki fazlı çözüm yöntemi kullanmıştır. İkinci fazda karar vericiye en iyi konfigürasyon belirlenene kadar interaktif bir şekilde çözüm uzayını keşfetmesine imkan vermesi için kümeleme uygulanırken birinci fazda çok amaçlı tabu araştırması aracılığıyla etkili bir çözüm aranmıştır.

Padgaonkar (2004), hastalar ve onlara eşlik eden doktorlar, medikal veya medikal olmayan eşyalar gibi kaynakların hareket maliyetini minimize etmek için çok katlı bir tesis yerleşimi geliştirmiş, önerilen stratejilerden çeşitli alternatifler oluşturmuş ve onlardan en mümkün olanını seçmiştir.

Yeh (2006)'in çalışmasında 28 bölümü bulunan hastanenin yerleşim planını iyileştirmek için sistematik tesis planlaması yaklaşımı kullanılmıştır.

Türkmen (2007), Etimesgut Hava Hastanesi'nde gerçekleştirdiği çalışmasında çok katlı hastane yerleşim problemi için LayOPT programı kullanılarak çözüm sunulmuştur.

Malakooti (2004)'nin çalışmasında, acil serviste hastaların ihtiyaç duydukları medikal prosedürler dikkate alınarak zaman ve kaynak verimliliğinin artırılması amacı ile acil servis hücresel formda düzenlenmiştir. Hastalar parça, medikal prosedür de makine olarak düşünülmüştür.

Liang ve Chao, Yeh (2008)'in hastane yerleşimi için yapmış olduğu çalışma verilerini kullanarak tabu arama algoritması ve yapay sinir ağları tekniğini uygulamışlardır.

Barret (2008), klinikteki alan kullanımı, operasyon seviyesi, akış ve aktivite örüntülerini değerlendirmek için modifiye edilmiş sistematik bir yerleşim planı yaklaşımı kullanmıştır.

Gülsün (2009), çalışmasında Visual Studio C++ 6.0 programında "Layout Optimizer" isimli bir yerleşim planlaması yazılımı geliştirmiştir. Bu yazılım geliştirilirken yapısal elektrik malzemeleri imalat sektöründeki bir tedarikçi firmanın verilerinden yararlanılmıştır ve genetik algoritma dikkate alınmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen yeni yerleşim planlaması ile taşıma maliyetlerinde iyileşme sağlanmıştır.

Feyzollahi vd. (2009), hastane servis birimlerinin yerleşim etkililiğini değerlendirmek için hastanenin sahip olduğu koşullar sınırsız olarak düşünülerek karesel atama modeli tabanlı bir model tasarlamışlardır.

Ahmed ve Alkhamis (2009)'in çalışmasında hastanedeki tüm hasta akışını kontrol etmek ve personel dağılımını incelemek için benzetim kullanılmıştır. Sonuç olarak hasta bekleme zamanı %40 azalmış, iş gücü atama %28 artmıştır.

Su (2010), hasta kayıt sürecinde oluşan kuyruk ve karmaşayı azaltmak için benzetim tekniğini kullanmıştır. Yeni kayıt süreci için yerleşim yeniden düzenlenmiştir.

Hathorn (2010)'un çalışmasında, departmanların en uygun büyüklüğünü ve hastanedeki yerleşim planını belirlemek için karma tamsayılı doğrusal programlama modeli geliştirilmiştir. Çok katlı hastanede geliştirilen model farklı senaryolarla değerlendirilmiştir.

Assem (2012), ameliyathane yerleşimi için Grafik Teorisi kullanmış ve spiral teknik ile çözümü gerçekleştirmiştir. Alternatif yerleşimler için yerleşim skoru hesaplanırken en yüksek skora sahip olan yerleşimin en iyi olduğuna karar verilmiştir.

Arnolds (2012), hastane departmanlarının odalara atanması için matematiksel model geliştirmiştir. Farklı yerleşim senaryolarının kıyaslanabilmesi için kesikli olay benzetim modeli kullanılmıştır.

Cheng ve Lien (2012), Yeh'in hastane yerleşimi çalışmasına geliştirdikleri Arı Algoritması ve Parçacık Sürü Algoritmasının birleşimi olan Parçacık Arı Algoritmasını uygulamışlardır.

Lee (2012)'nin çalışmasında, yüksek hızlı tren istasyonunda yolcuların toplam yürüyüş zamanını azaltmak ve istasyonun hizmet kalitesini arttırmak amaçlanmıştır. Bu nedenle Karınca Kolonisi Algoritması (KKA) uygulanmıştır. Toplam yürüyüş zamanı benzetim ile elde edilmiştir ve optimale yakın yerleşim KKA ile elde edilmiştir.

Chraibi (2013), departmanlar arasındaki seyahat maliyetini en azlayan ve tesislerin yakınlığını en çoklayan ağırlıklandırılmış çok amaçlı matematiksel model geliştirmiş ve optimum yerleşim planı elde etmiştir.

Arnolds ve Nickel (2013), sabit ve değişken bölge yaklaşımlarını kullanarak yerleşim maliyetini en azlayan ve hasta talebinin karşılanmasını sağlayan matematiksel model kurmuşlardır. Modelin CPLEX'teki çözümüne göre yerleşim planı oluşturulmuştur.

Lin (2015)'in çalışmasında, ameliyathane birimleri arasında lojistik ilişkiler, lojistik olmayan ilişkiler ve kapsamlı ilişkiler analiz edilmiştir ve ilişki şeması oluşturulmuştur. Dış faktörler, teknolojik kısıtlar, hastane imkânları dikkate alınarak yerleşim planları oluşturulmuştur. Bulanık kısıt teoremi ile değerlendirilerek en iyi alternatif seçilmiştir.

Osman (2015)'in çalışmasında, sabit etkinlik yerleşim planlaması ve değişken etkinlik yerleşim planlaması olmak üzere iki yaklaşım kullanılarak dinamik ameliyathane yerleşim problemini çözmek üzere karma tamsayı programlama modeli geliştirilmiş ve model sonucuna göre alternatif yerleşim planı oluşturulmuştur.

Wang (2015), bekleme zamanını en azlamak, servis düzeyini en çoklamak için değer akış haritalama ve hücresele üretim metoduna dayanarak acil servis tasarımı ve optimal personel ataması yapmıştır.

Feng ve Su (2015)'yun çalışmasında, 8 küçük, 4 büyük alanın bulunduğu hastane yerleşimini küçük alanları birleştirip 8 büyük alan ve büyük alanları bölüp 16 küçük alan olarak farklı durumlarda değerlendirilen QAP Modeli uygulanmıştır ve yeni yerleşim planı oluşturulmuştur.

Chraibi (2016) ameliyathane düzenlemesi üzerine çalışmıştır. Birimler arası hareket maliyetini, ameliyat harcamalarını azaltmak ve kaynak kullanımını optimum hale getirmek amacıyla ameliyathane yerleşim düzeni parçacık sürü algoritmasına göre yeniden düzenlemiştir.

Her iki başlığıda konu alan çalışmalar az sayıda olmakla beraber literatürde mevcuttur.

Çil (2012)'in çalışmasında, birliktelik analizi ve çok ölçütlü arama tekniği kullanılarak süpermarket yerleşim planı düzenlenmiştir.

Özcan ve Esnaf (2012)'in çalışmasında, kitap perakendeciliği için depo raflarının düzenlenmesinde rol oynayan ürün kategorilerinin ve ürün pozisyonlarının belirlenmesini kapsayan depo yerleşim problemi için birliktelik kuralına dayanan matematiksel model geliştirilmiştir. Geliştirilen model NP-zor olduğu için bu modeli çözmek için genetik algoritmaya dayanan sezgisel model geliştirilmiştir. Bu modelin performansını değerlendirmek için Tabu Arama ve Basit Sezgisel yöntemleri ile kıyaslanmıştır.



3. SAĞLIK SİSTEMLERİ VE KARAKTERİSTİKLERİ

Sağlık sistemi, sağlığa dolaylı veya doğrudan etkileri olan mal ve hizmetleri üretmek, tüketmek üzere farklı alanlarda kurulmuş sistem ve alt sistemler ile bunların içerdiği kişi, kurum, kuruluş, ürün ve benzerlerinin tümünü belirtmek için kullanılan bir kavramdır. Hedef nüfusun sağlık ihtiyaçlarını karşılamak için sağlık hizmetleri sunacak kişilerin, kurumların ve kaynakların organizasyonudur. Sağlık sistemi, sağlık hizmetleri arz ve talebinin oluşumunu ve bunun gerçekleştiği düzenleri tanımlamaktadır (Sargutan, 2005). Neredeyse tüm sağlık sistemlerinde ortak unsurlar birincil sağlık ve halk sağlığı önlemleri olmakla birlikte, ülkelerin kendi ihtiyaçlarına ve kaynaklarına göre sağlık sistemleri tasarlamak ve geliştirmek zorunda olmalarıdır. Bazı ülkelerde sağlık sistemi planlaması piyasa katılımcıları arasında dağıtılır. Diğer ülkelerde ise hükümetler, sendikalar, hayır kurumları, dini kuruluşlar veya diğer koordine edilmiş organlar arasında, hizmet ettikleri nüfusa yönelik planlı sağlık hizmetleri sunulmaktadır (White, 2015).

2003 yılından bu yana Türkiye, sağlık hizmetlerinin organizasyonu, sağlanması ve finansmanı için verimlilik elde etmek birincil amacı ile Sağlıkta Dönüşüm Programı adı verilen önemli bir reform sürecinden geçmektedir. Parçalanmış sağlık bakım sistemi probleminin üstesinden gelmek için ciddi reform girişimleri başlatılmıştır. Şu anda Türkiye'de sağlık hizmetleri, ağırlıklı olarak Sağlık Bakanlığı, Savunma Bakanlığı, üniversiteler ve özel sektör tarafından sağlanmaktadır. Sağlık Bakanlığı, tüm sağlık politikalarının oluşturulmasından sorumlu ana hükümet organıdır. Ayrıca, Sağlık Bakanlığı, birincil sağlık tesisleri ve hastaneleri aracılığıyla ülke çapında birincil, ikincil ve üçüncül bakım da sağlamaktadır. Türkiye'de kamu sektöründe ayakta ve yatan sağlık hizmeti sunumu, ağırlıklı olarak Sağlık Bakanlığı, üniversite ve Sağlık Bakanlığı'nın askeri sağlık tesisleri aracılığıyla sağlanmaktadır. Hastaneler; genel hastaneler, özel hastaneler ve eğitim hastaneleri (üniversite hastaneleri) olmak üzere üç ana kategoriye ayrılmaktadır. Her biri farklı bir hizmet üretim fonksiyonuna sahip olabilmektedir. Sağlık sistemlerinin genel karakteristikleri Kavuncubaşı (2000) tarafından aşağıdaki gibi tanımlanmıştır;

- Sağlık sistemlerinin çıktılarının tanımlanması ve ölçülmesi zordur,

- Sağlık sistemlerinde yapılan işler karmaşıktır,
- Sağlık sistemlerinde gerçekleştirilen faaliyetler acil niteliktedir,
- Sağlık sistemlerinde yapılan işler tolerans kabul edememektedir,
- Sağlık sistemlerinde, hastaneler başta olmak üzere, ikili otorite hattının bulunması, eşgüdümleme, denetim ve çatışma sorunlarına yol açmaktadır,
- Sağlık sistemlerinde insan kaynakları profesyonel kişilerden oluşmaktadır,
- Sağlık sistemlerinde, hizmet miktarı ve sağlık harcamalarının büyük bir bölümünü belirleyen doktorların faaliyetleri üzerinde etkililiği yüksek olan yönetsel ve kurumsal bir denetim mekanizması bulunmamaktadır.

3.1.Hizmet Sistemleri ve Karakteristikleri

Hizmet, insanların veya insan gruplarının, gereksinimlerini karşılamak amacıyla, belirli bir fiyattan satışa sunulan ve herhangi bir malın mülkiyetini gerektirmeyen, fayda ve doyum oluşturan soyut faaliyetler bütünüdür (Ersöz vd., 2009). Gelişmiş toplumlarda, ham maddeleri çıkararak, onları işleyerek değer katan ve ara materyalleri ve bileşenleri bitmiş ürünlere dönüştüren birçok organizasyon bulunmaktadır. Bununla birlikte, malların üretimini ve dağıtımını kolaylaştıran ve çeşitli maddi olmayan varlıklarla yaşama değer katan diğer kuruluşlar bulunmaktadır. Bu ikinci grubun çıktılarını hizmet adı verilir. Hizmet, yeterliliklerin bir varlık tarafından başkasının yararına kullanılmasıdır. Bu tanım, karşılıklı değiş tokuşun interaktif konfigürasyonlarında değer birliktede çalışılarak oluşturulduğunu ima ederek ekonomik fenomeni anlamak için yeni bir perspektif sunmaktadır. Bu değer yaratma konfigürasyonları hizmet sistemleri olarak adlandırılmaktadır (Spohrer vd.,2007). Hizmetler zaman, mekân, biçim veya psikolojik araçlar üreten ekonomik faaliyetler olarak tanımlanabilmektedir. Aynı zamanda hizmetler bir eylem veya performanstır. Örneğin; Bir temizlik servisi tüketici zamanını ev işleriyle uğraşmaktan kurtarmaktadır. Perakende mağazalar ve bakkallar, uygun bir yerde satılık birçok mal sunmaktadır. Veritabanı hizmeti, bilgileri yönetici için daha kullanışlı bir biçimde bir araya getirmektedir. Bir akşam restorana veya sinemaya gitmek yoğun bir haftanın ortasında psikolojik olarak ferahlık sağlamaktadır.

Hizmet tanımı neredeyse mal tanımının zıttıdır. Mal, yaratılabilen, satılan veya kullanılabilen somut bir cisimdir. Hizmet ise soyuttur ve eş zamanlı olarak yaratılır ve tüketilir. Mallar ve hizmetler arasındaki ayrım her zaman net değildir (Haksever vd.,2000). Hizmet türüne bakılmaksızın, hizmetlerin temelde dört özelliği vardır (Ersöz vd., 2009):

- Soyut olma: Mallar somut, hizmetler ise genellikle soyuttur. Hizmetler, mallar gibi fiziksel objeler değildirler fakat fiziksel objeleri kullanabilmektedirler. Bir ürün satın alınmadan önce müşteri onu görebilmekte, dokunabilmekte veya performansını test edebilmektedir ancak hizmetler için bu durum söz konusu değildir.
- Ayrılmaz olma: Hizmetler genellikle aynı anda üretilmekte ve tüketilmektedirler. Mallar için bu iki süreç genellikle ayrı zamanlarda gerçekleştirilmektedir. Servis dağıtım sürecinde müşterinin ayrılmazlığı bulunmaktadır. Müşteriler, genellikle hizmet üretim sürecinin içerisindeyler.
- Zaman bakımından çabuk bozulma: Hizmetler, aynı anda üretilip tüketildikleri için çabuk bozulan, stoklanamaz ürün olarak dikkate alınmaktadırlar.
- Değişken olma: Hizmetler genellikle benzersizdirler. Aynı kişi değişik müşterilere tamamen aynı şekilde bir hizmet sağlasa bile, farklı müşteriler farklı algılara sahip olabilmekte veya aynı hizmeti yapan aynı kişi, her bir performansta tamamen aynı hizmeti sağlayamayabilmektedir.

Hizmet sistemleri hem kapasite hem de maliyet açısından imalat sistemine göre daha fazla belirsizlik göstermektedir. Hizmetler, müşterinin huzurunda üretilmekte ve tüketilmektedir. Bitmiş bir mal envanterinde olduğu gibi, değeri depolamak için çok az veya hiç fırsat yoktur (Kumar ve Suresh, 2009).

Hizmet kavramının yanı sıra değinilmesi gereken bir diğer kavram olan hizmet paketi kavramı, mal ve hizmetlerin birlikte sunulması olarak tanımlanmaktadır. Bazı malların satın alınması bir takım hizmetleri, bazı hizmetin satın alınması da bazı malları beraberinde getirmektedir. Her satın alınan mal veya hizmet paketini içerdiği, diğer bir ifadeyle müşterilerin yalnızca hizmeti değil hizmet paketini satın aldıkları görülmektedir. Sağlık hizmetinden örnek verilirse, doktorun sunduğu tıbbi

hizmette bir takım tıbbi araç gereçler kullanılmadığı takdirde sunulan hizmet yetersiz kalmaktadır (Sayim ve Aydın, 2015). Mal veya hizmet paketini oluşturan mallar, fonksiyonlarına göre dört grupta incelenmektedir;

- ✓ Tesis: Hizmetin sunulabilmesi için zorunlu olan fiziksel kaynaklardır.
- ✓ Yardımcı mallar: Satın alınan ya da müşteri tarafından tüketilen malzeme ya da müşteri tarafından sağlanan birimlerdir.
- ✓ Net hizmetler: Duyularla gözlemlenebilen ve hizmetin esas özelliğini teşkil eden faydalardır.
- ✓ Dolaylı hizmetler: Müşteri tarafından sadece belirsiz olarak hissedilebilen psikolojik faydalardır.

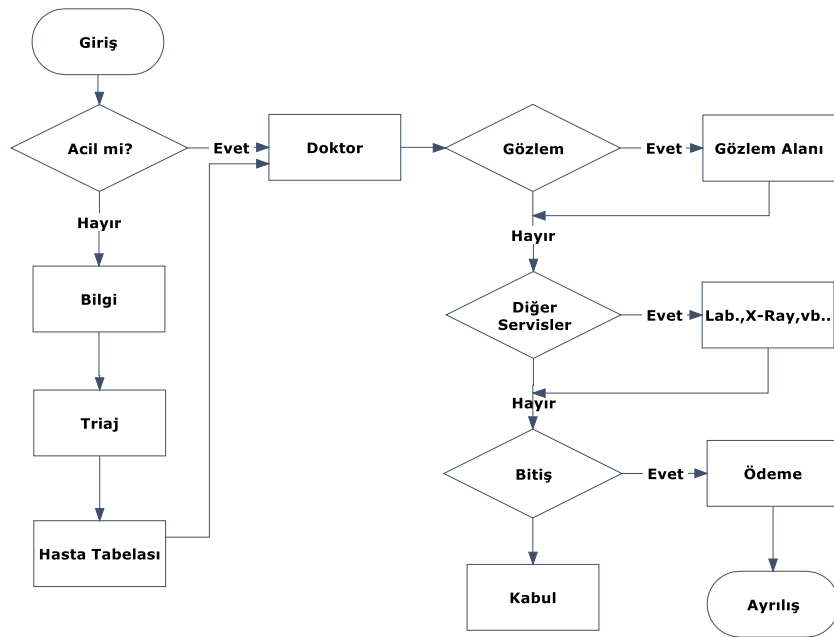
3.2.Hizmet Sistemi Olarak Acil Servis ve Karakteristikleri

Acil servis, önceden randevu almayan, kendi imkânlarıyla ya da ambulans aracılığıyla gelen hastaların akut bakımında uzmanlaşmış bir tıbbi tedavi tesisidir. Acil servis, hastane yapısının iç birimlerinden biridir. Acil servisin görevi; acil ya da acil olmayan hastalara ulaşmak, hastaları acil servise ulaştırmak, durumlarını denetim altına almak ve hastaya gerekli bakımı vermektir (Cıplak,2007). Acil servisler, fiziki konum itibarı ile ulaşımı kolay, araç giriş çıkışına uygun, ambulansların yanaşabileceği bir konumda bulunan ve acil sağlık yardımı gerektiren hastalara gerekli hizmeti veren birimlerdir (Bilge, 2015). Acil servis, bir hastanenin sunduğu medikal servislerin en önde gelenidir ve acil bir durum oluştuğunda, insanların çabucak tedavi aradıkları bölümdür (Lin vd., 2011). Acil Servis departmanı, acil hastalıklarla hastanenin ilk karşılaşan birimi olan, doktorları, hemşireleri, teknisyenleri, sosyal çalışanları, acil tıp teknisyenlerini, yönetici personeli, işçileri ve gönüllüleri bünyesinde barındıran, 24 saat faaliyete olan ve ilk yardım, gözetim altında tutma, cerrahi operasyon benzeri işlemleri yürütebilen, hastane içerisinde bir hastane gibidir (Shi, 2008).

Acil servis genellikle bir hastanede veya birincil bakım merkezinde bulunmaktadır. Hastalara verilen hizmetin acil serviste planlanmamış ve aniden gerekebilecek bir yapısı olduğundan dolayı, acil servis departmanlarının hastalıklara ve sakatlıklara karşı geniş ilk müdahale kabiliyetine sahip olması gerekmektedir. Hasta

yoğunluğuna bağlı olarak personel seviyesinde değişiklikler olsa bile, acil servis departmanları günde 24 saat çalışmaktadır. Acil servislerdeki tedavi süreci ülke veya hastane boyutuna göre değişiklik göstermektedir. Ayrıca, bu servislerdeki hastaların temel özellikleri hastalık, sakatlık veya ruhsal durumlara bağlı olarak değişmektedir. Ancak acil servise gelmenin en yaygın sebepleri baş ağrısı, karın ağrısı, göğüs acısı, alerjiler, yaralanmalar ve kemik kırıkları ile travmalardır.

Acil servis hizmet akışı Şekil 3.1’de görüldüğü gibidir. Bir hasta acil servise geldiğinde eğer ambulans ile geldiyse veya durumu travmatik ise beklemek için sıra almadan direkt doktor tarafından muayene edilmek üzere gerekli alana alınmaktadır. Eğer hastanın durumu travmatik değil ise hasta kişisel bilgilerini vermek için tıbbi kayıt istasyonuna gitmekte, daha sonra triyaj istasyonundaki bir hemşire, hastanın hastalığını veya rahatsızlığa sebep olan durumları öğrenerek gerekli bölüme yönlendirmektedir. Doktor, hasta için reçete, gözlem veya laboratuvar, x-Ray ve ct-tarama gibi daha ileri analiz gerekip gerekmediğine karar vermektedir. Doktor hastanın çıkışına onay verdikten sonra hasta ödeme yaptıktan sonra (ödeme yapması gerekiyorsa) sistemi terketmektedir. Hastanın gözlem altında kalması gerekiyorsa, hastanın yatış işlemleri yapılmakta ve hastaneye yatırılmaktadır.



Şekil 3.1. Acil Servis Akış Şeması (Gonzalez vd.,1997)

Türkiye'deki acil servisler ait olduğu sağlık kuruluşunun koşullarına bağlı olarak üç seviyeye ayrılmaktadır. 1. seviye acil servis, resüsitasyon, yaşam desteği ve ayakta tedavi gibi temel tedaviyi sağlamaktadır. 2. seviye acil servisler, 1. seviye acil servislerdeki hizmetlere ek olarak, uzmanlar ile ayrıntılı değerlendirme ve bilgisayarlı tomografi, ultrasonografi vb. ile tarama yapılmasını sağlamaktadır. 3. seviye acil servisler, 1. seviye ve 2. seviye acil servislerde sağlanan tüm hizmetlerin yanı sıra hastaları her zaman inceleyip tedavi etme yeteneğine sahiptir. Hastanelerde acil servis yapılanması planlanırken her seviyede verilmesi hedeflenen acil hizmet seviyesi belirlenmelidir. Acil servislerin hizmet seviyesinin belirlenmesi konusunda ülkemiz şartlarında acil servisler incelendiğinde (Kuruçelik, 2009);

- ✓ Aylık başvuru sayısı 5000'den düşük olan hastaneler ve ilçe hastaneleri 1.Seviye,
- ✓ Aylık başvuru sayısı 5000–15000 arası olan hastaneler ve il hastaneleri 2.Seviye,
- ✓ Aylık başvuru sayısı ortalaması 15000'den fazla olan hastaneler, eğitim araştırma hastaneleri, üniversite hastaneleri 3.Seviye olarak belirlenmiştir.

Acil servislerde gelen hastalar, aciliyet durumlarına göre yeşil, sarı veya kırmızı alanlara alınmakta ve daha sonra buradan gerekli alanlara yönlendirilmektedirler. Genellikle ayaktan başvuran ve genel durumu itibariyle stabil olan hastalar yeşil alana yönlendirilmektedir. Bu tarz vakalara risk taşımayan ağrılar, dikiş gerektirmeyen kesikler, sıyrıklar, risk taşımayan mide bulantıları örnek olarak gösterilebilmektedir. Hayati önem arz etme olasılığı olan vakalar, uzuv kaybı ihtimali ve önemli morbidite oranı olan durumlar sarı alana yönlendirilmektedir. Solunum sıkıntısı, bilinci açık kafa travması durumu, inatçı kusma, ezilme yaralanmaları, göğüs ağrısı, basit kanamalar, şiddetli olmayan karın ağrısı vb. duruma sahip hastalar sarı alana yönlendirilmektedir. Solunum sıkıntısı, havayolu tıkanıklığı, aşırı ilaç alımı sonucu bilinç kaybı, dolaşım bozukluğu, ciddi ağrı gibi hayati önem arz eden durumlarda ise kırmızı alana yönlendirilmektedir (Acil Servis Hizmetlerinin Uygulama ve Usul ve Esasları Hakkında Tebliğ, 2009).

4. BİLGİ KEŞİF SÜRECİ

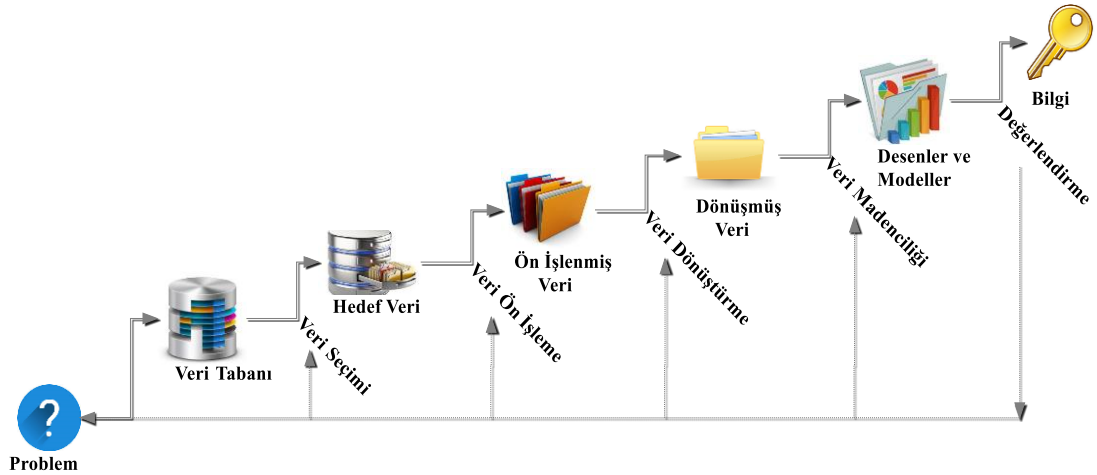
Bilgi Keşif Süreci (BKS), veride geçerli, potansiyel olarak yararlı ve nihai olarak anlaşılır kalıpları tanımlayan basit olmayan bir süreçtir (Fayyad vd.,1996). BKS, veriden yararlı bilgilerin keşfedilmesi esnasındaki tüm süreci kapsamaktadır. BKS, desen tanıma, istatistik, makine öğrenimi, yüksek performanslı bilgi işleme, veri tabanları, uzman sistemler, veri görselleştirme, yapay zekâ gibi araştırma alanlarının birleşimi olarak gelişmiştir. Veri hazırlama, veri seçme, veri temizleme, uygun ön bilgilere sahip olma ve sonuçların doğru bir şekilde yorumlanması gibi BKS sürecindeki ek adımlar, yararlı bilginin veriden türetilmesini sağlamak için gerekmektedir. Veri madenciliği yöntemlerinin körü körüne uygulanması anlamsız ve geçersiz kalıpların keşfedilmesine kolayca yol açan tehlikeli bir faaliyet olabilmektedir.

Şekil 4.1’de görülen bilgi keşif süreci kısaca özetlenirse ilk olarak problem açık bir şekilde ifade edilmeli ve özel bir uygulama alanı seçilmelidir. Daha sonra, araştırmacı bilinmeyen bağımlılıklar için değişkenler kümesini belirtmelidir. Bu adım özel bir alan bilgisi ve uzmanlık gerektirmektedir.

İkinci aşama, ifade edilen probleme uygun verileri seçmektir. Veri seçimi ya deney tasarımcısı olarak adlandırılan bir uzman tarafından ya da herhangi bir uzmanın etkisinde kalmadan gözlemsel yaklaşım ile yapılabilmektedir. Veri seçimi modeli nihai sonuçları etkileyebileceğinden ön bilgi bu adımda çok faydalı olmaktadır. Seçilen verilere hedef veri adı verilmekte ve çoğu durumda bir veri tabanı oluşmaktadır. Bu veri tabanı, örnekler, veri noktaları veya nesnelere olarak adlandırılan ayrı veri varlıklarına sahiptir. Bunlar bir veri tabanının satırlarını ve boyutlarını temsil etmektedir. Veri tabanının sütunlarına nitelikler, özellikler, öngörücüler veya basitçe değişkenler denilmekte ve veri tabanının boyutsallığını temsil etmektedir. Tipik bir veri tabanı farklı türde değişkenlere sahiptir. Bir tür, bir nesnenin yüksekliği gibi sürekli olabilen veya nesnenin yaşı gibi kesikli olabilen sayısal değişkenlerdir. Diğer değişkenler kategoriktir; bunlar ya cinsiyet veya şehrin posta kodu gibi nominal ya da sıradan bir sırayla "iyi", "normal" ve "kötü" olarak bölünen bir performans gibi ordinal (sıralı) dir (Kantardzic, 2011).

Hedef veri toplandıktan sonra ön işleme tabi tutulmaya ve dönüştürülmeye ihtiyaç duymaktadır. Üçüncü aşama olan ön işleme aşamasında, anormal veriler düzeltilmekte ve eksik ya da kötü veriler kaldırılmaktadır. Ayrıca, kayıp değerlere de çok dikkat gösterilmelidir. Eğer bir veri noktası bir değişken için değer eksikliği gösterirse, veri noktası ya silinmek zorunda kalınmakta ya da değer tahmin edilmektedir.

Hedef veri ön işleme tabi tutulduktan sonra, model kurulumu için kullanılabilmesini teminen dönüştürülmeye ihtiyaç duymaktadır. Veri dönüştürme sürecinde, işlem öncesi veriler kategorize edilmekte ve verilerin boyutları azaltılmaktadır. Veri, birçok farklı şekilde dönüştürülebilmektedir. Bunun bir yolu ölçeklendirmedir. Eğer değişkenler farklı uzaklıklara sahip iseler, modelleme aşamasında farklı ağırlıklara sahip olabilmektedirler. Genellikle, uzaklıklarına veya standart sapmalarına göre ölçeklendirme yöntemi kullanılmaktadır. Başka bir dönüştürme işlemi ise, değişkenlerin model için başa çıkılması daha kolay olan farklı türdeki değişkenlere kodlanmasıdır. Örneğin; sürekli bir değişken kesiksiz değişkene dönüştürülebilmekte veya tam tersi çok değerli kategorik değişken 0-1 kategorik değişkene kodlanabilmektedir (Fayyad, vd.,1996).



Şekil 4.1. Bilgi Keşif Süreci (Han, vd. 2011)

Veriler dönüştürüldükten sonra, bir veya daha fazla uygun veri madenciliği tekniği seçilmekte ve uygulanmaktadır. Bir model oluşturmak ve bağımlılıkları keşfetmek için bir veri madenciliği tekniğinin uygulanması, grafik kullanıcı arabirimli bir

yazılımla veya belirli bir probleme yönelik daha ayrıntılı değişiklikler ve düzenlemeler yapmayı sağlayan bir programlama ortamında yazılı bir algoritma ile gerçekleşmektedir.

Veri madenciliği teknikleri, denetlenen veya denetlenmeyen şekilde çalışmaktadır. Denetlenen, modelin bilinen giriş-çıkış örneklerinden ve istenen ve gerçek yanıt arasındaki fark olarak tanımlanan hata payından oluşturulduğu anlamına gelmektedir. Sınıflandırma ve regresyon, denetimli öğrenmenin tipik görevidir. Öte yandan, denetlenmeyen yöntemlerde sadece girdi örnekleri önceden tanımlanmış çıktılar olmadan verilmekte ve model kendiliğinden değerlendirilmektedir. Denetimsiz öğrenmenin tipik uygulamaları, girdi verisinin kümelenmesi ve ilişkilerinin keşfedilmesidir (Kantardzic, 2011) .

Model, desenleri ve öngörülerini sunduktan sonra bunların değerlendirilmesi, doğrulanması ve yorumlanması gerekmektedir. Çoğu durumda, uzmanın tekrar müdahale etmek zorunda kaldığı yarı otomatik bir adımdır. Elde edilen bilgiler karar vermede yardımcı olması gerektiğinden, doğru ve yorumlanabilir olması gerekmektedir. Bu iki özellik doğasında çelişkilidir. Genellikle basit modeller daha yorumlanabilir ancak daha az doğru ve karmaşık modeller daha doğru ancak daha az yorumlanabilir. Burada problemin durumuna göre bir değerlendirme yapılmalıdır. Model, birden çok doğrusal ve lojistik regresyon, karar ağaçları, rasgele orman, destek vektör makineleri, yapay sinir ağları, k-ortalaması ve diğer makine öğrenme algoritmalarının birçoğu için avantaj ve dezavantajları olan çeşitli tekniklerle oluşturulabilmektedir. Daha sonra, seçilen veri madenciliği teknikleri, dönüştürülen verilere uygulanmakta ve değerlendirme aşamasından sonra bilgi elde edilmektedir (Han, vd., 2011).

4.1. Veri Madenciliği

Veri madenciliği, çeşitli analiz araçlarını kullanarak modellerini ve ilişkilerini geçerli tahminler yapmak için kullanan, veri ambarlarında tutulan geniş veri aralığına dayanarak daha önce keşfedilmemiş bilgileri ortaya çıkararak bu bilgileri kullanan, veri içindeki kalıpları ve ilişkilerini araştıran, eylem planını kararlaştırmak için

uygulanan süreçtir (Celementine, 2002). Veri madenciliği veri yığınlarında gizlenen örüntüleri ve ilişkileri ortaya çıkarmak için çok sayıda veri çözümleme yönteminin kullanıldığı bir süreçtir (Uğurlu vd. 2008). Veriler arasındaki benzer eğilimlerin ve davranış kalıplarının belirlenmesi, veri madenciliğinin işletmelere sunduğu en önemli özelliktir (İnan, 2003). Veri madenciliği girdileri olarak kullanılan veritabanları, dinamik, tam, geniş, açık ve konuyla uyumlu olmadığında sorunlar ortaya çıkmaktadır. Veri madenciliğinde karşılaşılan problemlerden bazıları; gürültü, eksik veri, belirsizlik, veritabanı boyutu, güncellemeler, alakasız veriler, sınırlı verilerdir (Özseyhan, vd.,2012).

Veri madenciliği teknikleri, denetimsiz ve denetimli olmak üzere iki ana kategoriye ayrılmaktadır. Verileri çoğunlukla anlamak, keşfetmek ve tanımak için denetimsiz yöntemler kullanılmakta ve bir dahaki sefere uygulanacak yöntemler için fikir sağlamak amaçlanmaktadır. Denetimli yöntemler, bilgi elde etmek ve veriden çıkarsamalar yapmak için kullanılmaktadır (Hastie ve Tibshirani, 2009). Veri madenciliği tekniklerinin sınıflandırılmasının diğer bir türü ise, bu teknikleri, tahmini ve tanımlayıcı olmak üzere iki ana başlık altında analiz etmektir (Zhong ve Zhou, 2003). Tahmin edici modeller sonuçları bilinen verileri kullanarak model geliştirmeyi ve kurulan modelden yararlanarak sonuçları bilinmeyen veri setleri için sonuç değerlerini tahmin etmeyi amaçlamaktadır (Özekes, 2003). Tanımlayıcı modeller ise karar vermek için rehber olarak kullanılacak mevcut veri içindeki desenleri tanımlamak için yardım etmektedir (Zhong ve Zhou, 2003). Veri madenciliği tekniklerinin uygulanabilmesi için birçok program geliştirilmiştir. Bu programlardan bazıları ticari, bazıları ise açık kaynaklı programlardır. Bu programlara kısaca bölüm 4.4'te değinilmiştir. Veri madenciliği teknikleri hemen hemen her sektörden toplanan verilere uygulanabilmektedir. Bunlardan bazıları; bilimsel veriler, sağlık verileri, işletme verileri, finansal veriler, eğitim sektörü verileri, belge verileri, internet verileri, mühendislik verileri, alışveriş verileridir.

4.2.Veritabanı Madenciliği Terminolojisi

Veri madenciliği çalışmalarında kullanılan terminolojilerden bazıları kısaca açıklanmıştır;

✓ Veri

Veri, kalitatif veya kantitatif değişkenlerin değerlerinin bir kümesidir. Olgular üzerinde yapılan gözlemlerin sonucudur ve aynı zamanda bilginin üretildiği hammaddedir. Veriler kendi başına bir anlam taşımamaktadır (Gökçen, 2011).

✓ Veri Seti

Bir veri seti, veri nesnelерinin bir toplamı olarak görölmektedir. Veri setleri, sistemlerin davranışsal bilgilerini ve şartlarını içermektedir (Sağlam, 2015).

✓ Enformasyon

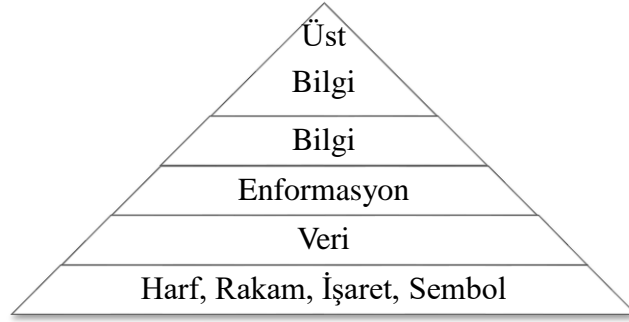
Enformasyon, ilişkisel bağlantılar aracılığıyla anlam verilebilen veriler olarak tanımlanabilmektedir. Bilgisayar dilinde, bir ilişkisel veri tabanı içinde depolanmış verilerden bilgiler ortaya çıkarmaktadır (Gökçen, 2011).

✓ Bilgi

Bilgi, verinin dönüştürölmesi ve anlamlı hale getirilmesi ile elde edilmektedir. Bilgi deterministik bir sürece sahiptir. Bilgi nasıl yapılacağına karar vermektен ziyade ne yapılacağına karar vermek hususunda yardımcı olmak için kullanılmaktadır (Ersöz ve Ersöz, 2015).

✓ Üst Bilgi

Elde edilen bilgilerin analiz ve sentezlenmesi sonucunda ortaya çıkan bilgilerdir. Örneğin; işletmelerin %50'sinin ithalat patlaması yaşadığınıın tesbit edilmesi bilgidir. Bu işletmelerin %15'inin ithalatını yarı yarıya azalttığına dair bilgi ise üst bilgidir (Ersöz ve Ersöz, 2015).



Şekil 4.2. Bilgi Hiyerarşisi (Ersöz ve Ersöz, 2015)

✓ **Örnek**

Bir öğrenme şemasındaki girdiler, örnek veya durum olarak adlandırılmaktadır. Her bir örnek bireysel olarak davranışsal bir gözlemi temsil etmektedir. Veri madenciliğinde, girdi olarak kullanılan örnekler sistemin genelleştirilmiş bir modelini yaratma safhasında sınıflandırılabilir, ilişkilendirilebilir veya kümelenebilir (Sağlam, 2015).

✓ **Nitelik**

Nitelik, bir durumdan diğerine veya bir zamandan bir başka zamana kadar olan süreçte değişebilen durumların karakteristik bir özelliğini ifade etmektedir. Veri nesnelere bir çok nitelik aracılığıyla tanımlanmaktadır. Niteliğin diğer isimleri ise değişken, karakteristik, alan, özellik veya boyuttur (Gökçen, 2011).

✓ **Model**

Veri madenciliği modeli bir ilişki tablosuna benzemektedir. Her bir model çalıştırıldığı veri madenciliği algoritması ile ilişkilidir. Bir veri madenciliği modelini çalıştırmak, spesifik bir veri madenciliği algoritmasını kullanarak çalışma verisindeki örüntüleri ortaya çıkarmaya yarar. Modelin çalışma aşamasında, veri madenciliği modeli, veri madenciliği algoritmasının veri kümesi üzerinde keşfettiği örüntüleri depolamaktadır (Gökçen, 2011).

✓ Durumlar

Her bir niteliğin ilişkilendirildiği bir mümkün değerler kümesini ifade etmektedir. Bu değerler niteliklerin birleşimidir. Örneğin, cinsiyet sütunu erkek ve kadın olmak üzere iki durum içermektedir.

✓ Vakalar

Veri madenciliği vakaların analiziyle ilgilenmektedir. Vaka, bilginin en temel oluşumudur. Bir vaka basit veya karmaşık olabilmektedir. Örneğin; müşteri kredi riskini hesaplamak için müşterilerin demografik bilgilerini kullandığınızda, her bir vaka bir müşteridir veya müşterilerin satın alma davranışları müşterilerin demografik özellikleri ile satın alma geçmişlerini dikkate alarak analiz etmeye çalıştığınızda, her bir vaka müşterinin satın aldığı ürünlerin listesi ile birlikte bir müşteridir. Vakaların bu tipi içiçe geçmiş vakalardır (Gökçen, 2011).

4.3. Veri Madenciliğinde Kullanılan Yöntemler

Literatürde yapılan incelemelere göre veri madenciliğinde kullanılan yöntemlerin farklı kategorilere ayrıldığına 4.1 başlığı altında değinilmiştir. Veri madenciliğinde kullanılan yöntemleri kısaca açıklamak için bu bölümde veri madenciliği teknikleri işlevlerine göre tanımlayıcı ve tahmin edici yöntemler olmak üzere iki gruba ayrılmıştır.

Tanımlayıcı Yöntemler:	Tahmin Edici Yöntemler :
<ul style="list-style-type: none"> • Kümeleme, • Birliktelik Analizi, • Özetleme Analizi • Diğer metodlar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sınıflandırma • Karar Ağaçları, • Naive – Bayes, • Yapay Sinir Ağları, • Karar Destek Vektörleri, • K- En Yakın Komşu, • Genetik Algoritmalar. • Diğer metodlar. • Regression

Şekil 4.3. Veri Madenciliğinde Kullanılan Yöntemler (Kaynak: Zhong ve Zhou, 2003)

4.3.1. Tahmin Edici Yöntemler

i. Sınıflandırma

Sınıflandırma, yeni bir nesnenin özelliklerini analiz etmek ve bu yeni nesneyi önceden belirlenmiş bir gruba atamaktır (Sabancı ve Akkaya, 2016). Sınıflandırma, büyük miktarlardaki kayıtları sınıflama becerisine sahip bir model geliştirmek amacıyla bünyesinde sınıflandırılmamış örnekler kümesi içeren ve veri madenciliğinde yaygın şekilde kullanılan bir tekniktir. Sınıflandırma yöntemi, sınıfı belirli olan mevcut verilerden yararlanarak sınıfı belirli olmayan verilerin sınıfını tahmin etmek için kullanılmaktadır. Sınıflandırma yapılırken öncelikle tahmin için kullanılacak bir model seçilmekte veya oluşturulmaktadır. Daha sonra bu modelden yararlanılarak, sınıfı belli olmayan verilerin sınıfları tahmin edilmektedir (Han ve Kamber, 2001). Bu yöntem sık sık karar ağaçları veya şebeke tabanlı sinir ağları sınıflandırma algoritmalarını kullanmaktadır. Veri sınıflandırma süreci öğrenmeyi ve sınıflamayı kapsamaktadır. Sınıflandırmada, sınıflandırma kurallarının doğruluğunu tahmin etmede test verileri kullanılmaktadır. Eğer doğruluk kabul edilebilir düzeyde ise, kurallar yeni veri gruplarına uygulanmaktadır (Bharati, 2010).

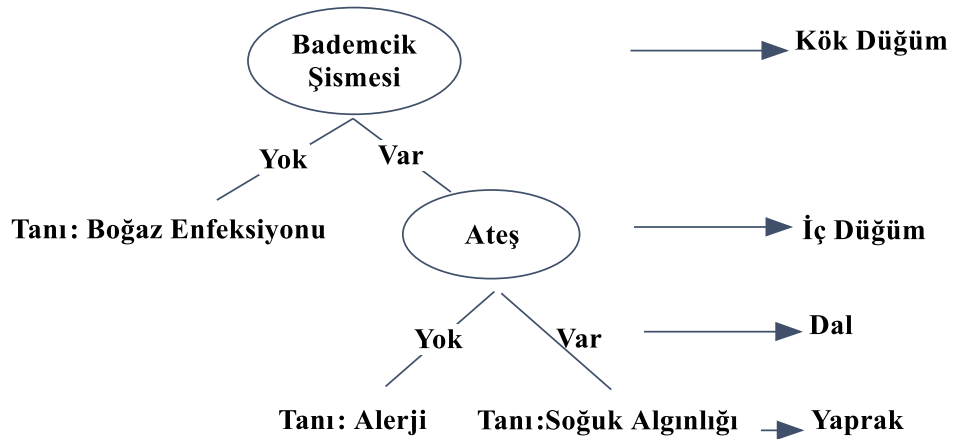
Başlıca sınıflandırma teknikleri;

- ✓ Karar Ağaçları,
- ✓ Naive – Bayes,

- ✓ Yapay Sinir Ağları,
- ✓ Karar Destek Vektörleri,
- ✓ K- En Yakın Komşu,
- ✓ Genetik Algoritmalar.

- **Karar Ağacı**

Karar ağacı, veri kümesinin sınıflandırılması için çıkarım kurallarını kullanmaktadır. Karar ağaçları bir sınıflandırma ve örüntü tanımlama algoritmasıdır. Karar ağaçları oluşturulduktan sonra, kurallar kökten yaprağa doğru yazılmaktadır (Mitchell, 1997). Bu yöntemin yaygın olarak kullanılmasının en önemli nedeni kullanılan kuralların anlaşılabilir ve sade olmasıdır (Safavian ve Landgrebe, 1991). Karar ağacı uygulamasında, büyük miktarlardaki kayıtların, küçük gruplara bölünmesi için basit karar verme adımları kullanılmaktadır. Küçük gruplara bölme işlemiyle, sonuç grupların elemanları bir diğeriyle çok daha benzer hale gelmektedir (Sun vd., 2008). Karar ağacının yapısı temel olarak yaprak, dal ve düğümden oluşmaktadır. Bu ağaç yapısında her bir öznelik bir düğüm tarafından temsil edilmekte ve ağaçta en son kısım yaprak, en üst kısım ise kök olarak adlandırılmaktadır. Dal ise kök ve yapraklar arasında kalan kısımları ifade etmektedir (Quinlan, 1993).



Şekil 4.4. Hasta Veri Tabanı için Örnek Bir Karar Ağacı (Kaynak: Emel ve Taşkın, 2005)

- **Naive – Bayes**

Naive Bayes sınıflandırıcı, karar teorisine dayanan basit bir olasılıksal sınıflandırıcıdır. Her bir sınıf için olasılıklar hesaplanmakta ve her bir örnek için en yüksek olasılığa sahip sınıf bulunmaktadır. İyi performanslı, basit yapılı, yüksek hesaplama hızına sahip olması ve eksik verilere olan duyarsızlığından dolayı popüler bir yöntemdir (Liu ve Lei, 2006). Naive Bayes, görüntü ve sinyal işleme uygulamalarında hem doğruluk hem de hesaplama süresi açısından iyi performans gösteren basit ve hızlı istatistiksel tahmin algoritmasıdır. Naive Bayes'in bazı açılardan yapay sinir ağları ve karar ağaçlarıyla benzerlikleri bulunmaktadır. Naive Bayes sınıflandırıcısı, binlerce öznitelik içeren kalıpları sınıflandırmak üzere eğitilebilmekte ve binlerce örneğe uygulanabilmektedir. Bu nedenle metin incelemesi ve diğer büyük sınıflandırma problemleri için tercih edilen bir algoritmadır. Naive Bayes sınıflandırıcısı kanıtlanmış bir başarıya sahip bir makine öğrenme metodudur. Temelde veri özelliklerine göre en uygun sınıflandırmayı gerçekleştirmektedir (Budak vd.,2016).

- **Yapay Sinir Ağları**

Yapay sinir ağları ilk olarak 1940'ların başında ortaya atılmıştır ve belirsiz, karmaşık veriden anlamlı veri türetme yeteneğine sahiptir. Bu yeteneği ile insan ve diğer bilgisayar teknikleri ile fark edilemeyecek kadar karmaşık olan eğilimleri tespit etmek için kullanılmaktadır (Bharati, 2010). Yapay sinir ağı, insan beyni gibi biyolojik sinir sisteminden ilham alınarak elde edilmiştir (Kang ve Yoon, 1994). Yapay sinir ağları insan zekâsı gibi eğitilebilmektedir. Ağın eğitimi gerçekleştirilirken, girdi bilgileri ve bu girdiler sonucunda oluşacak çıktı bilgileri verilmekte ve ağın girdi-çıkıtı arasındaki ilişkiyi öğrenmesi sağlanmaktadır. Bu yöntem öğreticili öğrenme olarak adlandırılmaktadır (Haykin, 1999). Yapay sinir ağları ne kadar çok örnekle eğitilirse problem çözümü veya problem üzerinde teşhis koyma işlemi o derecede hızlı ve doğru olmaktadır (Arslan ve İnce, 1996). Yapay sinir ağlarında kullanılan öğrenme algoritmaları, birimler arasındaki bağlantı ağırlıklarını hesaplamaktadır. Yapay sinir ağlarında modelin yapılandırılması süreci bir kısım veri setinin yapay sinir ağına gönderilmesiyle başlamakta ve yapay sinir ağı

bu veri setine göre bir çıktı değeri tahmin etmektedir. Bu tahmin değeri, gerçek değer ile bir geri bildirim yardımı ile karşılaştırılmaktadır. Tahmin yanlış ise yapay sinir ağı, tahminin kalitesini arttırmak için kendi kendisini analiz etmektedir. Bu süreç içerisinde yapay sinir ağı büyük oranda doğru bir modele yaklaşmaktadır (Marakas, 2003).

- **Karar Destek Vektörleri**

Karar Destek Vektörleri ilk kez 1995 yılında Vapnik tarafından önerilmiştir (Vapnik, 1995). KDV yapılacak işlemlerin belirsiz olduğu durumlarda, verilen girdilere karşılık gelen çıktının ne olduğunun, tahmin edilmesi işlemidir (Alpaydin, 2004). Karar Destek Vektörü öğrenme teorisine dayalı bir sınıflandırma algoritmasıdır. KDV'nin sınıflandırma uygulamalarında kullanılan çeşidi Karar Destek Vektör Sınıflandırma ve regresyon uygulamalarında kullanılan çeşidi ise Karar Destek Vektör Regresyon olarak bilinmektedir. Karar Destek Vektörleri, yüksek boyutta olan ve az sayıda veri içeren uygulamalarda da başarılıdır (Shen vd., 2004).

- **K-En Yakın Komşu**

Sınıflandırma problemini çözen denetimli öğrenme yöntemlerinden birisi de K-En Yakın Komşu yöntemidir. K-En Yakın Komşu yönteminde, verilerin sınıflandırılabilmesi için öğrenme kümesindeki normal davranış verilerine göre benzerlikleri hesaplanmakta ve en yakın olduğu düşünülen k verinin ortalaması ile belirlenen eşik değerine göre sınıflara atamaları yapılmaktadır. Bu yöntem için önemli arz eden husus, her sınıfın özelliklerinin önceden belirlenmiş olmasıdır. Yöntemin performansını belirleyen kriterler; k en yakın komşu sayısı, eşik değer, benzerlik ölçümü, öğrenme kümesindeki normal davranışların yeterli sayıda olmasıdır (Çalışkan ve Soğukpınar, 2008).

- **Genetik Algoritma**

Genetik algoritmalar çözüm uzayındaki noktaları, kromozom adı verilen ikili dizi ile kodlamaktadır. Her bir nokta bir uygunluk değerine sahiptir. Genetik algoritmalar

noktalar kümesini bir popülasyon olarak muhafaza etmektedir. Genetik algortima, Darwin'in mutasyona ve adaptasyona dayanan evrim modellerine benzeyen, her kuşak için çaprazlama ve mutasyon gibi genetik operatörleri kullanarak yeni bir popülasyon meydana getiren bir yöntemdir. Genetik operatörler kullanılarak popülasyon üretmeye devam ettikçe, birkaç nesil sonra popülasyon daha iyi uygunluk değerine sahip üyelere sahip olmaktadır. Genetik algoritmalar, çözümlerin kodlanmasını, uygunlukların hesaplanmasını, çoğalma, çaprazlama ve mutasyon operatörlerinin uygulanmasını içermektedir (Jang, 1997). Olasılık değerlerine göre çalışan genetik algoritmalar, sadece amaç fonksiyonuna ihtiyaç duymaktadır. Çözüm uzayının tamamını değil yalnızca belirli bir kısmını tarar ve bu şekilde, etkin arama yaparak kısa bir sürede çözüme ulaşmayı başarmaktadır (Goldberg ve Holland, 1988).

ii. Regresyon

Regresyon analizi, değişkenler arasındaki ilişkileri araştırmada kullanılan bir istatistiksel araçtır. Regresyon analizi bağımlı değişken ile bir veya daha çok bağımsız değişken arasındaki ilişkiyi incelemek için kullanılmaktadır (Sykes, 1993). Regresyon uygulamalarına örnek olarak, bir tanı testinin sonucunda bir hastanın hayatta kalma ihtimalini tahmin etmek bahsedilebilmektedir (Fayyad, vd.,1996).

4.3.2. Tanımlayıcı Yöntemler

i. Kümeleme

Kümeleme, verileri benzer özelliklerine göre gruplandırmak için kullanılan bir tekniktir. Her veri mevcut küme elemanlarıyla karşılaştırılmaktadır. Veri en yakın kümeye atanmakta ve bu veri, atandığı kümeyi tanımlayan değeri değiştirmektedir. En uygun çözüm bulunana kadar veriler yeniden atanmakta ve küme merkezleri tekrar ayarlanmaktadır (Aydoğan, vd., 2008).

Kümeleme, benzer sınıfların nesnelere tanımlamak için kullanılan bir veri madenciliği tekniğidir. Kümeleme tekniği sınıfları bulmakta ve her bir objeyi özel bir sınıfa atamaktadır. Bu teknik veri madenciliğinin ana görevlerinden birini yerine

getirmektedir ve örüntüleri tanımlama, analiz gibi çok çeşitli alanlarda kullanılan yaygın bir tekniktir. Kümeleme analizi spesifik bir teknik değildir ancak birçok algoritma aracılığıyla başarılı şekilde uygulanabilmektedir. Kümeleme analizi deneme ve yanılmayı içeren iteratif bir bilgi keşfi sürecidir. Arzu edilen sonuçlara ulaşmak için işlenmemiş verileri ve model parametrelerini değiştirmek gerekmektedir. Bazen birkaç alt kümeye bölünmüş bir küme seti oluşturmak içinde kullanılmaktadır. Kümeleme metodları bir problemin yerel veya yaklaşık sonucunu bulmaya çalışmaktadır. İyi bir kümeleme metodu sınıf içi benzerliği yüksek, sınıflararası benzerliği düşük olan yüksek kaliteli kümeler oluşturacaktır. Bir kümenin kalitesi aynı zamanda onun gizli örüntüleri keşfedilme yeteneğine de bağlıdır (Johina vd., 2015).

ii. Birliktelik Kuralları

Birliktelik kuralları yığın veri seti içerisinde bulunan veriler arasındaki benzerlik ilişkilerini bulma işlemidir. Belirli bir veri kümesinde yüksek sıklıkta birlikte görülen özelliklere sahip durumlar arasındaki ilişki kurallarının keşfedilmesine birliktelik analizi denilmektedir (Argüden ve Erşahin, 2008). Birliktelik kuralları kolay anlaşılır olduğu için endüstriyel alanlarda geniş kullanım alanına sahiptir. Birliktelik kurallarının en sık kullanıldığı alanlardan birisi süpermarket uygulamalarıdır. Süpermarket uygulamaları literatürde yapılan çalışmalarda pazar sepeti analizi adı ile de yer almaktadır. Pazar sepeti analizi ile marketlerden yapılan alışverişlerde satın alınan farklı ürün kategorileri arasındaki birliktelik ilişkilerinin keşfedilebilmesi sağlanmaktadır (Chen vd, 2006).

Büyük veri tabanlarında birliktelik kuralları bulunurken aşağıdaki iki adım takip edilmektedir (Smyth ve Goodman, 1992);

- 1- Sık tekrarlanan ürünler bulunmakta ve bu öğelerden her biri, önceden belirlenmiş minimum destek sayısına göre elenmektedir.
- 2- Güçlü ilişki kuralları sık tekrarlanan öğelerden oluşturulmaktadır. Bu kurallar minimum destek ve minimum güven oranlarını karşılamalıdır.

Minimum destek oranı ve minimum güven oranı kullanıcı tarafından belirlenmekte ve bu oranları aşan birliktelik kuralı dikkate alınmaktadır. Örneğin, A ürünü satın alan müşteriler aynı zamanda B ürününü de satın alırsa, bu birliktelik kuralı “A => B [destek oranı = %4, güven oranı = %64] ” şeklinde ifade edilmektedir (Zaki,1999). Destek oranı keşfedilen kuralın kullanılabilirliğini, güven oranı ise doğruluğunu göstermektedir. Birliktelik kuralı için % 4 destek oranı, A ve B ürünlerinin analiz edilen tüm satın alımların % 4'ünde birlikte satıldığını göstermektedir. Güven oranının % 64 olması, A ürününü satın alan müşterilerin %64'ünün aynı alışverişte B ürününü de satın aldığını göstermektedir (Zaki, 1999). Birliktelik analizi Apriori, GRI, CARMA vb. algoritmalar kullanılarak yapılabilmektedir.

- **Apriori Algoritması**

Apriori modeli, bir veri kümesinden en yüksek bilgi içeriğine sahip olan kuralları çıkarmaktadır. SPSS Clementine programında elde edilen destek değeri, toplam veri kümesindeki öncül türün yüzdesini, güven değeri öncül türü içeren kayıtların kaç tanesinin sonuç türündeki kayıtları içerdiğini belirtmektedir. Apriori algoritması, veri kümesini birden çok kez taramaktadır. Apriori algoritması türlerinden en yaygın olanları AprioriTid algoritması, Apriori Hybrid algoritması, Apriori-LB algoritmasıdır.

Bir marketten yapılan alışveriş numaraları ve her alışverişte satın alınan ürünleri içeren aşağıdaki Çizelge 4.1'e göre minimum destek oranı %30 ve güven oranı %60 olacak şekilde Apriori algoritması anlatılmıştır.

Çizelge 4.1. Alışverişlerin Bilgileri Veritabanı

Alışveriş Numarası	Satın Alınan Ürünler
1	I_1, I_2, I_3, I_4
2	I_1, I_2, I_4
3	I_5, I_4
4	I_5, I_6
5	I_1, I_2
6	I_1, I_2, I_5

Algoritmanın ilk adımında, her ürünün destek sayısı bulunmaktadır. Algoritma, her ürünün sayısını bulmak için tüm alışverişleri taramakta ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.2'de Destek Sayısı sütununda görülmektedir. Çizelge 4.2'de görülebileceği gibi I_1 ürününden 4 adet, I_2 ürününden 4 adet, I_3 ürününden 1 adet, I_4 ürününden 3 adet I_5 ürününden de 3 adet, I_6 ürününden de 2 adet satıldığı görülmektedir.

Çizelge 4.2. Ürünlerin Destek Sayısı ve Oranları

Ürün	Destek Sayısı	Destek Oranı
I_1	4	%67
I_2	4	%67
I_3	1	%17
I_4	3	%50
I_5	3	%50
I_6	1	%17

Minimum destek değerinden daha düşük desteğe sahip olan öğeler devre dışı bırakılmaktadır. I_3 ve I_6 ürünlerinin destek oranları (%17), minimum destek değeri (%30)' dan küçük olduğu için devre dışı bırakılmıştır. Hangi ürünlerin ikili olarak sık tekrarlandığını belirlemek için ürünlerin ikili kombinasyonları oluşturulmuştur ve Çizelge 4.3'te görüldüğü gibi destek oranları hesaplanmıştır.

Çizelge 4.3. Ürün Çiftlerinin Destek Sayısı ve Oranları

Ürün Çiftleri	Destek Sayısı	Destek Oranı
I_1 ve I_2	4	%67
I_1 ve I_4	2	%33
I_1 ve I_5	1	%17
I_2 ve I_4	2	%33
I_2 ve I_5	1	%17
I_4 ve I_2	1	%17

Minimum destek değerinden daha düşük desteğe sahip olan öğeler devre dışı bırakılmaktadır. I_1 ve I_5 , I_2 ve I_5 , I_4 ve I_2 ürün çiftlerinin destek oranları (%17), minimum destek değeri (%30)'dan küçük olduğu için devre dışı bırakılmıştır. Hangi ürünlerin üçlü olarak sık tekrarlandığını belirlemek ürünlerin üçlü kombinasyonlar oluşturulmakta ve destek oranları bulunmaktadır. Üçlü kombinasyonlar için elde edilen destek oranları Çizelge 4.4'te görüldüğü gibidir.

Çizelge 4.4. Ürünlerin Üçlü Kombinasyonu, Destek Sayısı ve Oranları

Ürünlerin Üçlü Kombinasyonu	Destek Sayısı	Destek Oranı
I_1 , I_2 , I_4	2	%33

Sık tekrarlanan öğeleri bulduktan sonra sıra birliktelik kurallarını oluşturmaya gelmiştir;

- I_1 alanlar , I_2 ve I_4 alır [Destek %33, Güven = %50]
- I_2 alanlar , I_1 ve I_4 alır [Destek %33, Güven = %50]
- I_4 alanlar , I_1 ve I_2 alır [Destek %33, Güven = %67]
- I_1 ve I_2 alanlar , I_4 alır [Destek %33, Güven = %50]
- I_1 ve I_4 alanlar, I_2 alır [Destek %33, Güven = %100]

Yukarıdaki sonuçlara göre minimum destek %30 ve güven %60 şartını sağlayan sadece iki adet birliktelik kuralı elde edilmiştir.

- I_4 alanlar , I_1 ve I_2 alır [Destek %33, Güven = %67]
- I_1 ve I_4 alanlar, I_2 alır [Destek %33, Güven = %100]

- **GRI Algoritması**

GRI algoritması, bir kuralın veya hipotezin bilgi içeriğini ölçmek için kullanılmak üzere Smyth ve Goodman (1992) tarafından geliştirilen bir algoritmadır. GRI Algoritmasının nicel bir ölçüsü ve sınırları vardır. GRI Algoritması ile elde edilen kurallar 2 sınıfa ayrılmaktadır. Bu sınıflar ilgili kurallar ve ilgisiz kurallardır. GRI Algoritması ile ilgisiz kurallar elimine edilmekte ve bu ortadan kaldırma işlemi nedeniyle, yüksek kalitede ve daha düşük miktarda kurallar elde edilmektedir (Özseyhan, vd., 2012).

GRI Algoritması, J ölçeği ile eşitlik 4.1'deki gibi hesaplanmaktadır (Malakooti, vd., 2004):

$$j(X;Y = y) = p(x/y) * \log\left(\frac{p(x/y)}{p(x)}\right) + (1 - p(x/y)) * \log\left(\frac{1 - p(x/y)}{1 - p(x)}\right) \quad (4.1)$$

$p(x)$: Kuralın sol (önceli) tarafının oluşma ihtimali

$p(y)$: Kuralın sağ (sonucu) tarafının oluşma ihtimali

- **CARMA**

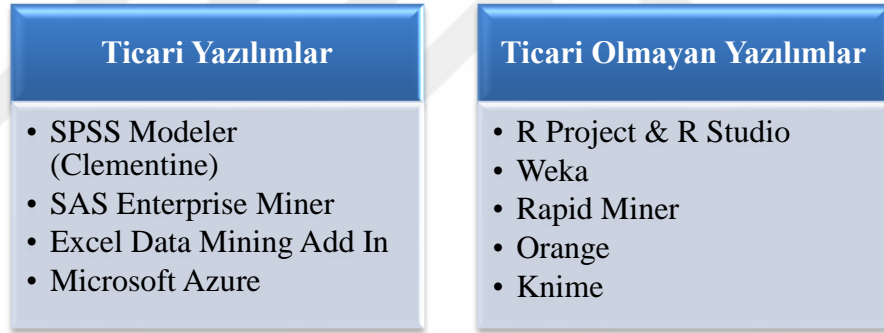
CARMA Algoritması, sürekli geri besleme, kullanıcı tarafından kontrol edilebilir olma, deterministik ve doğru sonuçlar üretme özelliğine sahiptir. Verileri içeren liste taranırken, sürekli ilişki kuralları üretebilmesi sürekli geri besleme özelliğini açıklamaktadır. Kullanıcı destek ve güven eşik değerlerini çalışma başladıktan sonra değiştirebilmekte serbesttir. Carma algoritması, en çok iki taramadan sonra tüm birliktelik kurallarını ürettiğini garanti etmekte ve her kural için kesin destek ve güven değerini tahmin etmektedir. GRI ve Apriori'nin aksine, CARMA algoritmasında giriş alanları veya çıkış alanları gerekmemektedir. Model oluşturulduktan sonra filtreleyerek öğelerin sadece öncül veya sonuç olarak görünmesi sağlanabilmektedir. CARMA kural seti oluşturmak için, bir kimlik alanı ve bir veya daha fazla içerik alanı belirtilmesi gerekmektedir (Hidber, 1999).

iii. Özetleme

Özetleme, bir veri alt kümesine kompakt bir tanım bulmak için yöntemler içermektedir. Basit bir örnek, tüm alanlar için ortalama ve standart sapmaları tablo halinde vermektedir (Agrawal vd., 1996). Daha sofistike yöntemler, özet kuralların türetilmesi, çok değişkenli görselleştirme teknikleri ve değişkenler arasındaki işlevsel ilişkilerin keşfedilmesini içermektedir (Zembowicz ve Zytkow,1996). Özetleme teknikleri, genellikle etkileşimli keşifsel veri analizi ve otomatikleştirilmiş rapor üretimi için uygulanmaktadır.

4.4. Veri Madenciliğinde Kullanılan Yazılımlar

Veri madenciliğinde kullanılan yazılımlar Şekil 4.5'te görüldüğü gibi ticari yazılımlar ve ticari olmayan yazılımlar olarak ikiye ayrılmaktadır.



Şekil 4.5. Veri Madenciliğinde Kullanılan Yazılımlar

i. Ticari Yazılımlar

Ticari yazılımlar, veri madenciliği çalışmalarında kullanılması amacıyla geliştirildikten sonra satışa sunulan veya lisans yenileme modeliyle satışı gerçekleştirilen yazılımlardır.

- **SPSS Modeller (Clementine)**

SPSS Modeller veri madenciliği ve metin analizinde kullanılan yazılımdır. Tahmini modeller oluşturmak ve diğer analitik görevleri yapmak için kullanılmaktadır. Kullanıcıların istatistiksel ve veri madenciliği algoritmalarından yararlanmalarını sağlayan görsel bir arayüze sahiptir. Başlıca amaçlarından biri, veri dönüşümlerinde gereksiz karmaşıklığın ortadan kaldırılması ve karmaşık tahmini modellerin kullanımının kolaylaştırılmasını sağlamaktır. IBM SPSS Modeller, yaratıcıları Integral Solutions Limited tarafından Clementine olarak adlandırılmıştır. Bu isim SPSS'in ürünü satın almasından sonra bir süre devam etmiştir. Daha sonra adı SPSS Clementine olarak ve PASW Modeller olarak değiştirilmiştir. IBM' in 2009' daki SPSS satın alımını takiben, ürünün adı IBM SPSS Modeller olarak yeniden adlandırılmıştır (https://en.wikipedia.org/wiki/SPSS_Modeller).

- **SAS Enterprise Miner**

SAS (İstatistik Analiz Sistemi) gelişmiş analiz, çok değişkenli analizler, iş zekâsı, veri yönetimi ve tahminsel analitik için SAS Enstitüsü tarafından geliştirilen bir yazılım paketidir. SAS, 1966'dan 1976'ya kadar North Carolina State Üniversitesi'nde geliştirilmiştir. SAS, 1980'lerde ve 1990'larda yeni istatistiksel prosedürler, ek bileşenler ve JMP 'nin getirilmesi ile daha da geliştirilmiştir ([https://en.wikipedia.org/wiki/SAS\(software\)#Origins](https://en.wikipedia.org/wiki/SAS(software)#Origins)).

- **Excel Data Mining Add In**

Microsoft Office 2007 ve 2010 için Microsoft SQL Server Veri Madenciliği Eklentileri, karmaşık verilerdeki kalıpları ve eğilimlerin türetilmesine, bu kalıpların görselleştirilmesine yardımcı olmaktadır. Bu eklentiler, SQL Server'ın Microsoft Excel ve Microsoft Office Visio'daki tahmini analitik özelliklerinden yararlanmaktadır (<https://support.office.com/en-us/article/Data-Mining-Add-ins-CBBCE629-DF1A-4B15-B40E-C494FEC4F022>).

- **Microsoft Azure**

Microsoft tarafından yönetilen veri merkezlerinin küresel bir ağında uygulamalar ve hizmetleri oluşturmak, dağıtmak ve yönetmek için Microsoft tarafından oluşturulan bir bulut bilgi işlem platformu ve altyapısıdır. SaaS, PaaS ve IaaS hizmetleri sağlamaktadır ve Microsoft'a özgü ve üçüncü parti yazılımlar ve sistemler de dâhil olmak üzere pek çok farklı programlama dili, araç ve çerçevesini desteklemektedir (https://en.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Azure).

ii. Ticari Olmayan Yazılımlar

Veri madenciliği çalışmalarında yararlanılan ticari olmayan yazılımlar, açık kaynak kodlu ve ücretsiz olarak erişilebilen yazılımlardır.

- **R Project ve R Studio**

Grafikler, istatistik hesaplamalar ve veri analizleri için geliştirilmiş bir programdır. Yeni Zelanda'da bulunan Auckland Üniversitesi'nde İstatistik Bölümü bilim adamlarından olan Robert Gentleman ve Ross Ihaka tarafından geliştirilmiştir. R & R olarak da bilinmektedir. R, farklı uygulamalar ile S diline üstünlük sağlamaktadır. Doğrusal ve doğrusal olmayan modelleme, klasik istatistik testler, zaman serileri analizi, sınıflandırma, kümeleme gibi özelliklerin bünyesinde verilmektedir. R, Windows, MacOS X ve Linux sistemleri üzerinde çalışabilmektedir (<https://www.rstudio.com/products/rstudio/>).

- **WEKA**

Açık kaynaklı veri madenciliği paketi, makine öğrenmesi ve Java uygulamalarının bir koleksiyonu olan Weka, ML (Machine Learning) ve DM (Data Mining) görevlerini yerine getiren yazılım aracıdır. Algoritmaları, kendi arabiriminden bir veri kümesine doğrudan uygulanabilmekte veya kendi Java kodunda kullanılabilir. Weka, veri ön işleme, sınıflandırma, gerileme, kümeleme, ilişkilendirme kuralları ve görselleştirme araçları içermektedir (Witten, vd., 2016).

- **Rapid Miner**

Amerika'da bulunan YALE üniversitesi bilim adamları tarafından Java dili kullanılarak geliştirilmiştir. Aml, arff, att, bib, clm, cms, cri, csv, dat, ioc, log, mat, mod, obf, bar, per, res, sim, thr, wgt, wls, xrff uzantılı dosyaları desteklemektedir. Diğer programlardan daha çok format desteklemesi Rapid Miner'in artılarından (<https://rapidminer.com/>).

- **Orange**

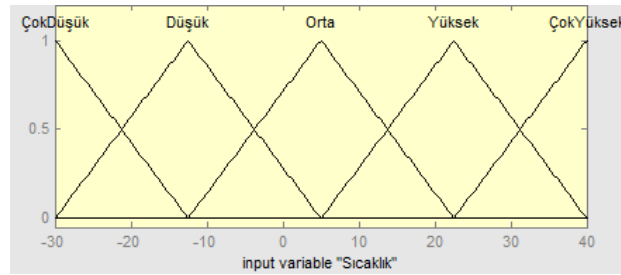
Orange, ücretsiz bir makine öğrenimi ve veri madenciliği paketidir. Keşifli veri analizi ve görselleştirme için görsel bir programlama içermektedir ve aynı zamanda bir Python kütüphanesi olarak da kullanılabilir. Program, Ljubljana Üniversitesi'nde Bilgisayar ve Enformasyon Bilimleri Fakültesi Biyoenformatik Laboratuvarı tarafından geliştirilmiştir ve geliştirilmeye devam etmektedir ([https://en.wikipedia.org/wiki/Orange_\(software\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Orange_(software))).

- **Knime**

KNIME, verilerde gizlenen potansiyelin keşfedilmesine yardımcı olan veri odaklı yenilikler için önde gelen açık bir çözümdür. Kurumsal düzeyde, açık kaynaklı platform, dağıtımı hızlı, ölçeklenmesi ve sezgisel öğrenmesi kolaydır. KNIME yazılımında, 1000'den fazla modül, yüzlerce hazır çalıştırma örnekleri, kapsamlı entegre araçlar yelpazesi ve mevcut geniş algoritma seçenekleri bulunmaktadır (<https://www.knime.org/knime-analytics-platform>).

5. BULANIK MANTIK YAKLAŞIMI

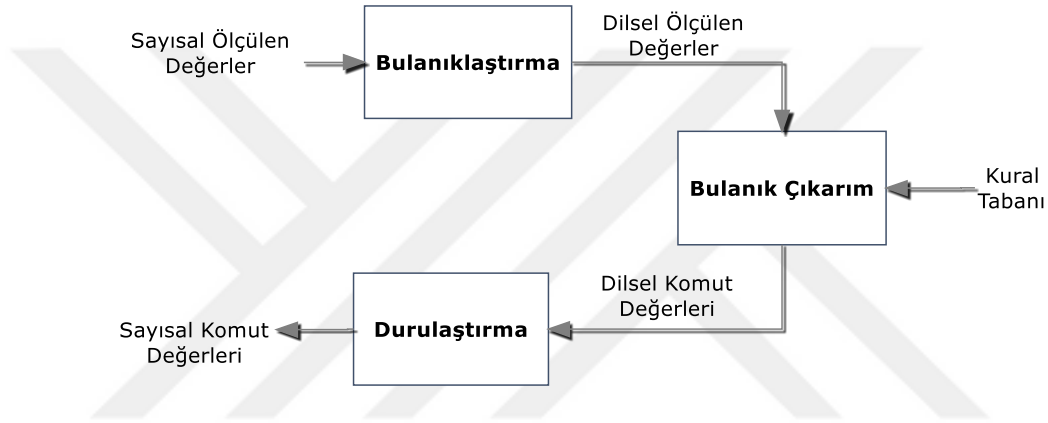
1965'te yayınlanan makale ile temeli atılan bulanık mantığın kurucusu, 4 Şubat 1921 Bakü doğumlu, matematik ve bilgisayar bilimi üzerinde çalışan, Kaliforniya Üniversitesi, Berkeley Elektrik Mühendisliği ve Bilgisayar Bilimleri Fakültesi'nde profesör olarak görev yapan Lütfi Rahim oğlu Askerzade'dir. Belirsiz, iyi tanımlanmamış, zamanla değişken olan veya belirli sınırların içerisinde tanımlanamayan sistemler için Aristo mantığı ile çözüm üretilememektedir. Bulanık mantık Aristo mantığı ile çözüm üretilemeyen bu tarz sistemlere çözüm üretebilmek için devreye girmektedir. Bulanık mantık, bulanık küme teorisine dayanan matematiksel bir disiplindir. Bulanık mantığı, “var-yok”, “0-1”, “evet-hayır” gibi ikili değerlendirmeler yerine, “az”, “çok”, “orta”, “yüksek”, “normal” gibi ikili değerlendirme arasında kalan değerlerinde kullanılmasıyla ikili Aristo mantığından ayrılmaktadır. Bu yöntemde kullanılan “az”, “orta” gibi terimler dilsel terimlerdir ve bu terimler bulanık değişkenler olarak isimlendirilmektedirler. Dilsel değişkenler, üçgen, yamuk veya gaussian bulanık sayılar aracılığı ile üyelik fonksiyonları verilerek sayısal olarak ifade edilebilmektedirler (Ecer, 2006).



Şekil 5.1. Sıcaklık Aralığı [-30,40] Olan Sözel Değişkenler

Bulanık mantık yaklaşımı ile elde edilen çıkış performansının, klasik yöntemlerle elde edilen çıkış performansı ile kıyaslandığında daha iyi sonuç verdiği literatürdeki çalışmalar sonucunda gösterilmiştir. Bulanık mantık yaklaşımı, özel verilerin işlenmesi ve uzmanların tecrübelerinden yararlanabilme imkânı sunmaktadır. Bu imkânı sunarken sayısal ifadeler yerine sembolik ifadeler kullanmakta ve sembolik ifadelerin işlenmesi bulanık mantık kümeler teorisine dayanmaktadır (Elmas, 2016).

Bulanık mantık süreci bulanıklaştırma, bulanık çıkarım, kural tabanı ve durulaştırma olmak üzere temelde dört aşamadan oluşmaktadır. Bulanıklaştırma adımında sayısal değerlerden oluşan giriş verisi, üyelik fonksiyonları aracılığı ile dilsel ifadelere ve üyelik derecelerine dönüştürülmektedir. Bulanıklaştırma aşaması sonunda elde edilen dilsel ifadeler, kural tabanında yorumlanıp dilsel sonuçlara varılmaktadır. Bulanık sonuç çıkarma aşamasında, kurallardan elde edilen sonuçlar birleştirilerek sonuç kümesi meydana getirilmektedir. Sonuçların hangi oranda geçerli olduğunu üyelik dereceleri belirlemektedir. Bulanık sonuçların nümerik değerlere dönüştürülmesi işlemine durulaştırma aşaması denilmektedir.



Şekil 5.2. Bulanık Sonuç Çıkarım Adımları

5.1. Bulanık Küme Teorisi

Bulanık küme, sürekli üyelik derecesine sahip objelerin bir sınıfıdır. Böyle bir küme, her nesneye sıfır ile bir arasında değişen üyelik sınıfı atayan bir üyelik (karakteristik) fonksiyonu ile karakterize edilmektedir. Kaynaştırma, birleşme, kesişim, tamamlayıcılık, ilişki, dışbükeylik vb. kavramları bu tür kümelerle genişletilebilir ve konveks bulanık kümeler için bu kavramların çeşitli özellikleri oluşturulmaktadır. Özellikle konveks bulanık kümeler için ayırma teoremi, bulanık kümelerin ayırık olmasına gerek olmaksızın kanıtlanmıştır. Bulanık küme kavramı, sıradan kümeler için kullanılan çerçeveyi pek çok açıyla paralel ancak diğerlerinden daha genel ve potansiyel olarak kavramsal bir çerçevenin oluşturulması için uygun bir başlangıç noktası sağlamaktadır. Özellikle desen sınıflandırması ve bilgi işleme alanlarında,

daha geniş bir uygulanabilirlik kapsamına sahip olduğunu ispatlayabilmektedir. Esasen, böyle bir çerçeve, kararsız değişkenlerin mevcudiyetinden ziyade kesin olarak tanımlanmış sınıf üyelik kriterlerinin bulunmaması sorunu ile baş etmenin doğal bir yolunu sağlamaktadır (Zadeh, 1965). Karmaşıklık ve belirsizlik içeren büyüklükler, bulanık sayılar olarak da isimlendirilebilen ve bulanık kümeleri karakterize eden üyelik fonksiyonları ile tanımlanmaktadır. Bulanık sayılar, yine bulanık bir ortamda insan düşünce ve karar verme mekanizmasına benzer şekilde “*if ... then else*” biçimindeki önerme ve kural yürütme işlemlerine tabi tutularak yine bulanık bir sonuca varılmaktadır (Altaş, 1999).

5.2. Üyelik fonksiyonu ve Üyelik Derecesi

Üyelik derecesi, dilsel değişkenleri açıklayan teknik sayı değeridir. Kesikli değişkenlerin üyelik derecesi subjektif olarak belirlenirken sürekli değişkenlerin üyelik derecesi, üyelik fonksiyonu ile ifade edilmektedir. Üyelik fonksiyonu, karakteristik fonksiyonun genelleştirilmesiyle belirlenmektedir. Bulanık küme teorisinde kullanılan üyelik fonksiyonları 0 ve 1 arasında üyelik derecesine sahiptir (Ecer, 2006).

Bulanık A kümesinin üyelik fonksiyonu aşağıdaki şekilde gösterilir:

$$\mu_A : X \rightarrow [0,1]$$

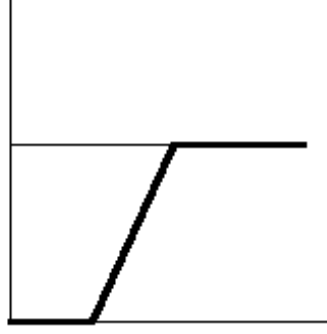
5.3. Bulanık Küme Türleri

Bulanık kümelerin kategorize edilmesinde yardımcı olan üyelik fonksiyonları değişik türlere sahiptirler. En çok kullanılan üyelik fonksiyonları, üçgen, yamuk, gaussian ve çan şeklinde olan fonksiyonlardır. Kullanım kolaylığı sağlanması amacı ile üyelik fonksiyonları parametrelerine bağlı olarak formüleleştirilmiştir (Altaş, 1999). Temel bulanık küme türlerinden bazıları aşağıdaki gibidir (Klir ve Yuan, 1996);

5.3.1. Γ -Şekilli Bulanık Küme

Bir değişken ve iki parametreden oluşan fonksiyon $\Gamma : X \rightarrow [0,1]$ eşitlik 5.1'deki gibi tanımlanmaktadır;

$$\Gamma(x; \alpha, \beta) = \begin{cases} 0 & \text{if } x < \alpha \\ \frac{x - \alpha}{\beta - \alpha} & \text{if } \alpha \leq x \leq \beta \\ 1 & \text{if } x > \beta \end{cases} \quad (5.1)$$



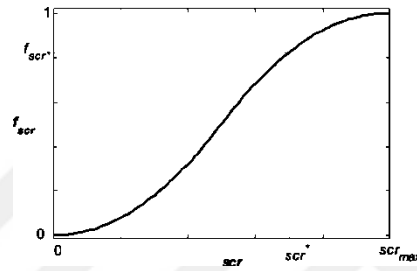
Şekil 5.3. Γ -Şekilli Üyelik Fonksiyonunun Şematik Gösterim Örneği

5.3.2. S-Şekilli Bulanık Küme

Sigmoid fonksiyonu ya sağa ya da sola bakmaktadır ve genellikle kesin genel kümesinin alt ve üst sınırlarında yer almaktadır. Bir değişken ve üç parametreden oluşan eşitlik 5.2'deki fonksiyon $S : X \rightarrow [0,1]$ şu şekilde tanımlanmaktadır;

$$S(x; \alpha, \beta, \gamma) = \begin{cases} 0 & \text{if } x < \alpha \\ 2 * \left(\frac{x - \alpha}{\gamma - \alpha} \right)^2 & \text{if } \alpha \leq x \leq \beta \\ 1 - 2 * \left(\frac{x - \gamma}{\gamma - \alpha} \right)^2 & \text{if } \beta \leq x \leq \gamma \\ 1 & \text{if } x > \gamma \end{cases} \quad (5.2)$$

$$\beta = \frac{\alpha + \gamma}{2}$$

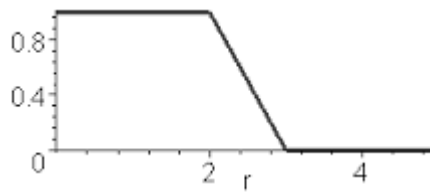


Şekil 5.4. S-Şekilli Üyelik Fonksiyonunun Şematik Gösterim Örneği

5.3.3. L-Şekilli Bulanık Küme

Bir değişken ve iki parametreden oluşan fonksiyon $L: X \rightarrow [0,1]$ eşitlik 5.3'teki gibi tanımlanmaktadır;

$$L(x; \alpha, \beta) = \begin{cases} 0 & \text{if } x < \alpha \\ \frac{\beta - x}{\beta - \alpha} & \text{if } \alpha \leq x \leq \beta \\ 1 & \text{if } x > \beta \end{cases} \quad (5.3)$$

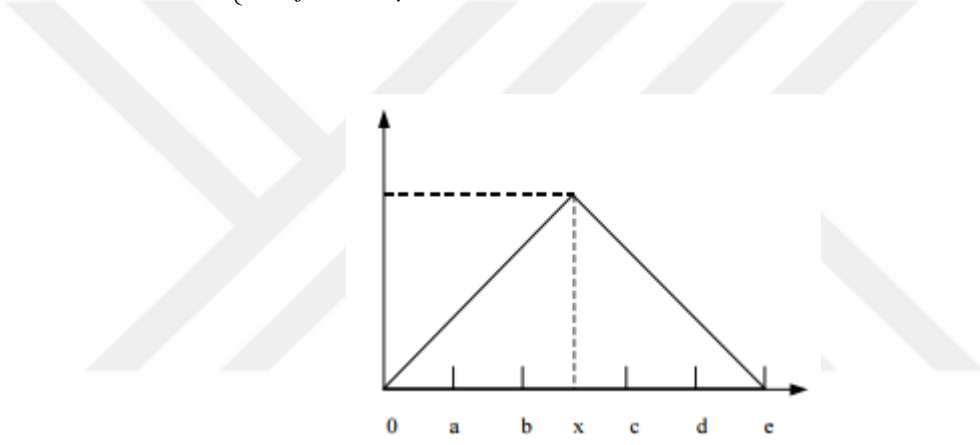


Şekil 5.5. L-Şekilli Üyelik Fonksiyonunun Şematik Gösterim Örneği

5.3.4. Λ -Şekilli Bulanık Küme

Bir değişken ve iki parametreden oluşan fonksiyon $\Lambda : X \rightarrow [0,1]$ aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır;

$$\Lambda(x;\alpha,\beta,\gamma)=\begin{cases} 0 & \text{if } x < \alpha \\ \frac{x-\alpha}{\beta-\alpha} & \text{if } \alpha \leq x \leq \beta \\ \frac{\gamma-x}{\gamma-\beta} & \text{if } \beta \leq x \leq \gamma \\ 0 & \text{if } x > \gamma \end{cases} \quad (5.4)$$

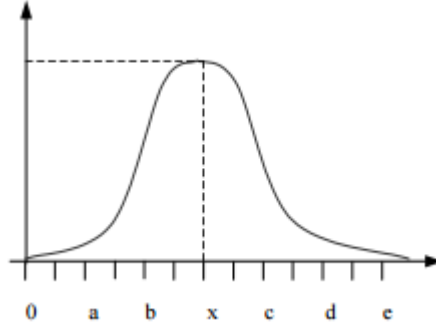


Şekil 5.6. Üçgen Üyelik Fonksiyonunun Şematik Gösterim Örneği

5.3.5. Çan Şekilli Bulanık Küme

Bir değişken ve iki parametreden oluşan fonksiyon $\pi : X \rightarrow [0,1]$ eşitlik 5.5'teki gibi tanımlanmaktadır;

$$\pi(x;\beta,\gamma)=\begin{cases} S(x;\gamma-\beta,\gamma-\beta/2) & \text{if } x < \gamma \\ 1-S(x;\gamma,\gamma+\beta/2,\gamma+\beta) & \text{if } x > \gamma \end{cases} \quad (5.5)$$

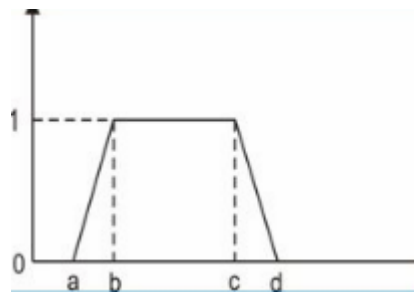


Şekil 5.7. Çan Üyelik Fonksiyonunun Şematik Gösterim Örneği

5.3.6. İkizkenar Yamuk Şekilli Bulanık Küme

Bir değişken ve dört parametreden oluşan fonksiyon $\Pi: X \rightarrow [0,1]$ eşitlik 5.6'daki gibi tanımlanmaktadır;

$$\Pi(x; \alpha, \beta, \gamma, \delta) = \begin{cases} 0 & \text{if } x < \alpha \\ \left(\frac{x-\alpha}{\beta-\alpha}\right) & \text{if } \alpha \leq x \leq \beta \\ 1 & \text{if } x > \gamma \\ \left(\frac{\delta-x}{\delta-\gamma}\right)^2 & \text{if } \gamma \leq x \leq \delta \\ 0 & \text{if } x > \delta \end{cases} \quad (5.6)$$



Şekil 5.8. Yamuk Üyelik Fonksiyonunun Şematik Gösterim Örneği

5.4.Bulanık Sıralama

Sıralama yönteminin amacı herhangi bir belirsiz bulanık kümedeki bulanık sayıların sıralanmasını sağlamaktır. Arzu edilen bir bulanık sıralama yöntemi, girilen bulanık sayıların arasında anlamlı bir şekilde ayırım yapabilmelidir (Sudhagar ve Ganesan, 2012). Bulanık sayıların sıralaması, bulanık küme teorisinde çok önemli alanlardan biridir. Bulanık parametreler varsa karar vermek için bulanık sayılarda işlemler ve sıralamanın kullanılması gerekmektedir.

Bulanık sayıların sıralanması basit bir işlem değildir. Gerçek sayıların aksine, bulanık sayıların doğal düzeni yoktur. Bulanık sayılar doğrusal değildir; genellikle kısmi sırada bulunmaktadır. Bulanık sayıları sıralarken, tamamen düzenlenmiş bir set elde etmek her zaman mümkün değildir. Sıklıkla, üyelik işlevlerinin örtüşmesi veya bulanık sayıların desteklenmesindeki küçük farklılıklar, bulanık sayıların karşılaştırılmasını zorlaştırmaktadır (Göçken, 2009).

Literatürde tamamen sıralı kümeler üreten çeşitli sıralama yöntemleri bulunmaktadır. Bununla birlikte, geliştirilen yöntemler arasında en iyi yöntem olarak kabul edilen bir yöntem yoktur. Önerilen sıralama yöntemlerinin hepsinin avantajları olduğu gibi dezavantajları da mevcuttur. Önerilen sıralama yöntemleri, bulanık sayılardan çeşitli özellikleri çıkarmak üzerine kurulmuştur. Örneğin; Yuan (1991), bulanık sıralama yöntemini değerlendirmek için dört kriter önermiştir. Bunlar, ayırt edilebilirlik, rasyonellik, bulanık veya dilsel sunum ve sağlamlıktır. Wang ve Kerre (2001) bulanık sıralama yöntemini değerlendirmek için yedi güçlü özellik önermişlerdir. Chien ve arkadaşları (2011), bulanık sıralama yönteminin gerekli özelliklerini sekiz'e kadar genişletmiştir. Bunlar; uygulanabilirlik, rasyonellik, eksiksizlik, içerik bağımsızlığı, sağlamlık, ayırt edilebilir, verimlilik ve kullanımı kolaylığıdır. Karar vericilerin, seçilen bulanık sıralama yönteminin karar verme problemlerinin özelliklerini destekleyip destekleyemeyeceğini belirlemek için sıralama yöntemlerinin çeşitli özelliklerini dikkate almaları gerekmektedir. Farklı sıralama yöntemleri farklı özelliklere göre bulanık sayıları sıraladığı için, normalde bulanık sayıların aynı örnek için elde edilen sıralaması farklı olabilmektedir (Chien, vd., 2011; Yuan, 1991; Wang ve Kerre, 2001).

6. TESİS PLANLAMA

Tesis planlaması, bir ürün üretmek veya bir hizmeti sunmak için gerekli olan tüm olanakların düzenlenmesidir (Ahmadi ve Jokar, 2016). Tesis planlamasının amacı, tesis içerisindeki ilişkili iş alanlarını ve ekipman konumlarını belirleyerek en iyi tesis yerleşim tasarımının belirlenmesidir. Bunun yanı sıra materyal taşıma, materyal kontrol ve iş yerini idare edebilmek için organizasyon görevinin desteklenmesi, insan, ekipman, materyal, alan ve enerjiyi etkin kullanım, sermaye yatırımının en azlanmaya çalışılması, bakımın kolaylaştırılması, esnek ve özendiriciliğin sağlanması, iş tatmini ve çalışanın güvenliğinin sağlanması gibi amaçları da içermektedir (Zhong ve Zhou,1999).

Optimal tesis planlaması, üretim ve hizmet tesislerinin verimli çalışmasında önemli bir rol oynamaktadır. Planlamanın amacı, beklenen kapasite ve kalite gereksinimlerini ekonomik olarak karşılayan bir üretim veya hizmet sistemi geliştirmektir. Başka bir deyişle, tesis planlaması, sistemin performansını belirli kriterler dahilinde optimize etmek için sistemin düzenini iyileştirmektir (Foulds vd., 1998). Tesis planlaması, tesis yerleşimi ile eş anlamlı olarak düşünülse de tesis planlaması tesis tasarımı ve tesis yerleşimini içeren çok daha geniş kapsamlı bir süreçtir (Korhan, 2011).

Tesis yerleşimi, sınırlı alan içinde tesislerin nasıl yerleşmesi gerektiği ile ilgilenmektedir. Yerleşim karar problemleri literatürde fabrika yerleşim problemi veya tesis yerleşim problemi olarak da adlandırılmıştır (Yiğit ve Türkbey, 2003). Organizasyonların yerleşim düzenlemesi, firmanın amaçlarına uygun olarak yapılmalıdır. Hizmet sistemlerinin işlem (hizmet) düzenleri, imalat firmalarındaki işlem (üretim) düzenleri ile benzer şekildedir, ancak firmanın hedefleri farklılık göstermektedir. Hizmet organizasyonlarının çoğu müşteri isteklerindeki çeşitlilik nedeniyle sürece göre yerleşim düzenini kullanmaktadır. Örneğin, sistem üzerinden malzeme akışını en aza indirmek yerine, hizmetler müşterilerin akışını veya kâğıt iş akışını en aza indirmeyi hedefleyebilmektedir. Perakende kuruluşlarında, amaç genel olarak görüntüleme birimi başına karın maksimize edilmesiyle ilgilidir. Satışlar müşteri maruziyetine göre doğrudan değişiyorsa, etkili bir düzen, müşteriyi mümkün

olduğunca çok mala maruz bırakmaktadır. Bir müşterinin akışını en aza indirmek yerine, onu en üst düzeye çıkarmak (belirli bir noktaya kadar) daha yararlı olacaktır.

Tesis yerleşim problemlerinin çözüm adımları hizmet sektörü ve imalat sektörü için farklılıklar içersede temelde aynıdır. Örnek olarak bir hastane tesis yerleşimi probleminin çözümünde ilk adım verilen girdi verilerinden bir varlık akışı ve departman ilişkisi grafiği oluşturmayı ve bölümler arasındaki rolleri ve ilişkileri anlamayı içermektedir. Bu ilişkileri anlamak için genellikle bir akış matrisi, bir akış maliyet matrisi veya bir yakınlık çizelgesi kullanılmaktadır.

- ✓ **Akış Matrisi:** Her bir çift arasındaki tahmini akış miktarının matrisidir. Akış, taşınan yüklerin sayısı olarak ifade edilen malzemeler veya merkezler arasında hareket eden insanlar olabilmektedir. Her bir çalışma merkezi bir sıra ve bir sütuna karşılık gelmekte ve f_{ij} değişkeni, iş merkezi (sıra) i 'den çalışma merkezi (sütun) j 'ye akış miktarını belirtmektedir. Normalde iş merkezleri arasındaki akış yönü önemli değildir, dolayısıyla f_{ij} ve f_{ji} kombine edilebilmekte ve akışlar yalnızca bir matrisin sağ üst yarısı kullanılarak temsil edilebilmektedir (Mahdavi vd.,2008).
- ✓ **Akış-Maliyet Matrisi:** Tesis düzeninin temel bir varsayımı, hareketli materyallerin veya insanların çalışma merkezleri arasındaki maliyetinin, seyahat edilen mesafenin bir fonksiyonu olmasıdır. Daha karışık maliyet fonksiyonları barındırılabilirken, genellikle iş merkezleri arasındaki malzeme ve personel akışının birim maliyetinin merkezler arasındaki mesafe ile orantılı olduğu varsayılmaktadır. Bu nedenle, her bir çift arasındaki (i ve j arasındaki) her tür akış için birim mesafe başına birim c_{ij} maliyetinin tahmin edilmesi gerekmektedir.
- ✓ **Yakınlık Grafiği (İlişki Tablosu):** Yakınlık çizelgeleri, niceliksel akış ve maliyet ölçüleri sunmak yerine, akış ve akış-maliyet matrislerinden, nitel olarak iş merkezlerinin birbirine yakın olmasını veya arzulan gereksinimini tanımlamalarından dolayı ayrılmaktadır. Bu çizelgeler, iş merkezleri arasında

kesin miktarları veya akış maliyetlerini ölçmek ya da tahmin etmek zor olduğunda kullanılmaktadır.

Bir sonraki adım, hastanedeki her departman için gerekli alan miktarını belirlemektir. Ardından alan atamaları yapıldıktan sonra alan ilişki diyagramı oluşturulmaktadır (Tompkins, vd., 2010). Son adımda, değişik faktörlere ve pratik kısıtlamalara dayalı çeşitli alternatif düzen üretilip ve değerlendirilmektir. Tercih edilen alternatif, organizasyon hedefini karşılayan alternatifler arasından seçilmektedir.

6.1. Tesis Planlama Yaklaşımları

6.1.1. Sabit Pozisyonlu Yerleşim Planlaması

Uçak, gemi gibi taşınamayacak kadar büyük ürünlerin üretimini yapan sanayilerde kullanılmaktadır. Bu yerleşim türünde ürün sabittir ve işçiler ürün etrafında hareket ederek gerekli işlemleri gerçekleştirmektedirler. Sabit pozisyonlu yerleşimin avantajları; malzeme taşımayı azaltması, işin daha çok geliştirilmesini sağlaması, işlemlerin devamlılığından takımın sorunlu olması, esnekliği arttırmasıdır. Bu avantajlara ek olarak üretim merkezlerinin bağımsızlığı, toplam üretim zamanını azaltmak için çizelgeleme imkânı sağlamaktadır. Sabit pozisyonlu üretimin dezavantajları ise personel ve ekipman hareketinin fazla olması, ekipman duplikasyonu, aynı aletten birden fazla bulundurmayı gerektirmesi, işçilerde kalifikasyonun önemli olması, genel denetim gerektirmesi, makine ve malzemelerin birimler arası yada birim içi yer değiştirme maliyeti oluşturması, ekipman kullanımının düşük olmasıdır.



Şekil 6.1. Sabit Pozisyonlu Yerleşim

6.1.2. Mamule Göre Yerleşim Planlaması

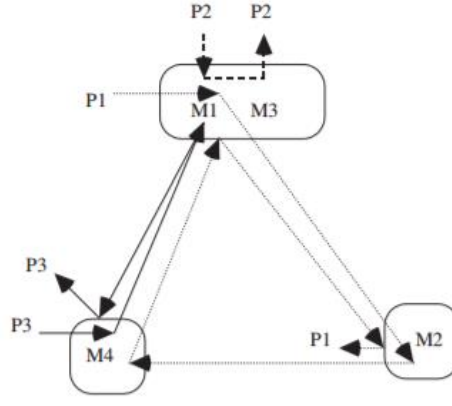
Tezgâhlar, bir hammaddenin mamul haline gelene kadar tabi tutulduğu işlemlerin gerektirdiği sıraya göre dizilmektedir. Mamule göre yerleşimin avantajları; düzgün ve mantıklı akış sağlanması, süreç içi stokları azaltması, toplam üretim zamanını kısaltması, malzeme taşıma maliyetini azaltması, operatörler için daha az beceri gerektirmesi, üretim planlama ve kontrol faaliyetlerinin daha basit ve süreç içi stoklara ayrılmış olan alanın daha az olmasıdır. Mamule göre yerleşimin dezavantajları ise bir makinanın bozulması tüm sistemi etkilemektedir. Ürün tasarımındaki herhangi bir değişiklik büyük değişimlere yol açabilmekte ve üretim hızı en yavaş makine ile belirlenmektedir. Ek olarak diğer düzenleme tipleri ile kıyaslandığında daha yüksek ilk yatırım maliyeti gerektirmektedir.



Şekil 6.2. Mamüle Göre Yerleşim (Kaynak: Kumar ve Suresh, 2009)

6.1.3. Grup Teknolojisine Göre Yerleşim Planlaması

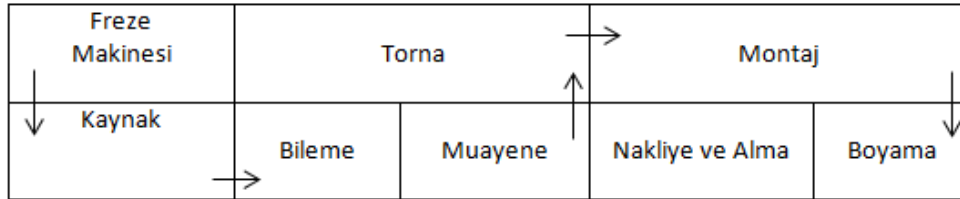
Grup teknolojisine göre yapılan yerleşim planında, aynı üretim işleminden geçen parçalar bir grupta toplanmakta ve bu parçalar için mamule göre düzenleme yapılmaktadır. Grup teknolojisi kullanımının avantajları; makine kullanımının fazla olması (prosesse göre düzenlemeye göre az, ürün tipi düzenlemeye göre daha çok kullanılmaktadır), fabrika kullanım alanını azalması, genel amaçlı ekipman kullanımına izin verilmesi, iş akışının basit ve taşınan malzeme miktarının az olması, çevrim süresinin kısılması, makine hazırlık zamanının düşmesi, üretimin kalitesinin yükselmesi, üretim planlama ve kontrol faaliyetlerinin basitleşmesidir. Grup teknolojisi kullanımının dezavantajları ise ürün tipi yerleşime göre işçilerde daha fazla nitelik gerektirmesi, prosesse göre düzenlemelerden daha düşük makine kullanımına sahip olması, bazı üretim araçlarından birden fazla sayıda bulundurulmasının gerekmesi ve makine kullanım sürelerinin az olmasıdır.



Şekil 6.3. Grup Teknolojisine Göre Yerleşim Planı (Kaynak: Malakooti, vd., 2004)

6.1.4. Proses (Sürece) Göre Yerleşim Planlaması

Sürece göre yapılan yerleşim planlamasında tezgâhların çeşitlerine ve fonksiyonlarına göre gruplama yapılmaktadır. Sürece göre yerleşimin avantajları; makine kullanımının fazla olması, makineler için daha az ilk yatırım gerektirmesidir. Bu avantajlara ek olarak görevlerin çeşitli olması, operatörleri monotonluktan kurtarması ve özel görevler için tahsis edilen ekipman ve işgücünde genel olarak esneklik sağlamasıdır. Sürece göre yerleşimin dezavantajları; daha uzun akış hatları oluşmakta ve üretim planlama ve kontrol sistemleri daha karmaşık olmaktadır. Toplam üretim süresi uzamakta, süreç içi stoklar artmakta ve özelleşmiş bölümler, ürün çeşitliliği nedeniyle yüksek derecede beceri gerektirmektedir.



Şekil 6.4. Sürece Göre Yerleşim Planı (Kaynak: Kumar ve Suresh, 2009)

6.2.Tesis Planlamada Kullanılan Teknikler

Tesis planlama sürecinde kullanılan tekniklerden bazıları Şekil 6.2.1’de görüldüğü gibi geleneksel teknikler, sezgisel teknikler ve bilgisayar destekli teknikler olmak üzere 3 başlık altında toplanarak incelenmiştir.



Şekil 6.5. Tesis Planlamasında Kullanılan Teknikler

i. Geleneksel Teknikler

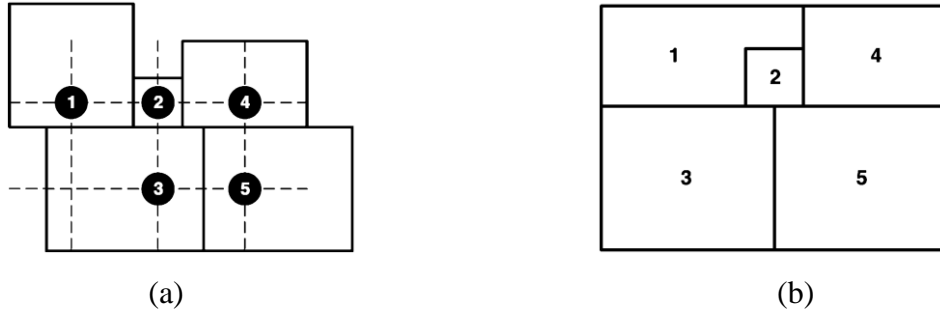
• Spiral Analiz Yöntemi

Spiral Analiz Yöntemi, boşlukları doldurmak için spiral bir rota izlemektedir. Spiral rota kullanmanın amacı, akışı merkezileştirmek, bölümler arasındaki mesafeyi azaltmak ve malzeme taşıma konusunda kolaylık sağlamak için tesisin merkezinde en ilgili bölümleri toplamaktır. Amaç fonksiyonu, mesafeye dayalı hedefe göre

hesaplanmaktadır. Tesisler arasındaki yükler ve tesisler arasındaki yükleri taşımak için birim maliyet akışı, amaç fonksiyonunu hesaplamak için gerekmektedir. SAY'da tesisler atanırken merkezi bir felsefe kullanılmaktadır. En çok kullanılan bölüm tesis alanının ortasına yerleştirilmekte ve çevresine en ilgili bölümler dairesel bir rotayla atanmaktadır (Sanli ve Eldemir, 2017).

- **Blok Diyagramlama**

Komşu olmayan bölümler arasındaki akışı en azlamayı amaçlayan basit bir yöntemdir. Blok diyagramlama yönteminde mevcut veya önerilen tesisdeki bölümler arasındaki materyalin tarihi veya tahmini hareketi ile ilgili veriler kullanılmaktadır. Bu bilgi genellikle bir başlangıç / bitiş çizelgesi veya yük özeti tablosu biçiminde sağlanmaktadır. Tablo, belirli bir süre boyunca departmanlar arasında taşınan ortalama birim yük sayısını vermektedir. Bir birim yük, tek bir birim, bir malzeme paleti, bir malzeme kutusu ya da bir malzeme sandığı olabilmektedir. Mevcut yerleşim planına göre komşu olmayan bölümler arasındaki karma hareketler hesaplanmakta ve en fazla hareketten en az harekete doğru sıralanmaktadır. Bu hesaplama sonucunda aralarında en çok hareketin olduğu bölümler birbirine yaklaştırılmakta ve yeni yerleşim planı oluşturulduktan sonra alternatif düzenler için yerleşim planları çizilmektedir. Amaç bitişik olmayan bölümlerin arasındaki yüklerin en aza indirgenmesini sağlamaktır. Deneme düzenlerine, bitişik olmayan yük sayısına göre puan verilmektedir. İdeal olarak, optimum düzen, sıfır bitişik olmayan toplam yüke sahip olmaktadır. Uygulamada, bu nadiren mümkündür ve bitişik olmayan yüklerin sayısını azaltmak için farklı denemeler aracılığı ile iyileşme sağlanana kadar süreç devam etmektedir.



Şekil 6.6. Blok Diyagramlama Örneği (a) İlk yerleşim planı (b) Blok diyagramlama

- **Dal-Sınır Algoritması**

Dal-Sınır algoritması, büyük ölçekli NP-zor kombinasyonel optimizasyon problemlerini çözmek için bugüne kadar en çok kullanılan araçtır. Çözüm süreci boyunca herhangi bir noktada, çözüm alanının araştırılmasına ilişkin çözümün durumu, bunun henüz keşfedilmemiş bir alt kümesi ve şu ana kadar bulunan en iyi çözüm tarafından tanımlanmaktadır. Başlangıçta sadece bir alt küme, yani komple çözüm alanı vardır ve en iyi çözüm olarak adlandırılmaktadır. Okunmamış alt uzaylar başlangıçta sadece kök içeren bir dinamik olarak oluşturulmuş arama ağacında düğümler olarak gösterilmekte ve klasik bir dal-sınır algoritmasının her tekrarında bu şekilde bir düğüm işlenmektedir. Yinelemenin, işlenecek düğüm seçimi, bağlı hesaplama ve dallanma olmak üzere üç ana bileşeni bulunmaktadır (Efraymson ve Ray, 1966).

- **Dijkstra Teorisi**

Dijkstra teorisi, optimum yolu bulmaya yarayan bir algoritmadır. Bu algoritma, başlangıç noktasından başlayarak sırasıyla tüm yollar arasındaki minimum maliyetli yolu araştırdığından, araştırma bölgesi eş merkezli olarak genişlemektedir. Bu durumda, bu metot zayıf araştırma verimliliğinin verdiği dezavantajlara ve uzun bir araştırma süresine sahip olmaktadır (Noto ve Sato, 2000).

- **Karesel Atama Problemi**

Karesel Atama Problemi (KAP), günümüzde en yaygın olarak incelenen NP-zorlu kombinasyonel optimizasyon problemlerinden biridir. KAP genellikle hastanelerin, fabrikaların tesis düzeninde ortaya çıkan gerçek dünya uygulamalarının soyut bir formülasyonunu vermek için kullanılmaktadır (Hussin ve Stütze, 2014). 35'den büyük boyutlara sahip KAP örnekleri makul yürütme sürelerinde çözülememektedir. KAP'ın amacı, verilen tesislerin kurulum ve işletiminin toplam maliyetini olabildiğince en aza indirecek şekilde farklı yerleşim düzeni oluşturmaktır. Yani, N adet sabit mekana en uygun maliyetli N tesisi yerleştirmeyi amaçlamaktadır (Aksan, vd., 2017).

ii. **Sezgisel Teknikler**

Sezgisel yöntemler, yerel bir optimumdan uzaklaşmak veya yerel bir optimumdan kaçınmak için sistematik kurallar ile problemi ele almaktadır. Bu yöntemlerin ortak özelliği rastsallığın yerel optimali önlemek için bir mekanizma olarak kullanılmasıdır. Genetik Algoritmalar, Tavlama Benzetimi, Tabu Arama, Değişken Komşuluk Arama, Parçacık Sürü Optimizasyonu Algoritması, Karınca Kolonisi Optimizasyonu Algoritması, Yapay Sinir Ağları, Yarasa Algoritması sezgisel yöntemlerden bazılarıdır.

- **Değişken Komşuluk Arama**

Değişken Komşuluk Arama sezgisel tabanlı yöntem, önceden tanımlanmış durdurma koşuluna ulaşana kadar iyileştirme prosedürünü, sallama prosedürünü ve komşu değiştirme adımını dönüşümlü olarak uygulamayı içermektedir.

Değişken Komşuluk Aramanın temelleri (Mladenović, vd., 2016).;

- Bir komşu yapısının nispeten yerel bir optimumu, başka bir komşu yapısı için mutlaka yerel optimal değildir,
- Global optimum, tüm komşu yapılarına göre yerel bir optimumdur,
- Birçok problem için ampirik kanıtlar tüm yerel optimumların nispeten birbirine yakın olduğunu göstermektedir.

- **Parçacık Sürü Optimizasyonu Algoritması**

Parçacık Sürüsü Optimizasyonu (PSO), sosyal davranış metaforuna dayalı olarak geliştirilen paralel evrimsel bir hesaplama tekniğidir (Trelea, 2003). PSO, bir genetik algoritmaya (GA) benzemektedir ve rastgele çözümler popülasyonu ile başlatılmaktadır. Bununla birlikte, GA'dan farklı olarak, her potansiyel çözüme aynı zamanda rastgele bir hız verilmekte ve parçacıklar olarak adlandırılan potansiyel çözümler daha sonra problem alanı boyunca uçurulmaktadır (Eberhart ve Shi, 2000). Her bir parçacık problem alanındaki koordinatlarını takip etmekte ve şimdiye kadar elde ettiği en iyi çözüm ile ilişkilendirilmektedir (Shi ve Eberhart, 2001).

- **Karınca Kolonisi Optimizasyonu Algoritması**

Karınca kolonisi algoritması, temel olarak karıncaların doğal davranışını taklit eden ajanlara dayalı bir sistemdir. Karınca kolonisi algoritmasında karınca ile izlenen her yol, verilen bir problem için aday bir çözüm ile ilişkilendirilmektedir. Bir karınca bir yol izlediğinde, bu yolda biriken feromon miktarı, hedef problem için ilgili aday çözümün kalitesiyle orantılı olmaktadır. Karınca iki veya daha fazla yol arasında seçim yapmak zorunda kaldığında, daha fazla miktarda feromon içeren yol / yolları seçmektedir. Karıncalar, nihai olarak kısa bir yola, hedef problem için umut verici veya optimum çözüme yaklaşmaktadırlar (Parpinelli, vd., 2002).

- **Genetik Algoritma**

Evrimin biyolojik teorisi kavramını kullanan kapsamlı olmayan arama tekniği genetik algoritma olarak isimlendirilmektedir. Teori, tüm canlıların varlığının, "en uygun olanın hayatta kalması" ilkesine dayandığı gerçeğini vurgulamaktadır. Mevcut canlı organizmalar arasında üreme, çaprazlama ve mutasyon süreçleri yoluyla yeni ırk veya canlı sınıflarının ortaya çıktığı varsayılmaktadır (Karray, vd., 2000). Öncelikle, bir sorunun farklı olası çözümleri yaratılmakta ve bu çözümler daha sonra performansları için test edilmektedir. Olası tüm çözümler boyunca, iyi çözümlerin bir kısmı seçilmekte ve diğerleri de elimine edilmektedir. Seçilen çözümler, yeni nesil olası çözümler yaratmak için yeniden üretim, çaprazlama ve mutasyon olarak

adlandırılan üç operasyona tabi tutulmaktadır. Bu yeni nesil üretim süreci ve değerlendirmesi, bir kuşağın içinde yakınsama gelene kadar tekrarlanmaktadır. Bu tekniğin faydası, aramayı, sonuçların normalde bekleneceği dar bir alana kısıtlamak yerine, geniş kapsamlı bir çözüm yelpazesinde bir çözüm aramasıdır. Genetik algoritmalar, neredeyse sınırsız sayıda olası çözümden bir çözüm bulmak için akıllıca bir arama yapmaya çalışmaktadır (Karray, vd., 2000).

- **Yapay Sinir Ağları**

Yapay Sinir Ağları, beyindeki nöronların çalışma prensibini taklit ederek tasarlanan bir sistem olarak tanımlanabilmektedir. YSA, yapay sinir hücrelerinin katmanlar halinde düzenlenerek, hücrelerin birbirleri ile farklı şekillerde bağlanması ile oluşmaktadır. Bu yapay hücreler elektronik devrelerle veya bilgisayarlarda oluşturulan yazılımlar aracılığı ile gerçekleştirilmektedirler. Beynin bilgi işleme yöntemine uygun olarak YSA, bir öğrenme sürecinden sonra bilgiyi saklama ve genelleme yeteneğine sahip paralel dağılmış bir işlemcidir (Ataseven, 2013).

- **Tavlama Benzetimi Algoritması**

Erimiş bir metalin atomları, sıcaklık düştükçe sınırlandırılabilir ve atomların düzenlenmesi sonunda mümkün olan en az enerjiye sahip olan kristaller meydana gelmektedir. Bununla birlikte soğutma hızı, sistemin nihai enerjisini belirlemektedir. Sıcaklığın azaltılması çok hızlı bir hızda gerçekleşirse, kristal hali hiç elde edilemeyebilir ve alternatif olarak, sistemin enerjisinin kristal haldekinden fazla olduğu bir polikristalin hali elde edilebilmektedir. Sonuç olarak, mutlak minimum enerji durumuna erişmek için, sıcaklığın yavaş bir hızda düşürülmesi gerekmektedir. Yavaş soğutma işlemi tavlama süreci olarak adlandırılmaktadır (Cao, vd., 2015).

Tavlama benzetimi algoritmasında, simülasyonun yanı sıra sıcaklık (T) kademeli olarak azaltılmakta ve algoritma, arama alanının geniş bir bölgesine doğru dolaşmak için yeterince büyük bir T değeri ile arama yapmaya başlamaktadır. Sıcaklığın azaltılması tavlama programı ile belirtilmektedir. Her yinelemede, geçerli çözüm $x(t)$ ve ilgili uygunluk fonksiyonu değeri $f(x(t))$ ile tanımlanmaktadır. x_p 'de $x(t)$

yakınında rasgele bir çözüm) bulunan bir sonraki çözümün $x(t+1)$ olasılığı, karşılık gelen uygunluk değerleri arasındaki farka ($\Delta F = f(x_p) - f(x(t))$) ve sıcaklığa bağlıdır. Sonuç olarak, bir sonraki çözümün seçilip seçilmeyeceği eşitlik 6.1'deki gibi formüle edilmiştir (Askarzadeh, vd., 2016);

$$x(t+1) = f(x) = \begin{cases} x_p, & \text{eğer } \exp\left(-\frac{\Delta F}{T}\right) > r \\ x, & \text{aksi takdirde} \end{cases} \quad (6.1)$$

Burada r , 0 ve 1 arasında değişen random bir sayıdır. Görüldüğü gibi $\Delta F \leq 0$ ise, x_p 'deki fonksiyon değeri $x(t)$ 'den daha kötü olsa bile x_p daima kabul edilmektedir ve kabul edilme olasılığı ΔF ve T değerlerine bağlıdır. Yeni çözümler üretme süreci, maksimum yineleme sayısı t_{max} 'a ulaşana kadar devam etmektedir.

- **Tabu Arama Algoritması**

Tabu Arama Algoritması, Glover (1986)'ın sunduğu meta-sezgisel bir arama stratejisidir ve çok çeşitli kombinyonel optimizasyon problemlerine başarıyla uygulanmıştır. TAA, tek çözümlü yerel arama yöntemidir ve yerel optimumlarda sıkışmayı önlemek için esnek bir bellek kullanmaktadır. TAA'nın temel ilkesi, iyileştirilmemiş hareketlere izin vererek yerel bir optimuma rastlandığında aramayı sürdürmektir. Daha önce ziyaret edilen çözümlerde kısır döngü oluşmasını engellemek için, tabu listesi adı verilen hafıza kullanılarak bu çözümler yasaklanmaktadır. Tabu listesi son hareketleri kaydetmekte ve aramayı doğru şekilde yönlendirmektedir. Tabu listesinin gereksiz kısıtlamaların üstesinden gelmek için, TAA gereksiz tabuları iptal etmeye izin veren kriter içermektedir (Ghadyani ve Shahzadi, 2017).

- **Yarasa Algoritması**

Yarasa algoritması ilk olarak 2010'da önerilen bir sezgisel arama optimizasyonudur. Bu algoritma, avının peşinde koşarken yarasaların ekolokasyon davranışlarını taklit etmektedir. Ekolokasyon, yarasaların avlanma stratejilerini yönlendirmektedir.

Çünkü bunlar, hedeflerinin yakınlığına bağlı olarak, ses şiddetini düşürme ve yayılan ultrasonik oranı arttırma eğilimindedir. Günümüzde her ne kadar YA sürekli problemleri çözmek için yaygın olarak kullanılsada, algoritma 2012'den önce kesikli problemleri çözmek için etkin bir şekilde kullanılmıştır (Essaid, vd., 2017).

iii. Bilgisayar Destekli Teknikler

- **ALDEP**

ALDEP, yapım temelli bir algoritmadır ve etkinlik ilişkisi önemli bir husus olarak dikkate alınmaktadır. Rastgele bir departman seçerek ve düzen içinde yerleştirerek bir tasarım geliştirilmektedir. Bölümler, yakınlık derecesine dayalı olarak yerleştirilmekte ve düzenler, bitişiklik puanıyla, yani, bitişik bölümlerin yakınlık derecelendirmesi için verilen sayısal değerlerin toplamı ile değerlendirilmektedir. ALDEP genellikle yeni bir düzen oluşturmak için kullanılmaktadır. Mevcut düzeni yeniden tasarlamak ve geliştirmek için uygun değildir. Bununla birlikte, çok sayıda seçenek üretme hususunda yardımcı olabilmekte ve seçeneklerin hepsi ayrı ayrı değerlendirilebilmektedir (Khan, ve Tidke, 2013).

- **CORELAP**

CORELAP, etkinlik ilişkisine önem veren bir yapı algoritmasıdır. Yakınlık derecelerine göre ilişki tablosuna dayanmaktadır. Değerlendirme aşamasında yerleştirme derecesi ve bir sınır uzunluğu kullanmaktadır. CORELAP benzersiz bir çözüm sağlayan deterministik bir yaklaşımdır. Programı ikinci kez aynı veri ile çalıştırmak aynı nihai düzeni oluşturmaktadır. Bölümlerin dikdörtgen şekli, önceden tanımlanmış kare bloklara bölünmektedir. Bölümü dikdörtgen yapabilmek için kullanıcı bölümün alanını arttırmalı veya azaltmalıdır ve bu da taban alanının fazla veya az kullanılmasına neden olmaktadır. İlgili girdi verileri girildikten sonra tüm düzen geliştirme çalışmaları tamamen program tarafından gerçekleştirilmektedir. CORELAP tarafından üretilen düzenin pratik olarak uygulanabilir olmadığı olasılığı yüksektir (Khan ve Tidke, 2013).

- **CRAFT**

Tesis yerleşimi için en yaygın kullanılan sezgisel yöntemlerden bir tanesi, Armour ve Buffa (1963) tarafından geliştirilen CRAFT(Computerized Relative Allocation of Facilities Techniques) 'tır. Bu yöntem, bir tesis içindeki bölüm alanlarını, bölüm merkezleri arasındaki hacim uzaklık çarpımını en aza indirilecek şekilde yeniden düzenleyerek, ikinci derece atama sorununun genel bir formunu çözmektedir. CRAFT yalnızca eşit alana sahip bölümleri veya bitişik bölümleri ele almaktadır. Departmanın merkezleri, yeni yerleşim için hesaplanmakta ve en iyi çözüm bulununcaya kadar süreç tekrarlanmaktadır (Depuy, vd., 2004).

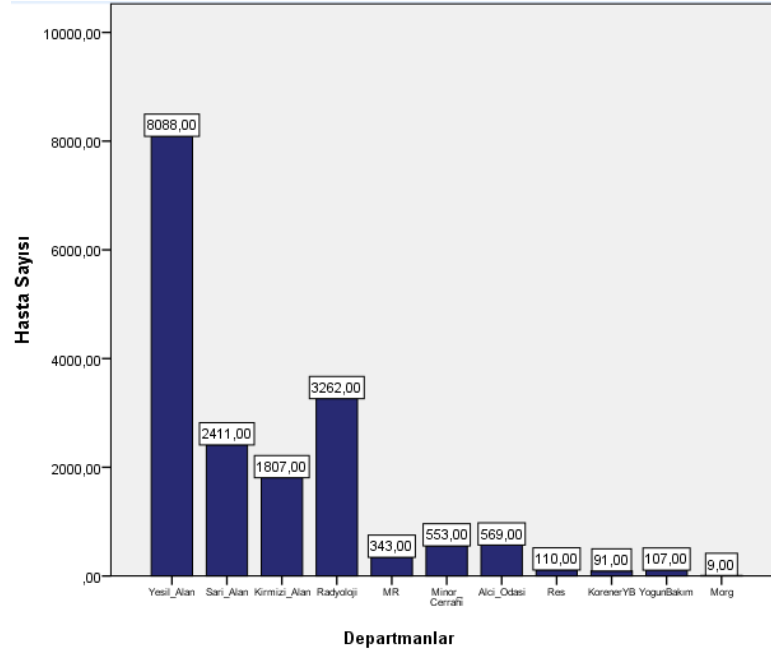
- **VIP PLANOPT**

VIP-PLANOPT, patentli bir melez sezgisel-analitik tekniğe dayanmaktadır. Minimum maliyet hesaplama tekniği ile büyük ölçekli problemler için yüksek kaliteli çözümler üretebilmektedir. Bunun nedeni, PLANOPT'un, her blok için, uygun olan tasarım alanını en yüksek ihtimalle tanımlamadaki temel arama felsefesidir. Çok aşamalı bir optimizasyon işleminin her aşamasında optimum çözüm için yapay kapsamlı bir arama yapılmaktadır. VIP-PLANOPT, yazılımın daha istikrarlı ve dayanıklı olmasını sağlayan çift duyarlılıklı aritmetik ile optimizasyon algoritmasını geliştirmektedir (<http://www.planopt.com/>).

7. UYGULAMA

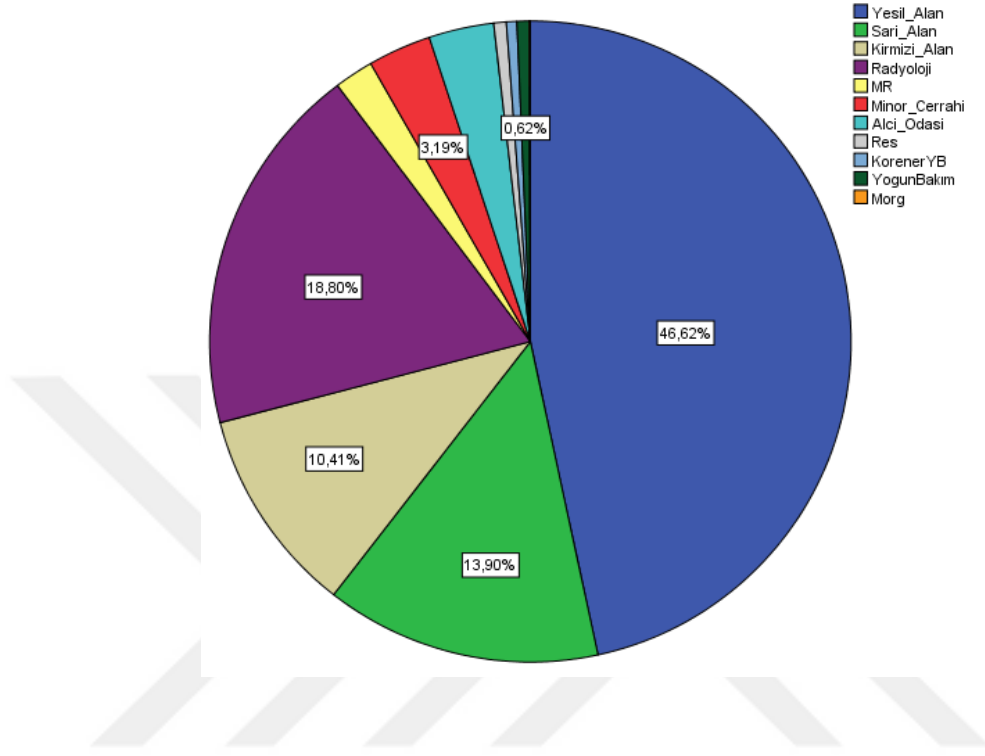
Uygulamanın gerçekleştirildiği Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Acil Servisi, acil hastaların değerlendirildiği üçüncü basamak acil servis olarak hizmet vermektedir. Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Acil Servisi'ni yıllık ortalama 40.000 ile 50.000 arasında hasta ziyaret etmektedir. Acil servisten kliniklere gönderilme oranı yaklaşık olarak ortalama %25 ve %30 arasındadır. Erişkin acil servis yeşil, sarı ve kırmızı alan olmak üzere kabaca 3 alandan oluşmaktadır. Hastalar acil servis içine alındıktan sonra sorumlu öğretim üyesi kontrolünde acil tıp asistanı tarafından değerlendirilmekte ve gerekli tetkik, konsültasyon ve/veya tedavilere karar verilmektedir (<http://hastane.kku.edu.tr/web/acil-servis/>).

Bu çalışmada acil servis departmanına 2016 yılının ilk 3 aylık zaman diliminde gelen 12.337 hastanın muayene akış verileri incelenmiştir. Hastalar gerekli muayene işlemlerine göre bir veya birden fazla alana yönlendirilmiştir. Şekil 7.1.'de de gösterildiği gibi yeşil alana 8088 hasta, sarı alana 2411 hasta, kırmızı alana 1807 hasta, radyoloji bölümüne 3262 hasta, MR'a 343 hasta, minor cerrahiye 553 hasta, alçı odasına 596 hasta, resistasyona 110 hasta, koroner yoğun bakıma 91 hasta ve yoğun bakım bölümüne 107 hasta ve morg'a 9 kişi yönlendirilmiştir.



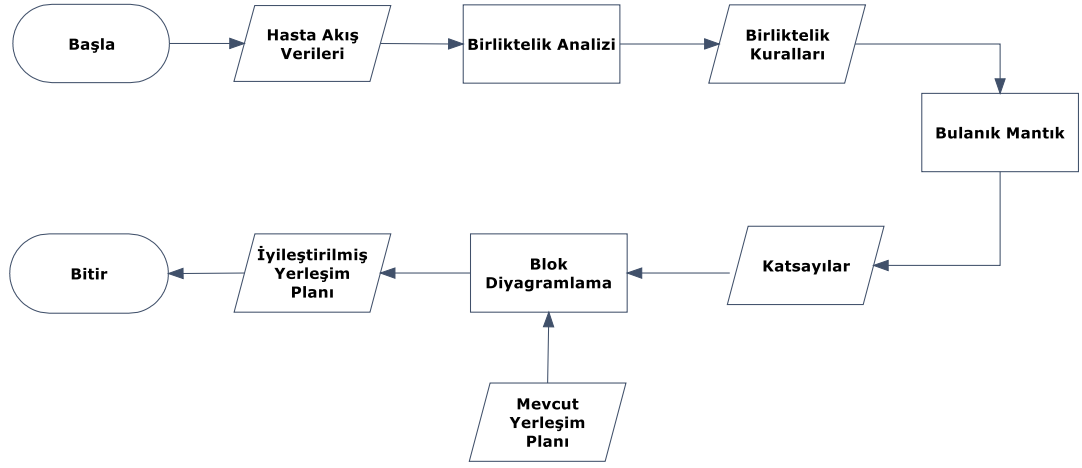
Şekil 7.1. Departmanlara Yönlendirilen Hasta Sayıları

Şekil 7.2 'deki oranlara bakıldığında ise en fazla hastanın yönlendirildiği bölümün yeşil alan ve en az hastanın yönlendirildiği bölümün ise koroner yoğun bakım departmanı olduğu görülmektedir.



Şekil 7.2. Departman Bazında Oransal Dağılım

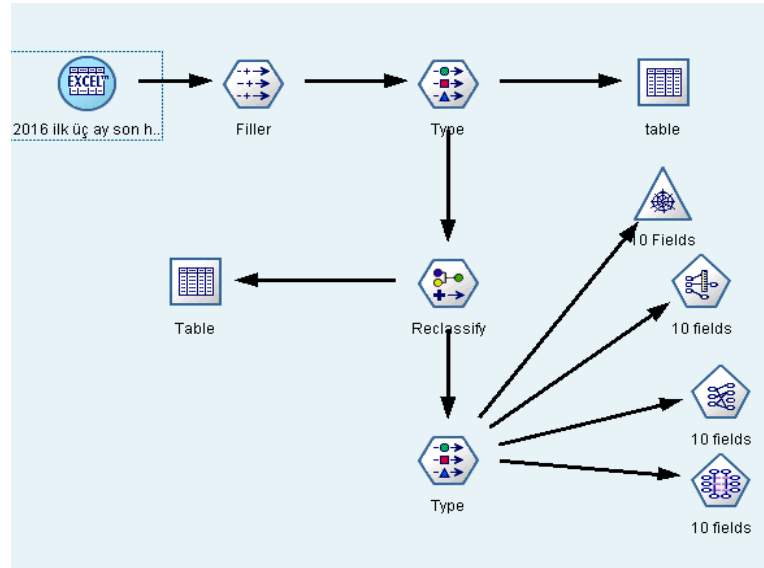
Acil servis içerisinde, kaosu azaltılması, bekleme sürelerinin ve kat edilen mesafenin en azlanması amaçlanmıştır. Bu amacı gerçekleştirebilmek için Şekil 7.3'te sunulduğu gibi hasta akış verileri birliktelik analizi ile değerlendirilerek elde edilen birliktelik kuralları, bulanık mantık tekniğinden yararlanılarak katsayılar haline dönüştürülmüştür. Bu katsayılar ve mevcut yerleşim planı, alternatif yerleşim planı oluşturmak için blok diyagramlama yönteminde kullanılmıştır. Elde edilen alternatif yerleşim planı sunulmuş ve değerlendirilmiştir.



Şekil 7.3. Uygulama akış şeması

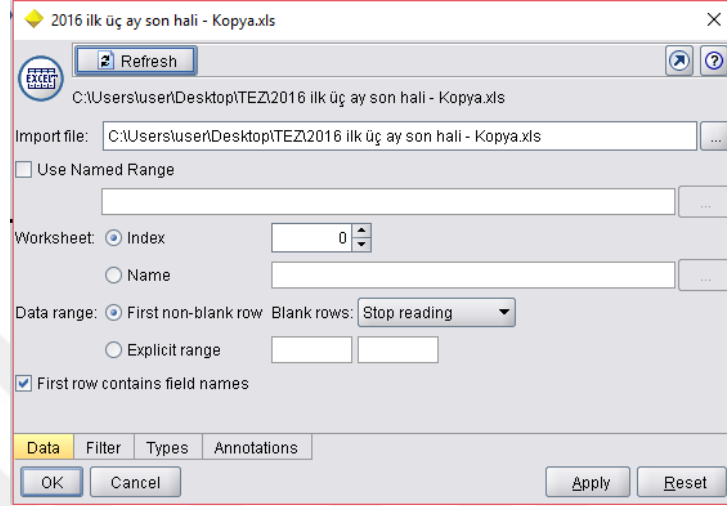
7.1. Birliktelik Analizi ile İlişkilerin Belirlenmesi

Uygulamada SPSS Clementine yazılımında bulunan birliktelik analizi algoritmalarından Apriori algoritması, GRI algoritması ve CARMA algoritmasından yararlanılmıştır. Algoritmalar, minimum destek değeri %5, güven değeri %10 ve öncül sayısı 1 olacak şekilde çalıştırılmıştır. Öncül sayısının 1 olmasının amacı sadece departmanlar arası ikili ilişkileri görebilmektir.



Şekil 7.4. SPSS Clementine Modeli

Şekil 7.4'te Clementine'da kurulan model görülmektedir. Clementine'de Şekil 7.5'te görülen ara yüz aracılığı ile hastaların yönlendirildikleri departmanlara göre hazırlanan 0-1 matrisini içeren dosyanın yüklenmesi sağlanmıştır.



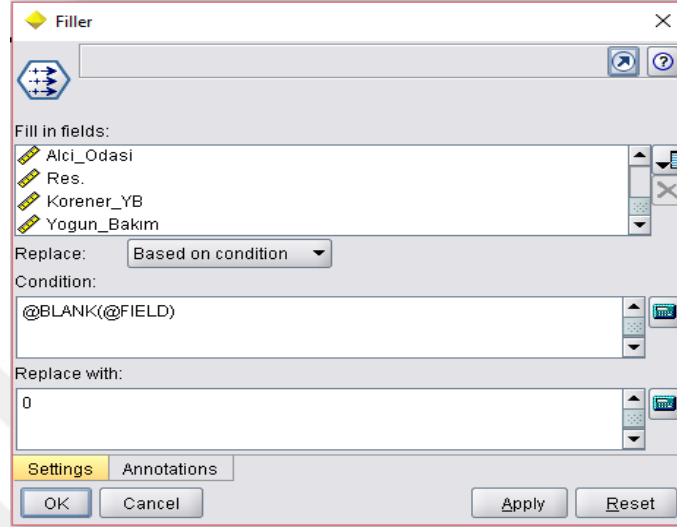
Şekil 7.5. Veri Giriş Ekranı

Clementine'in Table modülü aracılığı ile yüklenen dosyanın içerisindeki 12.337 hasta için elde edilen verilerin bir kısmı Şekil 7.6'te görülebilmektedir.

	Yesil_Alan	Sari_Alan	Kirmizi_Alan	Radyoloji	MR	Minor_Cerrahi	Alci_Odasi	Res.	Korener_YB	Yogun_Bakim	Morg
12318	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000
12319	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000
12320	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000
12321	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000
12322	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000
12323	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000
12324	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000
12325	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000
12326	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000
12327	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000
12328	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000
12329	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000
12330	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000
12331	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000
12332	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000
12333	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000
12334	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000
12335	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000
12336	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000
12337	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000

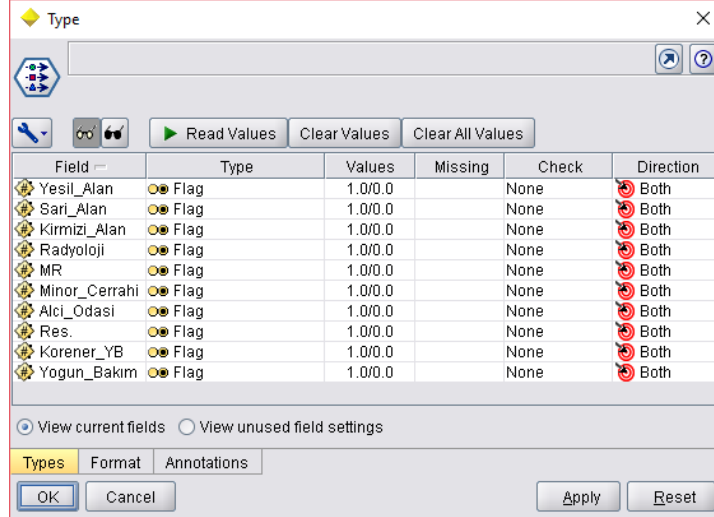
Şekil 7.6. 0-1 Akış Tablosu

Modelde kullanılan Filler modülü aracılığı ile null değerler sıfıra dönüştürülmüştür. Bu dönüştürme işlemi için tüm departmanlara yönelik veriler “Fill in fields” alanına eklendikten sonra “Condition” bölümüne @BLANK(@FIELD) yazılmıştır. Boş alanın yerine sıfır yazılması istendiği için “Replace with” alanına “0” yazılmıştır.



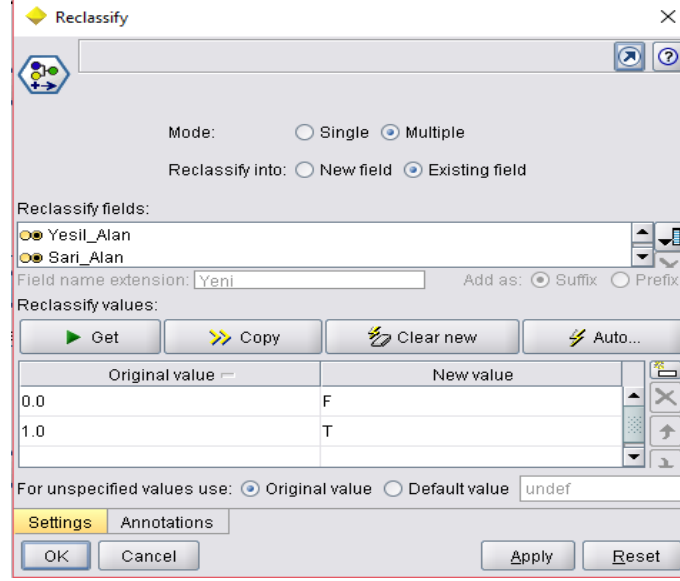
Şekil 7.7. Filler Modül Ekranı

Type modülü ile verilerin tip ve yönleri belirlenmiştir. Veri setinde hastaların ziyaret edip etmedikleri durum 0 veya 1 ile gösterildiği için birbirine eş değer iki durum söz konusu olmuştur. Bu tarz durumlarda Şekil 7.8’de görüldüğü gibi tip olarak flag seçilmektedir ve uygulanan birliktelik analizi yönteminde tüm girdiler aynı zamanda çıktı olabileceği için yön olarak Both işaretlenmektedir.



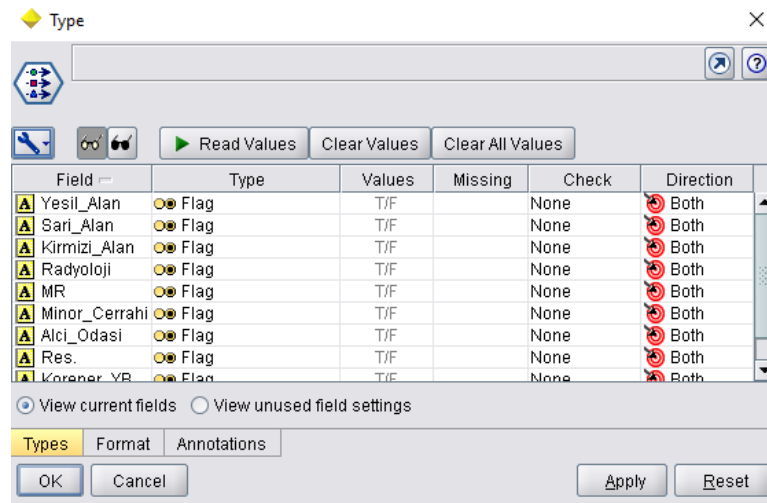
Şekil 7.8. Type modül ekranı

Yapılan çalışmada CARMA algoritması uygulanırken 0-1 veri setinde hata verdiği için Reclassify modülü aracılığı ile veri seti üzerinde değişiklik yapılmıştır. 0 değeri yerine F (False) harfi, 1 değeri yerine T (True) harfi kullanılmıştır. Bu işlemler gerçekleştirilirken mevcut veri seti üzerinde değişiklik yapılması için “Existing field” butonu işaretlenmiştir. “New field” butonu işaretlendiğinde yeni sütun oluşturarak yeni veriler oluşturulmuştur. “Reclassify fiels” alanına verilerin yenileneceği alanlar eklenmiştir. “Originals value” bölümüne eski veriler ve “New value” bölümüne eski verilerin yerine geçmesi istenen veri değerleri yazılmıştır.



Şekil 7.9. Reclassify modülü ekranı

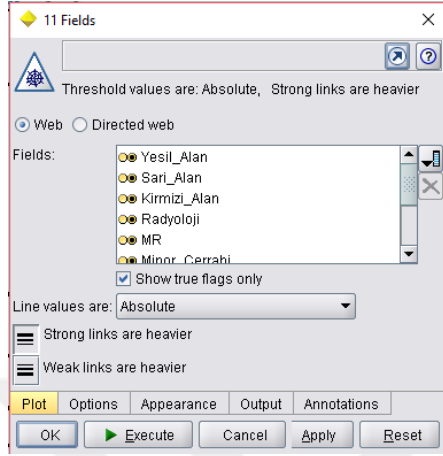
Veriler yeniden isimlendirildiği için bu verilerin yeniden tip ve yönlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Şekil 7.10’da ikinci kez kullanılan Type modülünde düzenlenen tip ve yönler gösterilmektedir.



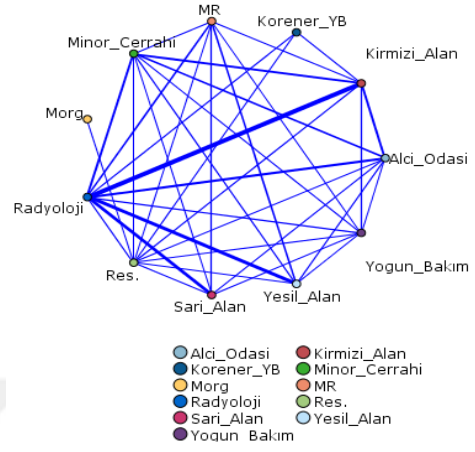
Şekil 7.10. Type modülü ekranı

Şekil 7.11.a’daki Web modülü, departmanlar arasındaki ilişkileri görsel olarak inceleme fırsatı sunmaktadır. Web modülü ile ilişkiler analiz edildiğinde kalın çizgi güçlü ilişkiyi, ince çizgi ise zayıf ilişkiyi belirtmektedir. Departmanlar arasındaki

ilişki Web modülü ile analiz edildiğinde Şekil 7.11.b’de görüldüğü gibi Radyoloji ve Kırmızı Alan arasındaki çizginin en kalın olduğu görülmektedir. Diğer bir ifade ile bu ilişki diğer ilişkilere göre daha güçlüdür.



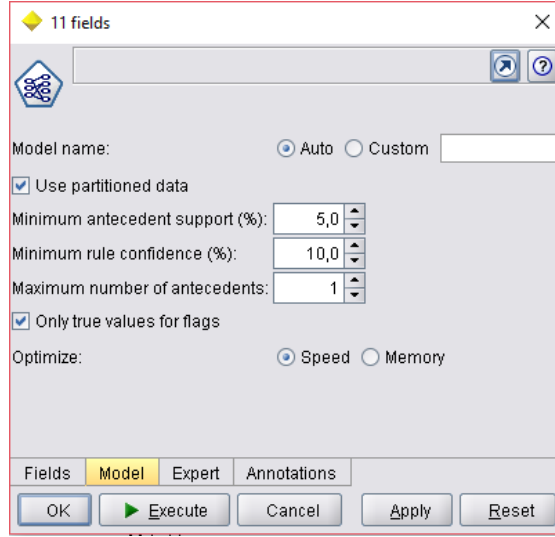
(a)



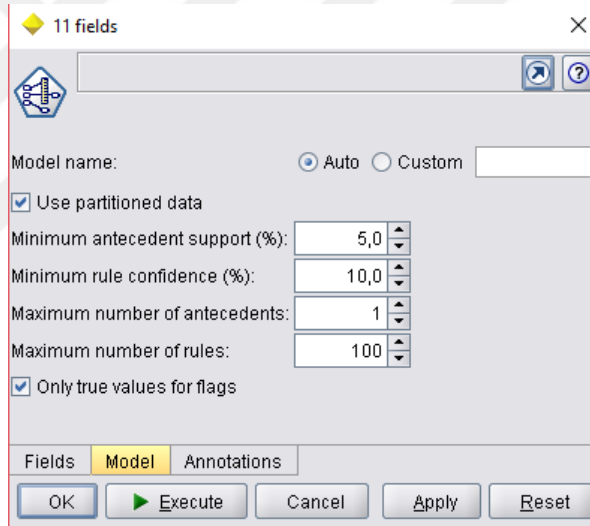
(b)

Şekil 7.11. Web analizi (a) Web modülü ekranı (b) Web modülü analiz sonucu

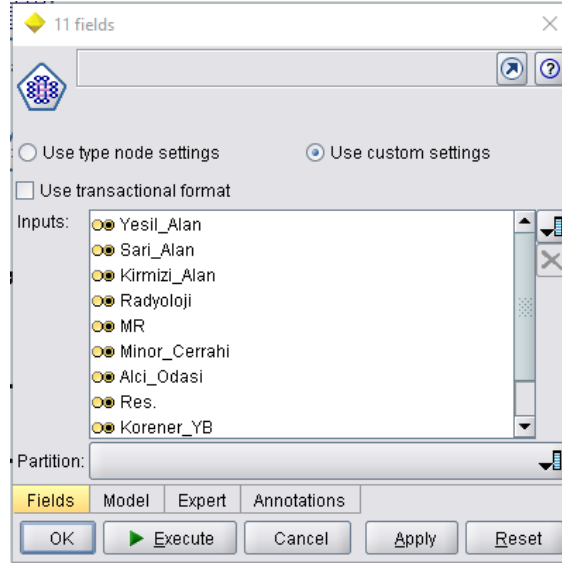
Birliktelik kurallarını oluşturmak için kullanılan Apriori algoritması, GRI algoritması ve CARMA algoritması modülleri sırasıyla Şekil 7.12, Şekil 7.13 ve Şekil 7.14’te görülmektedir. Her üç algoritmada da minimum destek değeri %5, minimum güven değeri %10 olarak ele alınarak çalıştırılmıştır. Birliktelik algoritmalarının çalışma özetleri EK 1’de sunulmuştur.



Şekil 7.12. Apriori modülü ekranı



Şekil 7.13. GRI Modülü ekranı



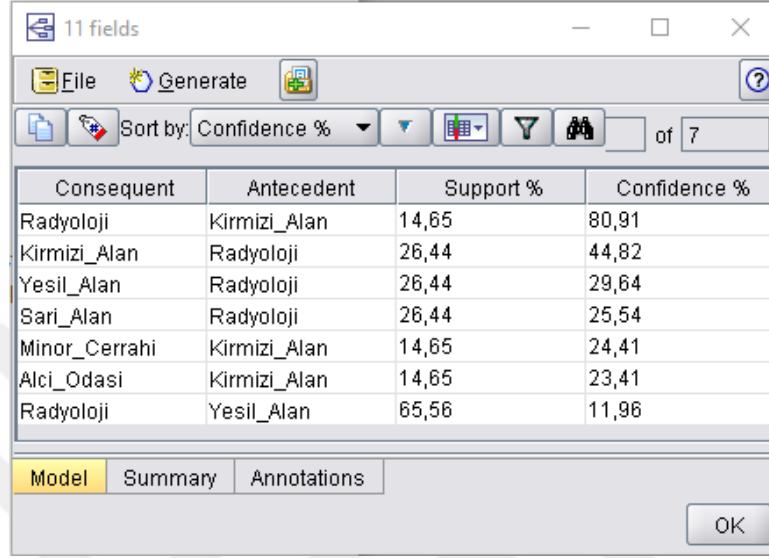
Şekil 7.14. CARMA Modülü ekranı

Apriori algoritmasının sonuçları Şekil 7.15'te görüldüğü gibidir. 10 adet birliktelik kuralı oluşmuştur. Oluşan kurallardan minimum güven değerine sahip olan ilişki Radyoloji ve Yeşil alan arasındaki ilişkidir. Maximum güven değerine sahip olan ilişki ise Radyoloji ve Kırmızı Alan arasındaki ilişkidir.

Consequent	Antecedent	Support %	Confidence %
Radyoloji	Kirmizi_Alan	14,647	80,908
Kirmizi_Alan	Radyoloji	26,441	44,819
Radyoloji	Sari_Alan	19,543	34,55
Yesil_Alan	Radyoloji	26,441	29,644
Sari_Alan	Radyoloji	26,441	25,536
Minor_Cerrahi	Kirmizi_Alan	14,647	24,405
Alci_Odasi	Kirmizi_Alan	14,647	23,409
Alci_Odasi	Radyoloji	26,441	15,696
Minor_Cerrahi	Radyoloji	26,441	13,182
Radyoloji	Yesil_Alan	65,559	11,956

Şekil 7.15. Apriori Algoritması Sonuç ekranı

GRI algoritmasının sonuçları Şekil 7.16'da görülmektedir. 7 adet birliktelik kuralı oluşmuştur. Oluşan kurallardan minimum güven değerine (%11,96) sahip olan ilişki Radyoloji ve Sarı alan arasındaki ilişkidir. Maximum güven değerine (%80,91) sahip olan ilişki ise Radyoloji ve Kırmızı Alan arasındaki ilişkidir.



Consequent	Antecedent	Support %	Confidence %
Radyoloji	Kirmizi_Alan	14,65	80,91
Kirmizi_Alan	Radyoloji	26,44	44,82
Yesil_Alan	Radyoloji	26,44	29,64
Sari_Alan	Radyoloji	26,44	25,54
Minor_Cerrahi	Kirmizi_Alan	14,65	24,41
Alci_Odasi	Kirmizi_Alan	14,65	23,41
Radyoloji	Yesil_Alan	65,56	11,96

Şekil 7.16. GRI Algoritması Sonuç Ekranı

CARMA algoritmasının sonucunda Şekil 7.17'de görüldüğü gibi 6 adet birliktelik kuralı oluşmuştur. Oluşan kurallardan minimum güven (%11,956) değerine sahip olan ilişki Radyoloji ve Yeşil alan arasındaki ilişkidir. Maximum güven değerine (%80,908) sahip olan ilişki ise Radyoloji ve Kırmızı Alan arasındaki ilişkidir.

11 fields

File Generate

Sort by: Confidence % 6 of 6

Consequent	Antecedent	Support %	Confidence %
Radyoloji	Kirmizi_Alan	14,648	80,908
Kirmizi_Alan	Radyoloji	26,443	44,819
Radyoloji	Sari_Alan	19,544	34,55
Yesil_Alan	Radyoloji	26,443	29,644
Sari_Alan	Radyoloji	26,443	25,536
Radyoloji	Yesil_Alan	65,564	11,956

Model Settings Summary Annotations

OK Cancel Apply Reset

Şekil 7.17. CARMA Algoritması Sonuç Ekranı

Elde edilen birliktelik kurallarının yerleşim planlaması yapılırken kullanılabilmesi için sayısallaştırılması gerekmektedir. Bu sayısallaştırma sürecinde kuralların güven değerleri, uygulanan üç algoritmadan kaçında yer aldığı ve kuralların ilişki yönünün karşılıklı olup olmadığı kriterlerine dikkat edilerek bulanık mantık yöntemi kullanılmıştır. Güven değerleri, bulanık mantık yönteminde kullanılması için belirli aralıklarda sınırlandırılmıştır. Aralıklar, çeyreklik dilimler halinde ayarlanmıştır. Çeyreklik dilimlerin artış oranları, en yüksek ve en düşük güven oranları arasındaki fark belirlendikten sonra eşitlik 7.1'deki gibi 4'e bölünerek elde edilmiştir.

$$\text{Çeyreklik artış oranı} = (\text{Güven oranı}_{\max} - \text{Güven oranı}_{\min}) / 4 \quad (7.1)$$

Apriori algoritması için örnek hesaplama yapılırsa; $80,908 - 11,956 = 68,952$ elde edilmiştir. Bu değer dörde bölünerek çeyreklik artış oranı 17, 238 olarak hesaplanmıştır. En düşük değer olan 11,956'ya 17, 238 eklendiğinde ilk aralığın en yüksek değeri 29, 194 olarak hesaplanmıştır. Bu şekilde 1. Çeyrek aralığın 11,956 ile 29,194 arasında olduğu bulunmuştur. Oluşan birliktelik kuralı % 11,956 - 29,194 arasında ise bu ilişki 1. çeyrekte yer alıyor denilmiştir. Üç algoritma için hesaplanan aralık değerleri Çizelge 7.1'de sunulmuştur.

Çizelge 7.1. Algoritmaların güven değerlerine denk gelen çeyrek aralıklar

Apriori Algoritması		GRI Algoritması		Carma Algoritması	
Aralık	Confidence %	Aralık	Confidence %	Aralık	Confidence %
1'inci aralık	11,956-29,194	1'inci aralık	11,96-29,198	1'inci aralık	11,956-29,194
2'nci aralık	29,195-46,432	2'nci aralık	29,199-46,435	2'nci aralık	29,195-46,432
3'üncü aralık	46,433-63,67	3'üncü aralık	46,436-63,673	3'üncü aralık	46,433-63,67
4'üncü aralık	63,671-80,908	4'üncü aralık	63,673-80,91	4'üncü aralık	63,671-80,908

İlişki yönü karşılıklı ya da tek yön olabilmektedir. i departmanından j departmanına doğru ilişki var iken aynı zamanda j departmanından i departmanına da ilişki bulunuyor ise bu ilişki karşılıklı demektir. Aksi durumda ilişki tek yönlüdür. Kuralların güven değerlerinin karşılık geldiği aralıklar, ilişki yönleri ve kuralın kaç algoritmada yer aldığı Çizelge 7.2’de görülmektedir.

Çizelge 7.2. Birliktelik kurallarının özellikleri

Consequent	Antecedent	Aralık	Algoritma Sayısı	İlişki Yönü
Radyoloji = T	Kırmızı_Alan = T	4	3	Karşılıklı
Kırmızı_Alan = T	Radyoloji = T	2	3	Karşılıklı
Yesil_Alan = T	Radyoloji = T	2	3	Karşılıklı
Sarı_Alan = T	Radyoloji = T	1	3	Karşılıklı
Radyoloji = T	Yesil_Alan = T	1	3	Karşılıklı
Radyoloji = T	Sarı_Alan = T	2	2	Karşılıklı
Minor_Cerrahi = T	Kırmızı_Alan = T	1	2	Tek yön
Alci_Odasi = T	Kırmızı_Alan = T	1	2	Tek yön
Alci_Odasi = T	Radyoloji = T	1	1	Tek yön
Minor_Cerrahi = T	Radyoloji = T	1	1	Tek yön

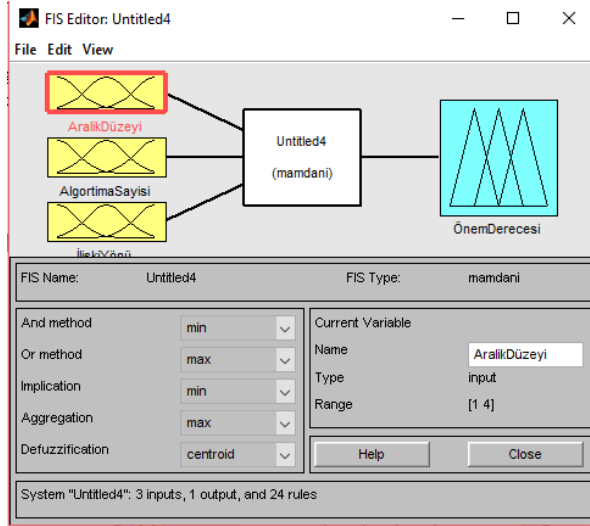
7.2.Bulanık Mantık ile Katsayıların Belirlenmesi

Bulanık mantık metodunu kullanarak, her bir kural için 1 ve 100 arasında katsayı (önem derecesi) oluşturulması amaçlanmıştır. Bulanık mantık yöntemi için kullanılacak kriterlerin kategorileri ve alacakları değer aralıkları uzman görüşler aracılığı ile belirlenmiştir ve Çizelge 7.3'te gösterilmiştir.

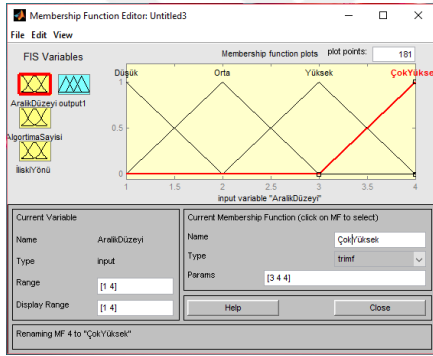
Çizelge 7.3. Kriterlerin Grupları

	Kriter Adı	Kategori	Değer Aralığı
Girdi	Aralık Düzeyi	Düşük Orta Yüksek Çok Yüksek	[1 4]
	Algoritma Sayısı	Düşük Orta Yüksek	[1 3]
	İlişki Yönü	Tek Yön Karşılıklı Yön	[1 2]
Çıktı	Önem Derecesi (Katsayı)	Tamamıyla Önemsiz Kuvvetli Derecede Önemsiz Çok Önemsiz Önemsiz Önemli Çok Önemli Kuvvetli Derecede Önemli Tamamıyla Önemli	[1 100]

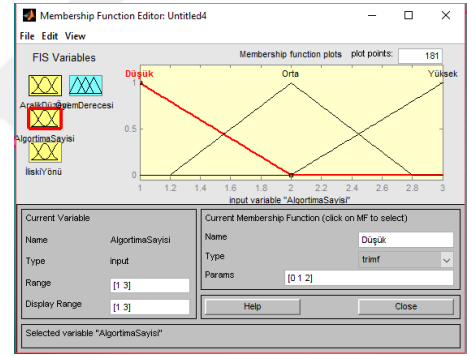
Girdiler; aralık düzeyi, algortima sayısı ve ilişki yönüdür. Çıktı ise önem derecesi yani blok diyagramlamada kullanılan katsayıdır. Grafikler, Matlab2009a paket programının "Fuzzy Logic Designer" modülünde tasarlanmıştır. Matlab R2009a programının Fuzzy Logic Designer modülü ile önce giriş birimleri ve çıkış birimi, yani algoritmanın kriterleri ve grupları girilmiştir. Daha sonra modülün karar verebilmesi için karar kuralları da modüle işlenerek program çalıştırılmıştır. Şekil 7.18'de Fuzzy Logic Designer modülündeki giriş ve çıkış parametreleri ve Şekil 7.19'da giriş parametrelerinin grafikleri gösterilmiştir.



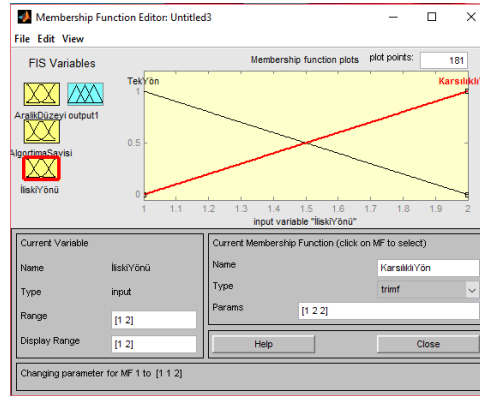
Şekil 7.18. Fuzzy Logic Designer Giriş ve Çıkış Parametreleri



(a)



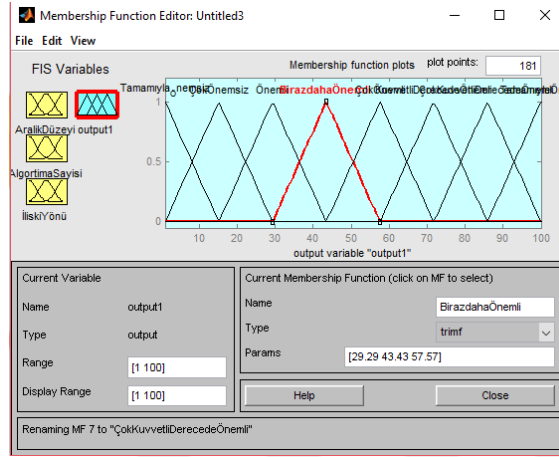
(b)



(c)

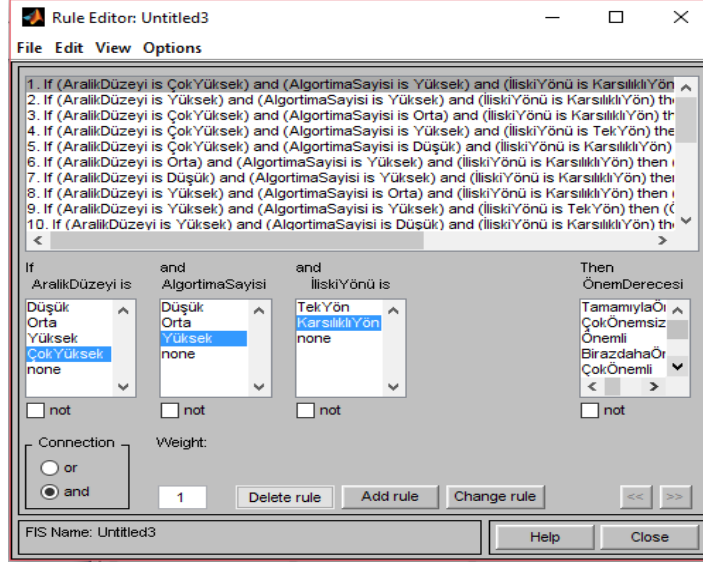
Şekil 7.19. Giriş Parametrelerinin Grafikleri (a) Aralık Düzeyi (b) Algortima Sayısı (c) İlişki Yönü

Çıkış parametresi için 8 farklı kategori belirlenmiştir. Çıkış parametresinin bulanık küme grafiği ise Şekil 7.20’de görülmektedir.



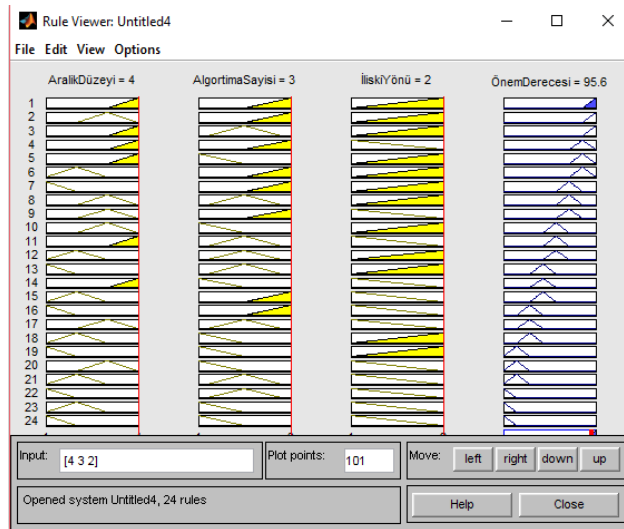
Şekil 7.20. Çıkış Parametrelerinin Bulanık Küme Grafiği

Giriş ve çıkış parametreleri girildikten sonra, kural tabanının da girilmesi gerekmektedir. Kural tabanı, uzman görüşü aracılığıyla oluşturulmuştur. Kurallar " Eğer (AralıkDüzeyi =) ve (AlgortimaSayısı =) ve (İlişkiYönü =) ise (ÖnemDerecesi =)" şeklindedir. Toplam 24 karar kuralı oluşturulmuştur. Kural tabanı Şekil 7.21’de gösterilmiştir ve oluşturulan karar kuralları EK2’de sunulmuştur.



Şekil 7.21. Karar Düzenleyicisi Ara Yüzü

Modülün "Rules" bölümünde gireceğimiz verilere göre en uygun atamanın yapıldığı ara yüz bulunmaktadır. Sonuç bölümünün bulunduğu ara yüz, Şekil 7.22'de gösterilmiştir. Ara yüzde bulunan "Input" bölümüne kriterlere verilen değerleri girdiğimiz zaman Sağ üstte kullanacağımız katsayı oluşmaktadır. Şekil 7.22'de örnek olması açısından 1 numaralı kuralın kriter değerleri giriliğinde program, sonuç (katsayı) değerini, 95,6 olarak hesaplamıştır. Kriterlerin bütün olasılıkları için katsayılar hesaplanmıştır ve Çizelge 7.4.'te gösterilmiştir.



Şekil 7.22. Fuzzy Logic Designer Modülü Sonuç Ara Yüzü

Çizelge 7.4. Tüm kriterler dikkate alınarak oluşturulan katsayı değerleri

Kurallar			Katsayılar
4'üncü Aralık	3 Algoritma	Karşılıklı İlişki	95,6
4'üncü Aralık	3 Algoritma	Tek yön	85,8
4'üncü Aralık	2 Algoritma	Karşılıklı İlişki	95,6
4'üncü Aralık	2 Algoritma	Tek yön	57,6
4'üncü Aralık	1 Algoritma	Karşılıklı İlişki	85,8
4'üncü Aralık	1 Algoritma	Tek yön	43,4
3'üncü Aralık	3 Algoritma	Karşılıklı İlişki	95,6
3'üncü Aralık	3 Algoritma	Tek yön	71,7
3'üncü Aralık	2 Algoritma	Karşılıklı İlişki	71,7
3'üncü Aralık	2 Algoritma	Tek yön	29,3
3'üncü Aralık	1 Algoritma	Karşılıklı İlişki	57,6
3'üncü Aralık	1 Algoritma	Tek yön	15,2
2'nci Aralık	3 Algoritma	Karşılıklı İlişki	85,8
2'nci Aralık	3 Algoritma	Tek yön	43,4
2'nci Aralık	2 Algoritma	Karşılıklı İlişki	57,6
2'nci Aralık	2 Algoritma	Tek yön	15,2
2'nci Aralık	1 Algoritma	Karşılıklı İlişki	29,3
2'nci Aralık	1 Algoritma	Tek yön	5,39
1'inci Aralık	3 Algoritma	Karşılıklı İlişki	71,2
1'inci Aralık	3 Algoritma	Tek yön	29,3
1'inci Aralık	2 Algoritma	Karşılıklı İlişki	43,4
1'inci Aralık	2 Algoritma	Tek yön	5,39
1'inci Aralık	1 Algoritma	Karşılıklı İlişki	15,2
1'inci Aralık	1 Algoritma	Tek yön	5,39

Algoritmalar sonucunda oluşan birliktelik kuralları için katsayı değerleri ve kriter değerleri Çizelge 7.5'te sunulmuştur.

Çizelge 7.5. Birliktelik Analizi Sonucu Oluşan Kuralların Katsayı Değerleri

Ardıl	Öncül	Aralık	Algoritma Sayısı	İlişki Yönü	Katsayı
Radyoloji	Kirmizi_Alan	4	3	Karşılıklı	95,6
Yesil_Alan	Radyoloji	2	3	Karşılıklı	85,8
Radyoloji	Sari_Alan	2	2	Karşılıklı	57,6
Minor_Cerrahi	Kirmizi_Alan	1	2	Tek yön	5,39
Alci_Odasi	Kirmizi_Alan	1	2	Tek yön	5,39
Alci_Odasi	Radyoloji	1	1	Tek yön	5,39
Minor_Cerrahi	Radyoloji	1	1	Tek yön	5,39

7.3. Blok Diyagramlama ile Yerleşim Planlaması

Hasta akışlarına göre birliktelik analizi uygulanan verilerin içerdiği departmanlar zemin kat, 1.kat ve 2. kat olmak üzere 3 katta yer almaktadır. Fakat birliktelik kuralları sonuçları analiz edildiğinde koroner yoğun bakım, yoğun bakım, MR ve Morg departmanlarının hasta akışını önemli derecede etkilemediği görülmektedir. Ayrıca acil servis doktorlarıyla görüşüldüğünde iyileştirilmeye çalışılan yerleşim planı için sadece 1. katın incelenmesi, zemin ve 2. Katta bulunan departmanların yerlerinin değiştirilemeyeceği söylenmiştir. Bu nedenle koroner yoğun bakım, yoğun bakım, MR, Morg departmanları yerleşim analizine dâhil edilmemiştir. Şekil 7.23'te mevcut yerleşim planı ve Çizelge 7.6'da mevcut yerleşimde bulunan departmanların koordinatları görülmektedir.

Çizelge 7.6. Mevcut durumda Departmanların koordinatları

Departman Adı	X1	X2	Y1	Y2	Xort	Yort
ABD Başkanı Odası	219	150,6	687,7	653,8	184,8	670,75
Personel Dinlenme	219	177,1	724,4	687,7	198,05	706,05
VIP	219	177,1	724,4	758,3	198,05	741,35
Asistan	219	177,1	758,3	792,2	198,05	775,25
Minör Cerrahi	219	177,1	792,2	826,1	198,05	809,15
Uzman Doktor	219	177,1	826,1	860	198,05	843,05
Uzman Doktor	219	177,1	860	893,9	198,05	876,95
Sorumlu Hemşire	219	177,1	893,9	925,8	198,05	909,85
Toplantı Salonu	219	177,1	925,8	995,5	198,05	960,65
Oda	219	177,1	995,5	1030,2	198,05	1012,85
Sekreter	152,1	117	705,2	675,4	134,55	690,3
112 Kordinasyon	152,1	117	732,1	705,2	134,55	718,65
Alçı Odası	152,1	117	705,2	727,4	134,55	716,3
Premedikasyon	152,1	107,2	727,4	753,3	129,65	740,35
Resisütasyon	152,1	109,7	792,8	834,7	130,9	813,75
İlaç Hazırlama	152,1	134,6	834,7	859,6	143,35	847,15
Kırmızı Alan	152,1	80,7	859,6	929,6	116,4	894,6
Sarı Alan	152,1	80,7	929,6	999,6	116,4	964,6
Yeşil Alan	152,1	83,7	1027,6	1083	117,9	1055,3
Radyoloji	20,2	-26	1000	1068	-2,9	1034
Film Banyo	-26	-70,9	1000	1027,3	-48,45	1013,65

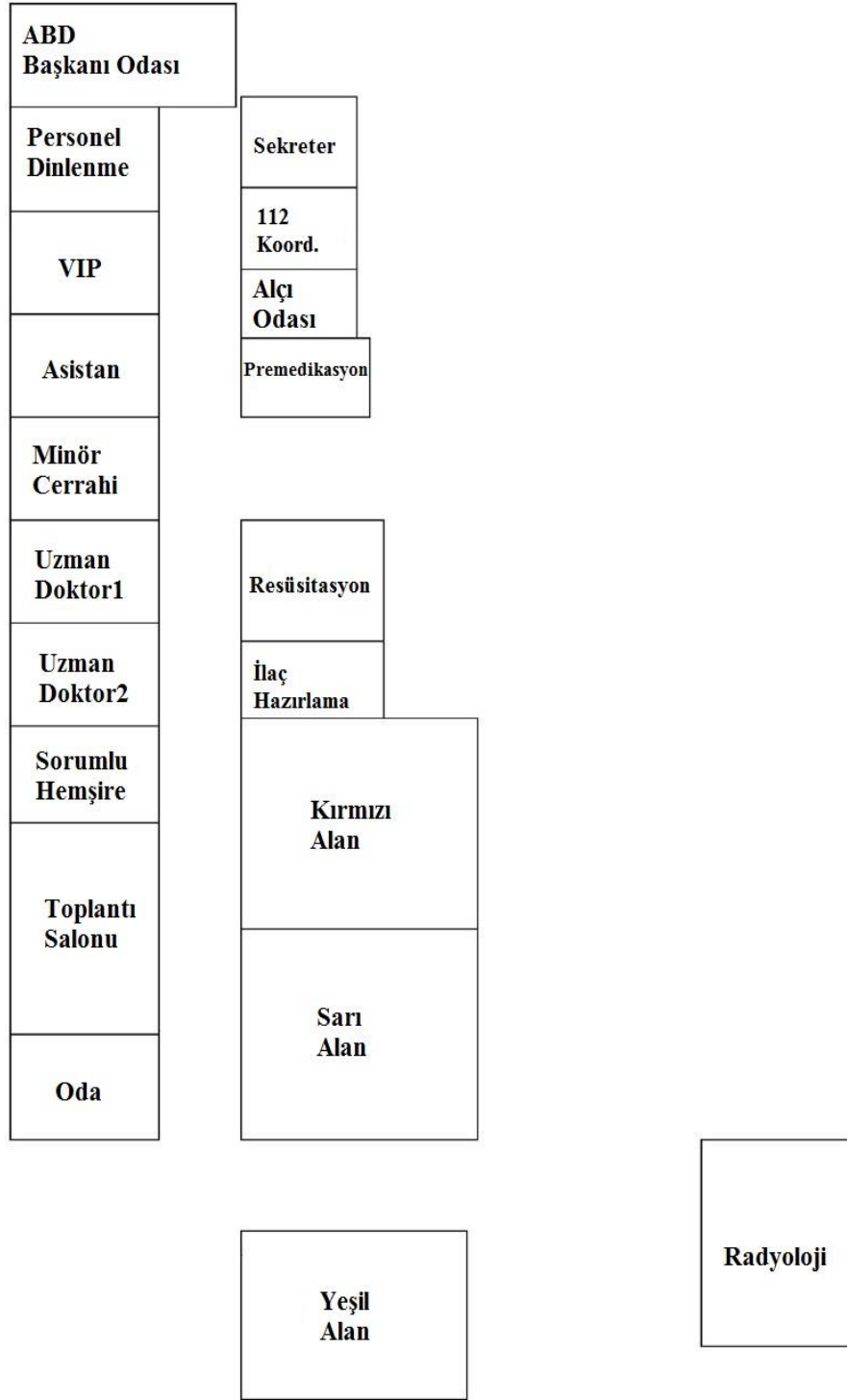
Departmanların koordinatlarından yararlanılarak departmanlar arası lineer uzaklıklar aşağıdaki 7.2 numaralı eşitlik aracılığı ile hesaplanmıştır. Elde edilen uzaklık değerleri Çizelge 7.7’de sunulmuştur.

$$\text{Uzaklık (i,j)} = |Xort_i - Xort_j| + |Yort_i - Yort_j| \quad (7.2)$$

Çizelge 7.7. Mevcut Durumda Departmanlar Arası Uzaklık Matrisi

Uzaklık	Yesil Alan	Sari Alan	Kirmizi Alan	Radyoloji	Minor Cerrahi	Alci Odasi	Res.
Yeşil Alan	0	92,2	162,2	142,1	326,3	355,65	254,55
Sari Alan	92,2	0	70	188,7	237,1	266,45	165,35
Kirmizi Alan	162,2	70	0	258,7	167,1	196,45	95,35
Radyoloji	142,1	188,7	258,7	0	425,8	455,15	354,05
Minor Cerrahi	326,3	237,1	167,1	425,8	0	156,35	71,75
Alci Odasi	355,65	266,45	196,45	455,15	156,35	0	101,1
Res.	254,55	165,35	95,35	354,05	71,75	101,1	0

Spss Clementine ile elde edilen kuralların bulanık mantık analizi ile sayısallaştırılması sonucunda departmanlar arasındaki ilişkiler için elde kaysayılar Çizelge 7.8’de görüldüğü gibidir.



Şekil 7.23. Mevcut Yerleşim Planı

Çizelge 7.8. Departmanlar arası katsayı matrisi

Katsayı	Yesil Alan	Sari Alan	Kirmizi Alan	Radyoloji	Minor Cerrahi	Alci Odasi	Res.
Yesil Alan	0	1	1	85,8	1	1	1
Sari Alan	1	0	1	57,6	1	1	1
Kirmizi Alan	1	1	0	95,6	5,39	5,39	1
Radyoloji	85,8	57,6	95,6	0	5,39	5,39	1
Minor Cerrahi	1	1	5,39	5,39	0	1	1
Alci Odasi	1	1	5,39	5,39	1	0	1
Res.	1	1	1	1	1	1	0

Mevcut durumda birbirine komşu olmayan departmanlar ve bu departmanlar arasındaki toplam komşu olmayan katsayı mesafesi değeri elde edilmiştir. Mevcut durum için toplam komşu olmayan katsayı mesafesi 33.818,675'tir.

Çizelge 7.9. Mevcut durumda komşu olmayan departmanlar

Komşu olmayan departmanlar		(kaysası*uzaklık)
Radyoloji	Kırmızı	2.4731,72
Kırmızı	Alci Odasi	2.453,2585
Kırmızı	Minor Cerrahi	2.295,062
Radyoloji	Alci Odasi	1.058,8655
Radyoloji	Minor Cerrahi	900,669
Yesil Alan	Alci Odasi	355,65
Kırmızı	Res.	354,05
Yesil Alan	Minor Cerrahi	326,3
Sarı Alan	Alci Odasi	266,45
Yesil Alan	Res.	254,55
Sarı Alan	Minor Cerrahi	237,1
Sarı Alan	Res.	165,35
Yesil Alan	Radyoloji	162,2
Minor Cerrahi	Alci Odasi	156,35
Alci Odasi	Res.	101,1
	Toplam	33.818,675

Toplam komşu olmayan katsayı mesafesine en fazla katkıyı yapan çift Radyoloji ve Kırmızı Alan departmanlarıdır. Dolayısıyla yerleşim planı bu iki departman yakın olacak şekilde yeniden düzenlendiğinde elde edilen yerleşim planı Şekil 7.24'te ve hesaplanan yeni uzaklık değerleri Çizelge 7.10'da görüldüğü gibi elde edilmiştir. Departmanların yerleri değiştirilirken, departmanlar yaklaşık olarak mevcut konumlarında sahip oldukları boyutta bir alana taşınmışlardır. Bunun nedeni ise mevcut durumda departman alanında yer alan teçhizatların yeni alana da sığabilmesine olanak sağlamaktır.

Çizelge 7.10. I. Iterasyon Sonucu Departmanlar Arası Uzaklıklar

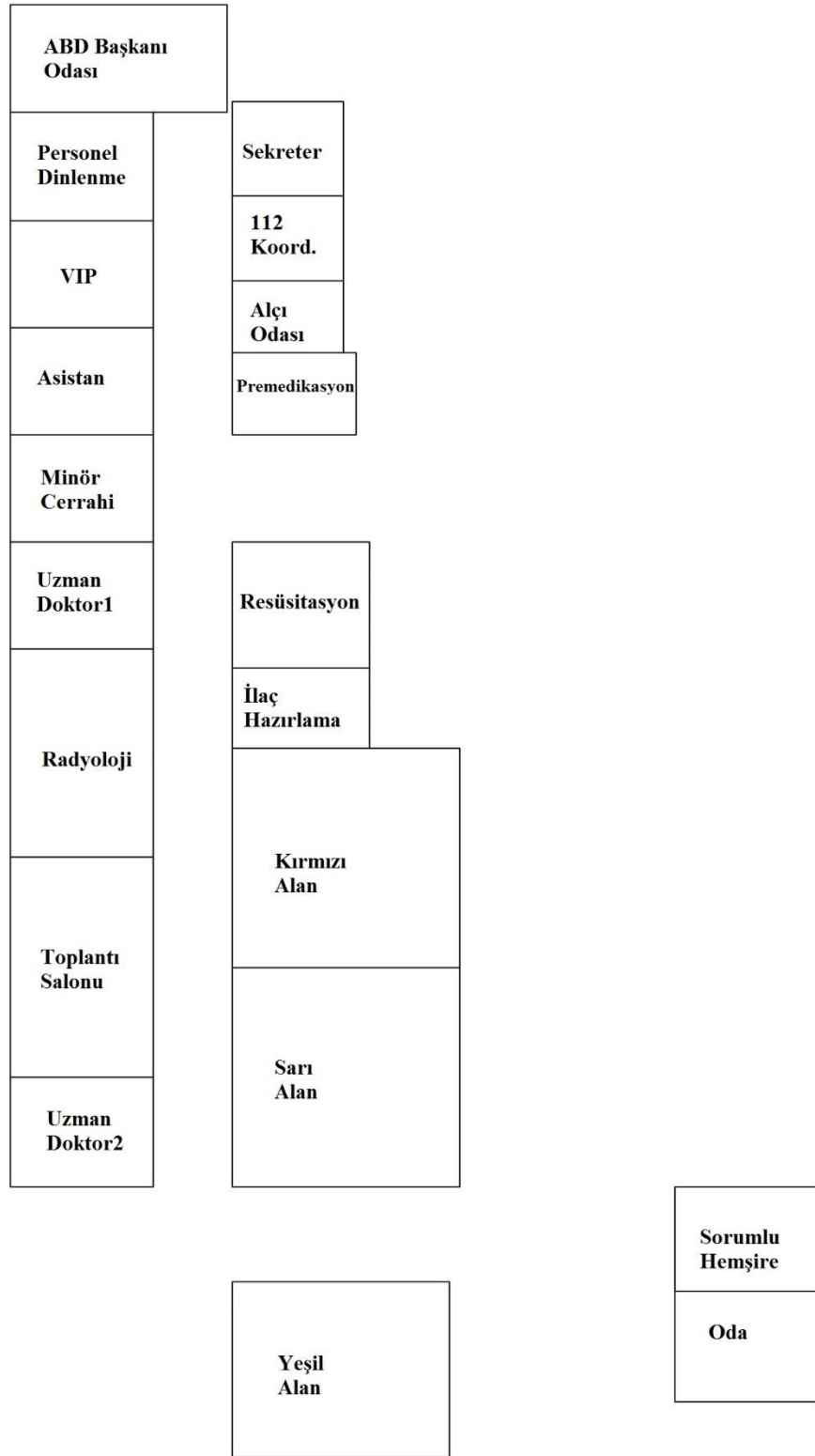
Uzaklık	Yesil Alan	Sari Alan	Kirmizi Alan	Radyoloji	Minor Cerrahi	Alci Odasi	Res.
Yesil_Alan	0	92,2	162,2	242,05	326,3	355,65	254,55
Sari_Alan	92,2	0	70	152,85	237,1	266,45	165,35
Kirmizi_Alan	162,2	70	0	82,85	167,1	196,45	95,35
Radyoloji	242,05	152,85	82,85	0	84,25	240,6	146,8
Minor_Cerrahi	326,3	237,1	167,1	84,25	0	156,35	71,75
Alci_Odasi	355,65	266,45	196,45	240,6	156,35	0	101,1
Res.	254,55	165,35	95,35	146,8	71,75	101,1	0

İlk iterasyon sonucu elde edilen yeni yerleşim düzenine göre birbirine komşu olmayan departmanlar belirlenmiştir ve bu departmanlar arasındaki toplam komşu olmayan katsayı mesafesi değeri Çizelge 7.11'de görüldüğü gibi 26.503,416 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 7.11. I. Iterasyon Sonucu olmayan departmanlar

Komşu olmayan departmanlar		katsayı*uzaklık
Yeşil Alan	Radyoloji	2.0767,89
Radyoloji	Alçı Odası	1.296,834
Kırmızı Alan	Alçı Odası	1.058,8655
Kırmızı Alan	Minor Cerrahi	900,669
Radyoloji	Minor Cerrahi	454,1075
Yeşil Alan	Alçı Odası	355,65
Yeşil Alan	Minor Cerrahi	326,3
Sarı Alan	Alçı Odası	266,45
Yeşil Alan	Res.	254,55
Sarı Alan	Minor Cerrahi	237,1
Sarı Alan	Res.	165,35
Yeşil Alan	Kırmızı Alan	162,2
Minor Cerrahi	Alçı Odası	156,35
Alçı Odası	Res.	101,1
Toplam		26.503,416

Yapılan değişiklik ile toplam komşu olmayan katsayı mesafesi 33.818,675'ten 26.503,416'ya inmiştir. Yeni durum analiz edildiğinde yeni toplam komşu olmayan katsayı mesafesine en fazla katkı yapan departmanların Yeşil Alan ve Radyoloji departmanları olduğu belirlenmiştir.



Şekil 7.24. I.Iterasyon Sonucu Elde Edilen Yerleşim Planı

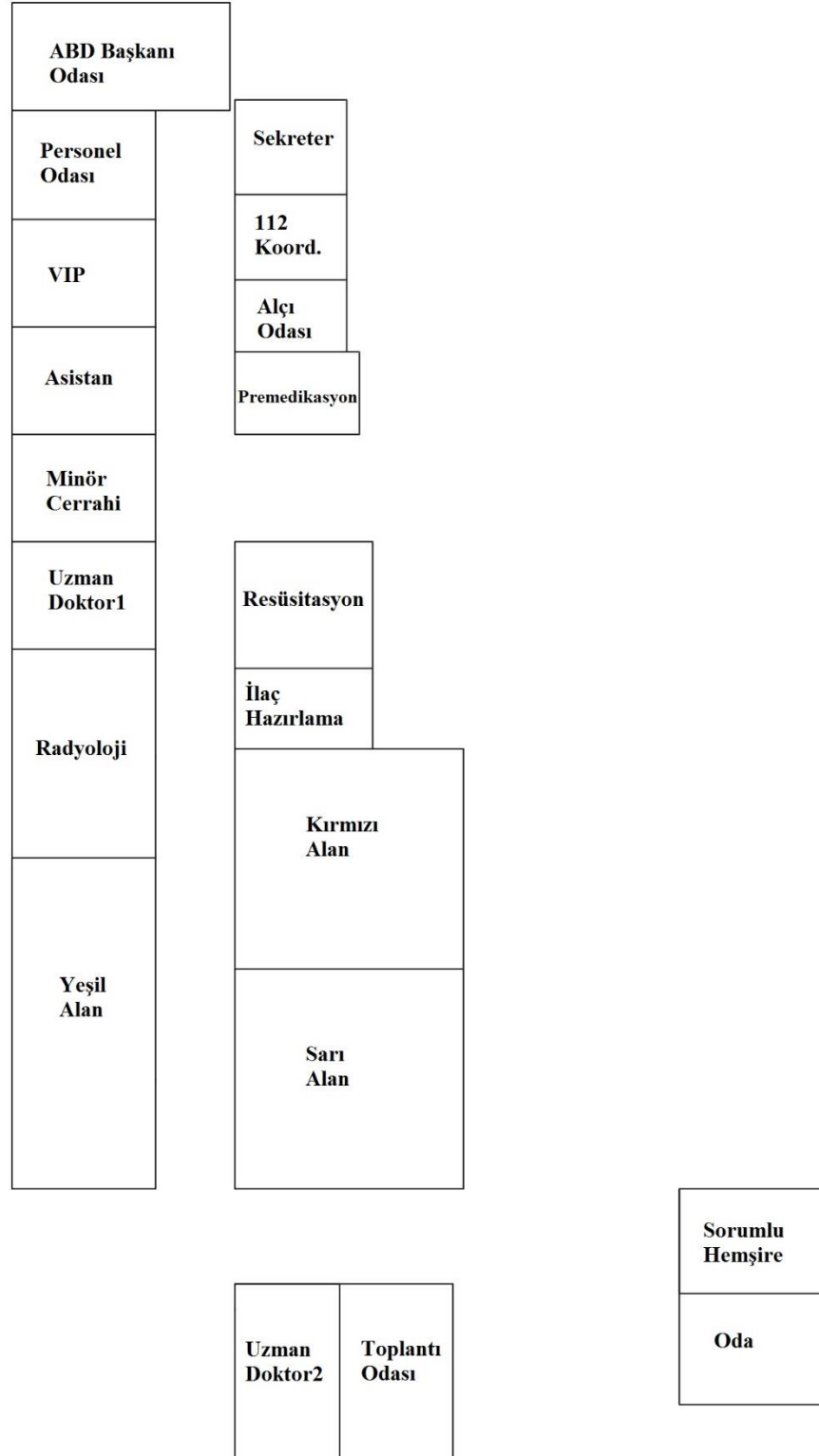
Bu departmanlar yakınlaştırılacak şekilde oluşturulan yerleşim planı Şekil 7.25'te sunulmuştur. Bu yerleşim planı sonucunda oluşan yeni uzaklık matrisi ve toplam komşu olmayan katsayı mesafesi değerleri sırasıyla Çizelge 7.12 ve Çizelge 7.13'te görülmektedir.

Çizelge 7.12. II. Iterasyon Sonucu Departmanlar Arası Uzaklıklar

Uzaklık	Yesil Alan	Sari Alan	Kirmizi Alan	Radyoloji	Minor Cerrahi	Alci Odasi	Res.
Yesil_Alan		103,8	173,8	93,35	177,6	333,95	240,15
Sari_Alan	103,8	0	70	152,85	237,1	266,45	165,35
Kirmizi_Alan	173,8	70	0	82,85	167,1	196,45	95,35
Radyoloji	93,35	152,85	82,85	0	84,25	240,6	146,8
Minor_Cerrahi	177,6	237,1	167,1	84,25	0	156,35	71,75
Alci_Odasi	333,95	266,45	196,45	240,6	156,35	0	101,1
Res.	240,15	165,35	95,35	146,8	71,75	101,1	0

Çizelge 7.13. II. Iterasyon Sonucu Olmayan Departmanlar

Komşu olmayan departmanlar		Katsayı*uzaklık
Radyoloji	Alçı Odası	1.296,834
Kırmızı Alan	Alçı Odası	1.058,8655
Kırmızı Alan	Alçı Odası	900,669
Radyoloji	Minor Cerrahi	454,1075
Yeşil Alan	Alçı Odası	333,95
Sarı Alan	Alçı Odası	266,45
Yeşil Alan	Res.	240,15
Sarı Alan	Minor Cerrahi	237,1
Yeşil Alan	Minor Cerrahi	177,6
Sarı Alan	Res.	165,35
Minor Cerrahi	Alçı Odası	156,35
Alçı Odası	Res.	101,1
Toplam		53.88,526



Şekil 7.25. II.Iterasyonda Elde Edilen Yerleşim Planı

Toplam komşu olmayan katsayı mesafesi 26.503,416'dan 5.388,526'ya inmiştir. İkinci iterasyon sonucunda durum analiz edildiğinde Radyoloji ve Alçı Odası departmanlarının yakın olması gerektiği görülmüştür. Radyoloji ve Alçı Odası departmanları birbirine yakınlaştırıldıktan sonra değişen uzaklık değerleri Çizelge 7.14'te ve elde edilen yeni yerleşim planı Şekil 7.26'te sunulmuştur.

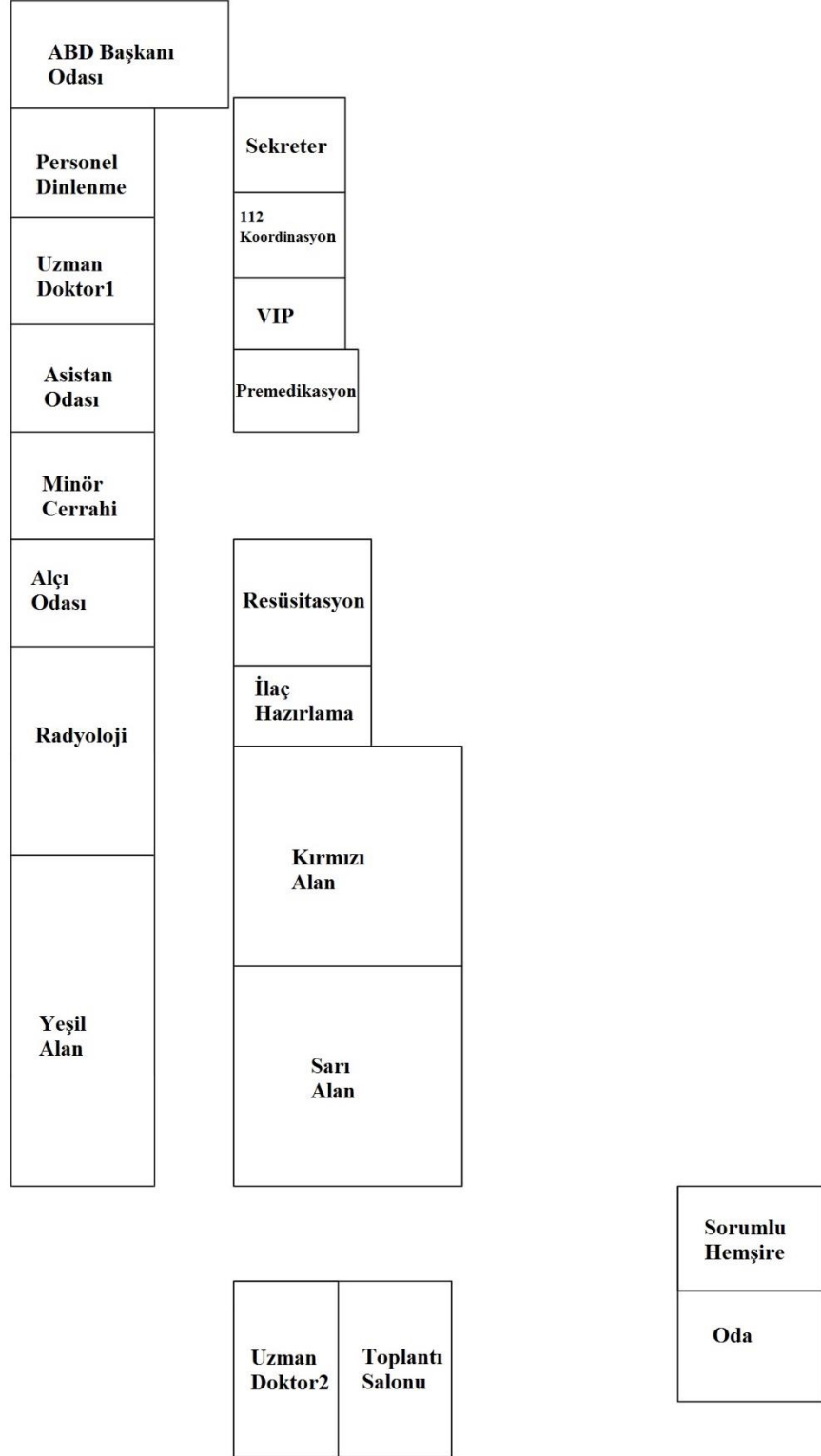
Çizelge 7.14. III. Iterasyon Sonucu Departmanlar Arası Uzaklıklar

Uzaklık	Yesil Alan	Sari Alan	Kirmizi Alan	Radyoloji	Minor Cerrahi	Alci Odasi	Res.
Yesil_Alan	0	103,8	173,8	93,35	177,6	143,7	240,15
Sari_Alan	103,8	0	70	152,85	237,1	203,2	165,35
Kirmizi_Alan	173,8	70	0	82,85	167,1	133,2	95,35
Radyoloji	93,35	152,85	82,85	0	84,25	50,35	146,8
Minor_Cerrahi	177,6	237,1	167,1	84,25	0	33,9	71,75
Alci_Odasi	143,7	203,2	133,2	50,35	33,9	0	96,45
Res.	240,15	165,35	95,35	146,8	71,75	96,45	0

Yapılan yer değişikliği sonucunda birbirine komşu olmayan departmanlar belirlenmiştir ve toplam komşu olmayan katsayı mesafesi 3.239,8245 değerine inmiştir.

Çizelge 7.15. III. Iterasyon Sonucu olmayan departmanlar

Komşu olmayan departmanlar		katsayı*uzaklık
Kırmızı Alan	Minor Cerrahi	900,669
Kırmızı Alan	Alçı Odası	717,948
Radyoloji	Minor Cerrahi	454,1075
Yeşil Alan	Res.	240,15
Sarı Alan	Minor Cerrahi	237,1
Sarı Alan	Alçı Odası	203,2
Yeşil Alan	Minor Cerrahi	177,6
Sarı Alan	Res.	165,35
Yeşil Alan	Alçı Odası	143,7
Toplam		3.239,8245



Şekil 7.26. III. Iterasyon Sonucu Elde Edilen Yerleşim Planı

8. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Hizmet sektöründe satın alınan servis, imalat sektörlerindeki gibi somut bir nesne değil, hizmetin göstermiş olduğu işlevdir. Teknolojinin gelişmesiyle ve bilgiye erişimin kolaylaşması ile birlikte son yıllarda müşteriler bir hizmet talep etmeden önce, hizmet sunan firmalar ile ilgili detaylı araştırma ve edindikleri bilgilere göre kıyaslama yapmaktadırlar. Sunulan hizmetler ile ilgili bilgiye erişimin kolaylaşmasının bir sonucu olarak da hizmet sistemlerinden aldıkları hizmetten beledikleri kalite de artış göstermektedir. Firmalar bu yoğun rekabet ortamında varlıklarını sürdürebilmek için hizmet kalitelerini arttırmak ve sürekli iyileştirme çalışmaları içinde bulunmak zorundadırlar.

Bir hizmet sistemi olan hastaneler, insan sağlığı ile ilgilendikleri için sundukları hizmet diğer hizmet alanlarına göre daha kaliteli olmalıdır. Söz konusu insan hayatı olduğu için bu hizmetler hata tolerans edememektedir. Özellikle acil servis bölümüne gelen hastaların bazıları hayati önem taşıyan müdahalelere ihtiyaç duyduklarından dolayı, hastaya yapılacak olan teşhis ve tedavi sürelerinin minimum seviyede olması ve acil servis içerisinde kaos oluşmaması gerekmektedir. Bunun için acil servislerdeki departmanların kolay erişilebilecek şekilde ve belirli işlem güzergâhlarına göre yerleştirilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Acil Servis bölümünde departmanlar arasındaki hasta akışları dikkate alınarak ve hastane içerisindeki yürüyüş mesafelerinin ve bekleme zamanlarının azaltılması amaçlanarak yerleşim düzeninin iyileştirilmesi planlanmıştır. Çalışmada kullanılan yöntemler kısaca özetlenirse;

- Biriktelik analizi algoritmaları aracılığı ile mevcut tesis yerleşim planı, hastaların departmanlar arası akışlarına göre değerlendirilmiştir. Apriori, GRI ve CARMA algoritmaları ile departmanlar arasındaki ilişki kuralları elde edilmiştir. Bu kurallar aracılığı ile de birbirine yakın olması gereken departmanlar belirlenmiştir.

- Bulanık mantık yöntemi, birliktelik analizi sonucunda elde edilen kuralların yerleşim planlamasında kullanılabilmesi için sayısallaştırılması aşamasında kullanılmıştır. Üç farklı birliktelik analizi algoritması kullanılması, elde edilen kuralların karşılıklı bulunma durumu ve bu kuralların farklı güven değerlerine sahip olması kuralların net bir şekilde analiz edilmesini zorlaştırmıştır. Matlab programından yararlanılarak, uzman görüşleri aracılığı ile bu kriterler bulanıklaştırılmıştır. Daha sonra yine uzman görüşleri ile elde edilen kurallardan yararlanılarak birliktelik kurallarına katsayılar atanmıştır.
- Blok diyagramlamada yöntemi ile yerleşim planı iyileştirilmeye çalışılmıştır. Bu yöntemde komşu olmayan departmanlar arasındaki akışların sıfır olması hedeflenmektedir ancak bu durum gerçek hayat problemlerinde pek mümkün olmadığı için daha iyi bir sonuç veren alternatif yerleşim planı bulunamayınca kadar iterasyon yapılmaya devam edilmiştir. Üç iterasyon sonucunda üç farklı yerleşim planı oluşturulmuştur. Alternatif yerleşim planları toplam komşu olmayan katsayı mesafesi değerine göre değerlendirilmiştir. Üçüncü iterasyondan sonra yapılan yer değişikliğinde herhangi bir iyileşme sağlanamadığı için iterasyonlara son verilmiştir. Oluşturulan alternatif yerleşim planı ile toplam komşu olmayan katsayı mesafesi 33.818,675'den 3.239,8245 değerine kadar indirgenebilmiştir ve %90'lık bir iyileşme sağlanmıştır. Literatürde blok diyagramlama tekniği kullanılırken akış verilerinden yararlanılmıştır. Bu çalışmada akış verileri yerine bulanık mantık sonucunda elde edilen katsayı verilerinden yararlanılarak farklılaştırılmıştır.

Blok diyagramlama yöntemi ile alternatif yerleşim planları oluşturulurken departmanların alanları dikkate alınmıştır. Departmanların mevcut konumlarında sahip oldukları ekipmanların, yeni konumlarında da sığabilmesi için yer değiştirilecek departmanların yeni konumları eski konumlarına yakın büyüklükte olmasına dikkat edilmiştir. Elde edilen yeni yerleşim planı değerlendirildiğinde;

- ✓ Hastaların yoğun olarak yönlendirildikleri departmanlar acil servis girişine yakın olacak şekilde toplanmıştır.

- ✓ Diğer departmanlarla en fazla ilişkiye sahip olan radyoloji departmanı, departmanların ortasında olacak şekilde konumlandırılmıştır. Bu durum radyoloji departmanına ulaşım mesafesini ve süresini kısaltmıştır.
- ✓ Acil müdahale gerektiren hastalar ilk olarak Resüsitasyon ve Kırmızı Alan departmanlarına alındıkları için bu iki departmanın ambulans girişine en yakın yerde konumlandırılması gerekmektedir. Mevcut yerleşim planında acil servis girişine en yakın konumda oldukları için bu iki departmanın yerleri sabit kabul edilmiştir.
- ✓ Uzman doktor odaları acil servisin iki ucuna yerleştirilerek ihtiyaç durumunda uzman doktorlara kolay erişilmesi sağlanmıştır.
- ✓ Ayakta muayene olabilecek hastalar ilk olarak asistan odasına gittikleri için asistan odası giriş bölümünün karşısında konumlandırılmıştır.
- ✓ Yeşil alanın mevcut konumunda, hastalar yeşil alana giderken kırmızı alandan geçmek durumunda kalmaktadırlar. Görüşülen doktorlar aracılığı ile bu durumun hastaları psikolojik olarak olumsuz etkilediği öğrenilmiştir. Yeşil alanın yeni konumunda bu sorunun ortadan kaldırılması sağlanmıştır.
- ✓ Departmanlar, aralarındaki ilişki yoğunluklarına göre yerleştirildiği için hastaların işlem süreleri kısalmıştır.

EK 1.BİRLİKTELİK ANALİZİ ALGORİTMALARI ÇALIŞMA ÖZETLERİ

Apriori Algoritması Çalışma Özeti	GRI Algoritması Çalışma Özeti	Carma Algoritması Çalışma Özeti
<p>Analiz Kuralları Sayısı: 10 Geçerli İşlem Sayısı: 12.307 Minimum Destek: 7,857% Maximum Destek: 65,719% Minimum Güven: 11,956% Maximum Güven: 80,908%</p> <p>Alanlar Ardıllar</p> <p>Yesil_Alan Sari_Alan Kirmizi_Alan Radyoloji MR Minor_Cerrahi Alci_Odasi Res. Korener_YB Yogun_Bakım Morg</p> <p>Öncüller</p> <p>Yesil_Alan Sari_Alan Kirmizi_Alan Radyoloji MR Minor_Cerrahi Alci_Odasi Res. Korener_YB Yogun_Bakım Morg</p> <p>Yapı Ayarları Maksimum öncül sayısı: 1 Minimum destek oranı (%): 5,0 Minimum güven oranı (%): 10,0 Optimize Et: Hız İşlem verileri: yanlış</p> <p>Eğitim Özeti Algoritma: Apriori Model çeşidi: Association</p> <p>Akış: C:\Users\user\Desktop\TEZ\Apriori.str Kullanıcı: user Tarih: 30.12.2016 11:48 Uygulama: Clementine 12.0</p>	<p>Analiz Kuralları Sayısı: 7 Geçerli İşlem Sayısı: 12.309 Minimum Destek: 7,86% Maximum Destek: 65,72% Minimum Güven: 11,96% Maximum Güven: 80,91%</p> <p>Alanlar Ardıllar</p> <p>Yesil_Alan Sari_Alan Kirmizi_Alan Radyoloji MR Minor_Cerrahi Alci_Odasi Res. Korener_YB Yogun_Bakım Morg</p> <p>Öncüller</p> <p>Yesil_Alan Sari_Alan Kirmizi_Alan Radyoloji MR Minor_Cerrahi Alci_Odasi Res. Korener_YB Yogun_Bakım Morg</p> <p>Yapı Ayarları Maksimum öncül sayısı: 1 Minimum destek oranı (%): 5,0 Minimum güven oranı (%): 10,0</p> <p>Eğitim Özeti Algoritma: GRI Model çeşidi: Association</p> <p>Akış: C:\Users\user\Desktop\TEZ\Apriori.str Kullanıcı : user Tarih: 30.12.2016 11:49 Uygulama: Clementine 12.0</p>	<p>Analiz Kuralları Sayısı: 6 Geçerli İşlem Sayısı: 12.306 Minimum Destek: 14,684% Maximum Destek: 65,724% Minimum Güven: 11,956% Maximum Güven: 80,908%</p> <p>Alanlar Kapsam</p> <p>Yesil_Alan Sari_Alan Kirmizi_Alan Radyoloji MR Minor_Cerrahi Alci_Odasi Res. Korener_YB Yogun_Bakım Morg</p> <p>Yapı Ayarları Minimum destek oranı (%): 5,0 Minimum güven oranı (%): 10,0 Maximum kural boyutu: 1</p> <p>Eğitim Özeti Algoritma: Carma Model çeşidi: Association</p> <p>Akış: C:\Users\user\Desktop\TEZ\Apriori.str Kullanıcı: user Tarih: 30.12.2016 11:51 Uygulama: Clementine 12.0</p>

EK 2. BULANIK MANTIK KARAR KURALLARI

1. Eğer (AralıkDüzeyi = ÇokYüksek) ve (AlgortimaSayısı = Yüksek) ve (İlişkiYönü = KarsılıklıYön) ise (ÖnemDerecesi = TamamıylaÖnemli)
2. Eğer (AralıkDüzeyi = Yüksek) ve (AlgortimaSayısı = Yüksek) ve (İlişkiYönü = KarsılıklıYön) ise (ÖnemDerecesi = TamamıylaÖnemli)
3. Eğer (AralıkDüzeyi = ÇokYüksek) ve (AlgortimaSayısı = Orta) ve (İlişkiYönü = KarsılıklıYön) ise (ÖnemDerecesi = TamamıylaÖnemli)
4. Eğer (AralıkDüzeyi = ÇokYüksek) ve (AlgortimaSayısı = Yüksek) ve (İlişkiYönü = TekYön) ise (ÖnemDerecesi = KuvvetliDerecedeÖnemli)
5. Eğer (AralıkDüzeyi = ÇokYüksek) ve (AlgortimaSayısı = Düşük) ve (İlişkiYönü = KarsılıklıYön) ise (ÖnemDerecesi = KuvvetliDerecedeÖnemli)
6. Eğer (AralıkDüzeyi = Orta) ve (AlgortimaSayısı = Yüksek) ve (İlişkiYönü = KarsılıklıYön) ise (ÖnemDerecesi = KuvvetliDerecedeÖnemli)
7. Eğer (AralıkDüzeyi = Düşük) ve (AlgortimaSayısı = Yüksek) ve (İlişkiYönü = KarsılıklıYön) ise (ÖnemDerecesi = ÇokÖnemli)
8. Eğer (AralıkDüzeyi = Yüksek) ve (AlgortimaSayısı = Orta) ve (İlişkiYönü = KarsılıklıYön) ise (ÖnemDerecesi = ÇokÖnemli)
9. Eğer (AralıkDüzeyi = Yüksek) ve (AlgortimaSayısı = Yüksek) ve (İlişkiYönü = TekYön) ise (ÖnemDerecesi = ÇokÖnemli)
10. Eğer (AralıkDüzeyi = Yüksek) ve (AlgortimaSayısı = Düşük) ve (İlişkiYönü = KarsılıklıYön) ise (ÖnemDerecesi = Önemli)
11. Eğer (AralıkDüzeyi = ÇokYüksek) ve (AlgortimaSayısı = Orta) ve (İlişkiYönü = TekYön) ise (ÖnemDerecesi = Önemli)
12. Eğer (AralıkDüzeyi = Orta) ve (AlgortimaSayısı = Orta) ve (İlişkiYönü = KarsılıklıYön) ise (ÖnemDerecesi = Önemli)
13. Eğer (AralıkDüzeyi = Düşük) ve (AlgortimaSayısı = Orta) ve (İlişkiYönü = KarsılıklıYön) ise (ÖnemDerecesi = Önemsiz)
14. Eğer (AralıkDüzeyi = ÇokYüksek) ve (AlgortimaSayısı = Düşük) ve (İlişkiYönü = TekYön) ise (ÖnemDerecesi = Önemsiz)
15. Eğer (AralıkDüzeyi = Orta) ve (AlgortimaSayısı = Yüksek) ve (İlişkiYönü = TekYön) ise (ÖnemDerecesi = Önemsiz)

16. Eğer (AralikDüzeyi = Düşük) ve (AlgortimaSayısı = Yüksek) ve (İlişkiYönü = TekYön) ise (ÖnemDerecesi = ÇokÖnemsiz)
17. Eğer (AralikDüzeyi = Yüksek) ve (AlgortimaSayısı = Orta) ve (İlişkiYönü = TekYön) ise (ÖnemDerecesi = ÇokÖnemsiz)
18. Eğer (AralikDüzeyi = Orta) ve (AlgortimaSayısı = Düşük) ve (İlişkiYönü = KarsılıklıYön) ise (ÖnemDerecesi = ÇokÖnemsiz)
19. Eğer (AralikDüzeyi = Düşük) ve (AlgortimaSayısı = Düşük) ve (İlişkiYönü = KarsılıklıYön) ise (ÖnemDerecesi = KuvvetliDerecedeÖnemsiz)
20. Eğer (AralikDüzeyi = Yüksek) ve (AlgortimaSayısı = Düşük) ve (İlişkiYönü = TekYön) ise (ÖnemDerecesi = KuvvetliDerecedeÖnemsiz)
21. Eğer (AralikDüzeyi = Orta) ve (AlgortimaSayısı = Orta) ve (İlişkiYönü = TekYön) ise (ÖnemDerecesi = KuvvetliDerecedeÖnemsiz)
22. Eğer (AralikDüzeyi = Düşük) ve (AlgortimaSayısı = Orta) ve (İlişkiYönü = TekYön) ise (ÖnemDerecesi = TamamıylaÖnemsiz)
23. Eğer (AralikDüzeyi = Düşük) ve (AlgortimaSayısı = Orta) ve (İlişkiYönü = TekYön) ise (ÖnemDerecesi = TamamıylaÖnemsiz)
24. Eğer (AralikDüzeyi = Düşük) ve (AlgortimaSayısı = Düşük) ve (İlişkiYönü = TekYön) ise (ÖnemDerecesi = TamamıylaÖnemsiz)

KAYNAKLAR

Acil Servis Hizmetlerinin Uygulama ve Usul ve Esasları Hakkında Tebliğ, 2009.

Agrawal, R., Mannila, H., Srikant, R., Toivonen, H., Verkamo, A. I., Fast Discovery of Association Rules. *Advances in knowledge discovery and data mining*, 12(1), 307-328, 1996.

Ahmadi, A., Jokar, M. R. A., An efficient multiple-stage mathematical programming method for advanced single and multi-floor facility layout problems. *Applied Mathematical Modelling*, 40(9), 5605-5620, 2016.

Ahmed, M.A., Alkhamis, T.M., Simulation Optimization for An Emergency Department Healthcare Unit In Kuwait. *European Journal of Operational Research*. 198 (3), 936–942, 2009.

Aksan, Y, Dokeroglu, T., Cosar, A., A stagnation-aware cooperative parallel breakout local search algorithm for the quadratic assignment problem. *Computers and Industrial Engineering* 103, 105-115, 2017.

Alan O. Sykes, "An Introduction to Regression Analysis" Coase-Sandor Institute for Law & Economics Working Paper No. 20, 1993.

Albayrak, A.S., Yilmaz, S.K., Veri Madenciliği : Karar Agaci Algoritmaları Ve İmkb Verileri Üzerine Bir Uygulama. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 14 (1): 31-52, 2009.

Alpaydin, E., *Introduction to machine learning*. Second Edition, The MIT Press Cambridge, Massachusetts London, England, 2004.

Altaş, İ. H., *Bulanık Mantık: Bulanıklılık Kavramı, Enerji, Elektrik, Elektromekanik-3e*, 62, 80-85, 1999.

Argüden, Y., Erşahin, B., Veri Madenciliği: Veriden Bilgiye, Masraftan Değere. ARGE Danışmanlık Yayınları, 10, 2008.

Armour, G. C., ve Buffa, E. S., A heuristic algorithm and simulation approach to relative location of facilities. Management Science, 9(2), 294-309, 1963.

Arnolds, I., Nickel, S., Multi-period layout planning for hospital wards. Socio-Economic Planning Sciences. 47: 220-237, 2013.

Arnolds, I., Nickel, S., Shashaani, S., Wernz, C., Using Simulation In Hospital Layout Planning, Proceedings Of The 2012 Winter Simulation Conference, 395, 2012.

Arslan, A., İnce, R., The Neural Network Approximation to The Size Effect in Fracture of Cerametic Materials, Engineering Fracture Mechanics, 54 (2), 249-261, 1996.

Askarzadeh, A., Santos Coelho, L., Klein, C. E., Mariani, V. C., A population-based simulated annealing algorithm for global optimization. In Systems, Man, and Cybernetics (SMC), 4626-4633, 2016.

Assem, M., Ouda, B.K., Wahed, M.A., Improving Operating Theatre Design Using Facilities Layout Planning. Biomedical Engineering Conference. 109-113,2012.

Ataseven, B. Yapay Sinir Ağları ile Öngörü Modellemesi, Öneri,101-115, 2013.

Ay, D., Çil, İ., Migros Türk A.Ş.'de Birliktelik Kurallarının Yerleşim Düzeni Planlamada Kullanılması, Endüstri Mühendisliği Dergisi, 21(2): 14-29, 2008.

Aydın, S., Özkul, A. E., Veri Madenciliği Ve Anadolu Üniversitesi Açık Öğretim Sisteminde Bir Uygulama. Eğitim Ve Öğretim Araştırmaları Dergisi, 4(3), 2015.

Aydoğan, E. K., Gencer, C., ve Akbulut, S., Churn Analysis And Customer Segmentation Of A Cosmetics Brand Using Data Mining Techniques. Journal of Engineering and Natural Sciences, 26(1), 2008.

Barrett, A., Optimization of facility design and workflow process at the phlebotomy clinic of Toronto general hospital. Undergraduate thesis. Department of Mechanical and Industrial Engineering, University of Toronto, 2008.

Bharati M. Ramageri, Data Mining Techniques And Applications, Indian Journal Of Computer Science And Engineering Vol. 1 No. 4 301-305, 2010.

Bilge, A., Farklı Acil Servis Mimarilerinin Karşılaştırılması, 11. Ulusal Acil Tıp Kongresi , Antalya , 2015.

Budak C.,Turk M., Toprak A.,Removal of impulse noise in digital images with Naive Bayes classifier method, Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences, 24: 2717-2729, 2016.

Cao, P., Fan, Z., Gao, R., Tang, J., A Multi-Objective Simulated Annealing Approach Towards 3D Packing Problems With Strong Constraints: CMOSA, American Society of Mechanical Engineers Conference, s.V02AT03A052-V02AT03A052, 2015.

Celegant (2002), Users Guide, 45

Chen, Y. L., Chen, J. M., ve Tung, C. W., A data mining approach for retail knowledge discovery with consideration of the effect of shelf-space adjacency on sales. Decision Support Systems, 42(3), 1503-1520, 2006.

Chen, Y.L., Tang, K., Shen, R.J., Hua, Y.H., Market basket analysis in a multiple store environment. Decision Support Systems. 40: 339-354, 2015.

Cheng, M.Y., Lien, L.C., A Hybrid AI-Based Particle Bee Algorithm for Facility Layout Optimization. *Engineering With Computers*. 28(1): 57–69, 2012.

Chien, C. F., Chen, J. H., ve Wei, C. C., Constructing a comprehensive modular fuzzy ranking framework and illustrations. *Journal of quality*, 18(4), 333-349, 2011.

Chraibi, A., Kharraja, S., Osman, I.H., Elbeqqali, O., A Particle Swarm Algorithm For Solving The Multi-Objective Operating Theater Layout Problem. *IFAC-Papersonline*. 49(12): 1169-1174, 2016.

Chraibi,A., Kharraja,S., Osman,I.H., Elbeqqali,O., A Mixed Integer Programming Formulation For Solving Operating Theatre Layout Problem: A Multi-Goal Approach. 5th IESM Conference, Rabat, Morocco, 2013.

Cıplak, S. K., Acil servis mimarisi, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2007.

Çalışkan S., Soğukpınar İ., Knn: K-Means Ve K En Yakın Komşu Yöntemleri İle Ağlarda Nüfuz Tespiti, Tmmob Emo 2.Ağ Ve Bilgi Güvenliği Ulusal Sempozyumu, 2008.

Çil, İ., Consumption universes based supermarket layout through association rule mining and multidimensional scaling. *Expert Systems with Applications*. 39(10): 8611–8625, 2012.

DePuy, G. W., Usher, J. S., ve Miles, T., Facilities Layout Using a CRAFT Meta-Heuristic. In *IIE Annual Conference. Proceedings* (p. 1). Institute of Industrial Engineers-Publisher, 2004.

Doğrul, G., Akay, D., Kurt, M., Trafik Kazalarının Birliktelik Kuralları ile Analizi, *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 1(2): 265-284, 2015.

Döslü, A. Veri Madenciliğinde Market Sepet Analizi ve Birliktelik Kurallarının Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği, 2008.

Eberhart, R. C., ve Shi, Y., Comparing inertia weights and constriction factors in particle swarm optimization. In Evolutionary Computation, 2000. Proceedings of the 2000 Congress, Sayı 1, 84-88, 2000.

Ecer, F., Bulanık Ortamlarda Grup Kararı Vermeye Yardımcı Bir Yöntem: Fuzzy Topsıs Ve Bir Uygulama, İşletme Fakültesi Dergisi, Cilt 7, Sayı 2, 77-96, 2006.

Efroymsen, M. A., and T. L. Ray. "A branch-bound algorithm for plant location." Operations Research 14 (3), 361-368, 1966.

Elmas, Ç., Yapay Zeka Uygulamaları, 3. Baskı, Seçkin Yayıncılık, 203-204, 2016 Ankara.

Elshafei, A.N., Hospital Layout As A Quadratic Assignment Problem. Operational Research Quarterly. 28(1): 167 -179,1977.

Emel G.G.,Taşkın Ç., Veri Madenciliğinde Karar Ağaçları Ve Bir Satış Analizi Uygulaması, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 6 (2), 2005.

Emel, G.G., Taşkın,Ç., Tok, A., Pazarlama Stratesilerinin Oluşturulmasında Bir Karar Destek Aracı: Birliktelik Kuralı Madenciliği. Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi. 7(3): 30-59, 2005.

Ersöz, S., Ersöz, O., Ö., İşletmelerde Bilgi Sistemleri- Uygulamalı Örneklerle, Nobel Akademik Yayıncılık, 33-34, 2015.

Ersöz, S., Pınarbaşı, M., Türker, A. K., Yüzükırmızı, M., Hizmet Kalitesinin Servqual Metodu le Ölçümü ve Sonuçların Yapısal Eşitlik Modelleri le Analizi: Öğretmen Evi Uygulaması. Int. J. Eng, 1(1), 19, 2009.

Ertuğrul, İ., Organ, A., Şavlı, A., Veri Madenciliği Uygulamasına İlişkin PAÜ Hastanesinde Hasta Profiline Belirlenmesi, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 19(2): 97-103, 2013.

Essaid, R., M., Saji, Y., Barkatou, M., Incorporating a modified uniform crossover and 2-exchange neighborhood mechanism in a discrete bat algorithm to solve the quadratic assignment problem, Egyptian Informatics Journal, 2017.

F. Şen, Veri Madenciliği İle Birliktelik Kurallarının Bulunması, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar ve Bilişim Mühendisliği, 2008.

Fayyad, U. M., Piatetsky-Shapiro, G. Ve Smyth, P., "From Data Mining To Knowledge Discovery In Databases", Artificial Intelligence Magazine, 17 (3), 1966.

Feng, X., Su, Q., An applied case of quadratic assignment problem in hospital department layout. 12th International Conference on Service Systems and Service Management (ICSSSM), 2015.

Feyzollahi, M., Shokouhi, A., Modarres Yazdi, M., Tarokh, M., Designing a model for optimal hospital unit layout. Pajoohandeh Journal. 14(4): 191-198, 2009.

Foulds, L. R., H. W. Hamacher, and J. M. Wilson. "Integer programming approaches to facilities layout models with forbidden areas." Annals of Operations Research 81, 405-418, 1998.

Garey, M. R., D. S. Johnson, Computers and Intractability: A Guide to the Theory of NP-completeness. New York: WH Freeman, 1979.

Gemici, B., Veri Madenciliği Ve Bir Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ekonometri Anabilim Dalı, Ekonometri Programı, 2012.

Ghadyani, M., ve Shahzadi, A., Adaptive joint sparse recovery algorithm based on Tabu Search. *Neurocomputing*, 224, 9-18, 2017.

Giudici, P., Passerone, G., Data Mining Of Association Structures To Model Consumer Behavior. *Computational Statistics & Data Analysis*. 38 (4): 533–541, 2002.

Glover, F., Tabu search—part I, *ORSA Journal on computing*, 1(3), 190-206, 1986.

Goldberg, D. E., ve Holland, J. H., Genetic algorithms and machine learning. *Machine learning*, 3(2), 95-99, 1988.

González, C. J., González, M., & Ríos, N. M., Improving the quality of service in an emergency room using simulation-animation and total quality management. *Computers & industrial engineering*, 33(1-2), 97-100, 1997.

Göçken, T., Employing Meta-heuristics and Fuzzy Ranking Functions for Direct Solution of Fuzzy Mathematical Programs, Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 2009.

Gökçen, H., Yönetim Bilgi/Bilişim Sistemleri: Analiz ve Tasarım, Genişletilmiş 2. Baskı, Ankara, 19-20, 2011.

Gülsün, B., Tuzkaya, G., Duman, C., Genetik Algoritmalar ile Tesis Yerleşimi, *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 10 (1): 73-87, 2009.

Haksever, C. (Ed.). *Service management and operations*. Pearson College Division, 2000.

Han, J., Pei, J., ve Kamber, M., *Data mining: concepts and techniques*. Elsevier, 2011.

Han, J., ve Kamber, M., *Data Mining: Concepts and Techniques*, Morgan Kaufmann Publishers, USA, 2001.

Hastie, T., ve Tibshirani, R. I., The elements of statistical learning: data mining, inference, and prediction/by Trevor Hastie, Robert Tibshirani, Jerome Frieman, 2009.

Hathhorn, J., Models and Algorithms For Complex System Optimization Problems: Applications To Hospital Layout And Led Traffic Signal Maintenance. A Thesis Presented To The Faculty Of The Graduate School At The University Of Missouri Degree Master Of Science, Industrial Engineering, 2010.

Haykin, S., Neural Networks: A Comprehensive Foundation, Perenctice Hall, New Jersey, 1999.

Hidber, C., Online association rule mining ,Vol. 28, No. 2, pp. 145-156, ACM, 1999.

<http://www.planopt.com/>, Erişim: 29.03.2017

<https://dralabay.wordpress.com/2014/03/07/veri-madenciligi-ve-isletmelerde-uygulama-alanlari/> Erişim: 16.03.2016

https://en.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Azure Erişim: 10.02.2017

[https://en.wikipedia.org/wiki/Orange_\(software\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Orange_(software)) Erişim: 10.02.2017

[https://en.wikipedia.org/wiki/SAS\(software\)#Origins](https://en.wikipedia.org/wiki/SAS(software)#Origins) Erişim: 30.03.2017

https://en.wikipedia.org/wiki/SPSS_Modeler Erişim: 30.03.2017

<https://rapidminer.com/> Erişim: 21.04.2017

<https://support.office.com/en-us/article/Data-Mining-Add-ins-CBBCE629-DF1A-4B15-B40E-C494FEC4F022> Erişim: 30.03.2017

<https://www.knime.org/knime-analytics-platform> Erişim: 21.03.2017

<https://www.rstudio.com/products/rstudio/> Erişim: 30.03.2017

<http://hastane.kku.edu.tr/web/acil-servis/> Erişim: 15.02.2017

Hussin, Mohamed Saifullah, and Thomas Stützle. "Tabu search vs. simulated annealing as a function of the size of quadratic assignment problem instances." *Computers & operations research* 43, 286-291, 2014.

İnan, O., Veri Madenciliği, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü , 2003.

Jang J. S. R., *Neuro-Fuzzy and Soft Computing: A Computational Approach To Learning and Machine Intelligence*, Chapter 7: Derivative-Free Optimization, Prentice-Hall, USA, s. 173-196, 1997.

Johina , Kamra V.,A Review: Data Mining Technique Used In Education Sector, (IJCSIT) *International Journal of Computer Science and Information Technologies*, Vol. 6 (3) , 2928-2930, 2015.

Kang, H. T., Yoon, C.J., *Neural Network Approaches to Aid Simple Truss Design Problems*, *Microcomputers in Civil Engineering*, Vol 9, 211-218, 1994.

Kantardzic, M., *Data mining: concepts, models, methods, and algorithms*. John Wiley & Sons, 2011.

Karray, F., Zanelidin, E., Hegazy, T., Shabeeb, A. H., & Elbeltagi, E., *Tools of soft computing as applied to the problem of facilities layout planning*. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 8(4), 367-379, 2000.

Kavuncubaşı, Ş., *Hastane ve Sağlık Kurumları Yönetimi*. Siyasal Kitapevi, Ankara, 2000.

Khan, A. J., ve Tidke, D. J., Designing facilities layout for small and medium enterprises. International journal of Engineering research and General science, 1(2), 2013.

Klir,G.,J., Yuan, B., Fuzzy Sets and Fuzzy Logic Theory and Applications, Prentice Hall P T R Upper Saddle River, New Jersey 07458, 11-18, 1996.

Korhan, O., Facilities Planning and Design Lecture Notes, Eastern Mediterranean University, Department Of Industrial Engineering, 2011.

Koyuncugil, A.S., Özgülbaş, N., Veri Madenciliği: Tıp ve Sağlık Hizmetlerinde Kullanımı ve Uygulamaları. Bilişim Teknolojileri Dergisi. 2(2): 21-32, 2008.

Kumar, S. A., ve Suresh, N., Operations management. New Age International, 2009.

Kuruçelik, G., Hastanelerin acil servis tasarımında bir kalite değerlendirme modeli, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, 2009.

Lee, H.Y., Integrating Simulation and Ant Colony Optimization to Improve The Service Facility Layout In A Station. Journal of Computing in Civil Engineering. 26(2): 259-269, 2012.

Liang, L.Y., Chao, W.C., The Strategies Of Tabu Search Technique For Facility Layout Optimization, Automation In Construction. 17 (6): 657–669,2008.

Lin, Q.L., Liu, H.C., Wang, D.J., Liu, L., Integrating Systematic Layout Planning With Fuzzy Constraint Theory To Design And Optimize The Facility Layout For Operating Theatre In Hospitals. Journal of Intelligent Manufacturing. 26(1): 87-95, 2015.

Lin, W. T., Wu, Y. C., Zheng, J. S., & Chen, M. Y. Analysis by data mining in the emergency medicine triage database at a Taiwanese regional hospital. *Expert Systems with Applications*, 38(9), 11078-11084, 2011.

Liu, P., Lei L., Missing Data Treatment Methods and NBI Model, *Proceedings of the Sixth International Conference on Intelligent Systems Design and Applications*, 42, 237-248, 2006.

Mahdavi, I., Shirazi, B., & Paydar, M. M., A flow matrix-based heuristic algorithm for cell formation and layout design in cellular manufacturing system. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 39(9), 943-953, 2008.

Malakooti, B., Malakooti, N. R., ve Yang, Z., Integrated group technology, cell formation, process planning, and production planning with application to the emergency room. *International journal of production research*, 42(9), 1769-1786, 2004.

Marakas, G. M., *Modern Data Warehousing, Mining, and Visualization: Core Concepts*, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, USA, 2003.

Mitchell, T. M., *Machine learning*, Burr Ridge, IL: McGraw Hill, 45(37), 870-877, 1997.

Mladenović, N., Raca T., ve Dragan U., "Less is more: basic variable neighborhood search for minimum differential dispersion problem." *Information Sciences* 326: 160-171, 2016.

Noto, M., Sato, H., A method for the shortest path search by extended Dijkstra algorithm. In *Systems, Man, and Cybernetics, IEEE International Conference*, 3, 2316-2320, 2000.

Okumuş, A., ve Duygun, A., Eğitim hizmetlerinin pazarlanmasında hizmet kalitesinin ölçümü ve algılanan hizmet kalitesi ile öğrenci memnuniyeti arasındaki ilişki, *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* , 8 (2), 17–38, 2008.

Osman, I.H., Elbeqqali, O., Chraibi,A., Kharraja,S., Optimization Of Dynamic Operating Theatre Facility Layout. 6th IESM Conference, Seville, Spain, October, 262-271, 2015.

Ozcan,T., Esnaf, S., A Discrete Constrained Optimization Using Genetic Algorithms For A Bookstore Layout. *International Journal of Computational Intelligence System*. 6(2): 261-278, 2013.

Özçakır, F.C., Çamurcu, A.Y., Birliktelik Kuralı Yöntemi İçin Bir Veri Madenciliği Yazılımı Tasarımı Ve Uygulaması. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*. 12: 21-37,2007.

Özekes,S., Veri Madenciliği Modelleri ve Uygulama Alanları, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Dergisi*, 2(3): 65–82, 2003.

Özseyhan, C., Badur, B., Darcan, O. N., An association rule-based recommendation engine for an online dating site. *Communications of the IBIMA*, 2012.

Padgaonkar, A. S., Modeling and analysis of the hospital facility layout problem. Master's Thesis. New Jersey Institute of Technology, Department of Industrial and Manufacturing Engineering, 2004.

Parpinelli, R. S., Lopes, H. S., & Freitas, A. A., Data mining with an ant colony optimization algorithm. *IEEE Transactions on evolutionary computation*, 6(4), 321-332, 2002.

Pitt, L. F., Watson, R. T., ve Kavan, C. B., Service quality: a measure of information systems effectiveness. *MIS quarterly*, 173-187,1995.

Quinlan J.R., C4.5: Programs for Machine Learning”, Morgan Kaufmann, San Mateo, CA, 302, 1993.

Sabancı, K., ve Akkaya, M., Classification of Different Wheat Varieties by Using Data Mining Algorithms. International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering, 4(2), 40-44, 2016.

Safavian S.R., Landgrebe D., A survey of decision tree classifier methodology, IEEE Transactions on Systems Man and Cybernetics, 21, 660-674, 1991.

Sağlam Hadık, İ.E., Perakende Sektörü İçin Veri Madenciliği Teknikleriyle Bütünleştirilmiş Bir Metodoloji, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul, 2015.

Sahin, I., Ozcan, Y. A., ve Ozgen, H., Assessment of hospital efficiency under health transformation program in Turkey. Central European Journal of Operations Research, 19(1), 19-37, 2011.

Sanli, H., E., Eldemir, F., Spiral Facility Layout Generation And Improvement Algorithm, Fatih University, Istanbul, Turkey, Erişim: 02.02.2017.

Sargutan, A. E., Sağlık sektörü ve sağlık sistemlerinin yapısı. Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi, 8(3), 400-428, 2005.

Sayim, F., ve Aydın, V., Hizmet Sektörü Özellikleri Ve Sistemik Olmayan Risklerin Sektör Menkul Kıymetleri İle Etkileşimine Dair Teorik Bir Çalışma. Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 29(29), 2015.

Shen, Q., Li, Y., Li, H., Design of spatial decision support systems for property professionals using MapObjects and Excel. Automation in Construction, 13(5), 565-573, 2004.

Shi, Leiyu, and Douglas A. Singh. Essentials of the US health care system. Jones & Bartlett Publishers, 2015.

Shi, Y., ve Eberhart, R. C., Particle swarm optimization: developments, applications and resources. In Proceedings of the 2001 congress on evolutionary computation, 1, 81-86, 2001.

Singh S.P., Sharma R.K., A review of different approaches to the facility layout problems. International Journal of Advanced Manufacturing Technology 30: 425-433, 2006.

Smyth, P., & Goodman, R. M., An information theoretic approach to rule induction from databases. IEEE transactions on Knowledge and data engineering, 4(4), 301-316, 1992.

Spohrer, J., Maglio, P. P., Bailey, J., ve Gruhl, D., Steps toward a science of service systems. Computer, 40(1), 2007.

Stummer,C., Doerner,K., Focke, A., Heidenberger, K., Determining Location And Size Of Medical Departments In A Hospital Network: A Multiobjective Decision Support Approach. Health Care Management Science. 7(1): 63–71, 2004.

Su, Q., Yao, X., Su, P., Shi, J., Zhu, Y., Xue, L., Hospital Registration Process Reengineering Using Simulation Method. Journal of Healthcare Engineering. 1(1): 67–82, 2010.

Sudhagar, C., ve Ganesan, K., On some characteristics of fuzzy number ranking method. In Proceedings of national conference on mathematical techniques and applications. Allied, New Delhi, 373-383, 2012.

Sun, Jie ve Hui LI, Data Mining Method for Listed Companies, Financial Distress Prediction, Knowledge-Based Systems, 21, 1,2008.

Taşkin, Ç., Emel, G.G., Veri Madenciliğinde Kümeleme Yaklaşımları Ve Kohonen Ağları İle Perakendecilik Sektöründe Bir Uygulama. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi. 15(3): 395-409, 2010.

Timor, M., Şimşek, U.T., Veri Madenciliğinde Sepet Analizi İle Tüketici Davranışı Modellemesi, Yönetim: İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme İktisadı Enstitüsü Dergisi. 19(59): 3-10, 2008.

Tompkins, J. A., White, J. A., Bozer, Y. A., & Tanchoco, J. M. A., Facilities planning. John Wiley & Sons, 2010.

Trelea, I. C., The particle swarm optimization algorithm: convergence analysis and parameter selection. Information processing letters, 85(6), 317-325, 2003.

Türkmen N.A., Hastane Akış Ve Yerleşim Değerlendirmesi End, Çukurova Ünversites Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, 2007.

Uğurlu, M., Dolgun, Ö., Sanisoğlu, S., Y., Classification Of Turkish Hospitals By Using Data Mining Technique, Conference: XI. Biostatistics, 2008.

V. Yiğit ve O. Türkbey, Tesis Yerleşim Problemlerine Sezgisel Metotlarla Yaklaşım ,Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. Cilt 18, No 4., 2003.

Vapnik, V.N., The Nature of Statistical Learning Theory, Springer-Verlag, New York, 1995.

Wang, T.K., Yang, T., Yang, C. H., Lean Principles And Simulation Optimization For Emergency Department Layout Design. Industrial Management & Data Systems. 115 (4): 678-699, 2015.

Wang, X., ve Kerre, E. E., Reasonable properties for the ordering of fuzzy quantities (I). Fuzzy sets and systems, 118(3), 375-385, 2001.

White, F., Primary health care and public health: foundations of universal health systems. *Medical Principles and Practice*, 24(2), 103-116, 2015.

Witten, I. H., Frank, E., Hall, M. A., ve Pal, C. J., *Data Mining: Practical machine learning tools and techniques*. Morgan Kaufmann, 525, 2016.

Yeh, I.C., Architectural Layout Optimization Using Annealed Neural Network, *Automation In Construction*. 15(4): 531 – 539, 2006.

Yıldırım, P., Uludağ, M., Görür. A., Hastane Bilgi Sistemlerinde Veri Madenciliği. *Akademik Bilişim*. 429-434, 2008.

Yuan, Y., Criteria for evaluating fuzzy ranking methods. *Fuzzy sets and Systems*, 43(2), 139-157, 1991.

Zadeh, L. A., Fuzzy sets. *Information and control*, 8(3), 338-353, 1965.

Zaki, M. J., Parallel and distributed association mining: A survey. *IEEE concurrency*, 7(4), 14-25, 1999.

Zembowicz R., Zytkow J., M., From contingency tables to various forms of knowledge in databases. In: *Advances in knowledge discovery and data mining*, AAAI/MIT Press, pp 329–349, 1996.

Zhong, N., ve Zhou, L. (Eds.), *Methodologies for Knowledge Discovery and Data Mining: Third Pacific-Asia Conference, PAKDD'99*, Beijing, China, 1999.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Melda KOKOÇ
Doğum Tarihi : 21. 04. 1993
Yabancı Dil :İngilizce
Eğitim Durumu : (Kurum ve Yıl)
Lisans :Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği, 2015
Yüksek Lisans :Kırıkkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği, 2017

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl/Yıllar: :Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümünde Araştırma Görevlisi, 2016- halen

Yayınları :

A.Uluslararası hakemli dergilerde yayımlanan makaleler:

A1. Kokoc, M., Aktepe A., Ersöz S., Türker, A.K., Improvement of Facility Layout by Using Data Mining Algorithms and an Application, International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering, Volume: 4 - Issue: Special Issue-1,92-100 December, 2016.

B. Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitabında (*Proceedings*) basılan bildiriler :

B1. Kokoç, M., Ersöz,S., Aktepe, A.,Türker,A.,K., A Model Proposal For Improving The Efficiency of Facility Layout in Emergency Service in Faculty Of Medicine, 3rd International Conference on Advanced Technology & Sciences, 2016, Konya.

B2. Kokoç, M., Aktepe, A., Ersöz,S., Fuzzy Optimistic and Pesimistic Evaluation Model in Quality Function Deployment (QFD) and Application, 19th QMOD Conference,2016,Roma.

B3. Kokoç, M., Aktepe, A., Ersöz,S., RFID Control in Stock Management Processes of Explosive Materials and An Application, International Defense Industry Symposium, 2017, Kırıkkale.

B4. Kokoç, M., Aktepe, A., Ersöz,S., Determination of Significance Level of the Association Rules in Data Mining with Fuzzy Ranking, 5th International Conference on Advanced Technology & Sciences, 2017, Istanbul

C. Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler:

C1. Ersöz, S., Bağbaşı, M.,Acil Servislerde Hizmet Kalitesi Ölçümü ve Bir Tıp Fakültesi Uygulaması, Yöneylem Araştırması Endüstri Mühendisliği 36. Ulusal Kongresi, 2016, İzmir.

Araştırma Alanları : Veri Madenciliği, Yönetim Bilgi Sistemleri, Bulanık Mantık, Hizmet Sistemleri