ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ÇOKLU ETMENLER KULLANILARAK
ENERJİ NAKİL HATTI GÜZERGÂH OPTİMİZASYONU

SEMİYE DEMİRCAN
Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Yrd. Doç Dr. Musa AYDIN
2009, 55 Sayfa
Jüri: Yrd. Doç. Dr. Musa AYDIN
Yrd. Doç. Dr. S.Savaş DURDURAN
Yrd. Doç. Dr. Salih GÜNEŞ

Günümüzde hızla artan elektrik enerjisi ihtiyacıyla birlikte enerji nakil hattı güzergâhlarının belirlenmesine verilen önem de artmaktadır. Amaçlanan, güzergah seçiminde dikkat edilmesi gereken kriterler göz önüne alınarak daha az maliyetli ve optimum yolun bulunmasıdır.

Bu çalışmada coğrafi bilgi sistemleri tabanlı enerji nakil hattı güzergâh optimizasyonu gerçekleştirilmiştir. Dağıtık Yapay Zekânın bir alt dalı olan Çoklu Etmen Sistemleri (ÇES) kullanılarak gerçekleştirilen bu optimizasyonda enerji nakil hattı güzergâhını etkileyen kriterler tek tek incelenmiştir.

Uygulama Selçuk Üniversitesi Kampüs alanı üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bunun için öncelikle kampüs alanının söz konusu kriterleri içeren sayısal haritası oluşturulmuştur. Matlab ortamında, Çoklu Etmen Sistemlerinin Q-Öğrenme Algoritması kullanılarak optimum güzergah tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Enerji Nakil Hattı Güzergâhı, Q-Öğrenme, ÇES, CBS

ABSTRACT

Master Thesis

THE ROAD OPTIMIZATION OF ENERGY TRANSMISSION LINE WITH MULTI AGENT SYSTEMS

Semiye DEMİRCAN

Selçuk University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Electrical Electronics Engineering

Advisor : Assist. Prof. Dr. Musa AYDIN

2009, 55 Pages

Jury: Assist. Prof. Dr. Musa AYDIN
Assist. Prof. Dr. S.Savaş DURDURAN
Assist. Prof. Dr. Salih GÜNEŞ

Due to increasing electrical energy requirement the consideration of route determination is becoming important. The aim of this project is to find optimum result considering its important criteria.

In this work, Geographic Information System (GIS) based electrical energy transmission route optimization had been performed. In this optimization, using Multiagent Systems which is subdirectory of Distributed Artificial Intelligence the criteria affecting electrical energy transmission line had been severally analyzed.

The application had been actualized on the Selcuk University Campus Area. Therefore the digital map of the campus area particularly had been composed containing of relevant criteria. Using Q- learning Algorithm of Multiagent System the optimum route had been determined. Matlab is used as software development tool.

Key words: Electrical Transmission Line, Q-Learning, Multi Agent Systems, Geographical Information System

Kızım Berra'ya

Ve

Eşime

İÇİNDEKİLER

ÖZET i
ABSTRACT ii
İÇİNDEKİLER iv
ŞEKİLLER VE TABLOLAR vi
SİMGELER VE KISALTMALAR vii
1. GİRİŞ 1
2. ÇOKLU ETMEN SİSTEMLERİ 2
2.1. Etmen Tanımı 2
2.2.Etmenlerin Kullanıldığı Alanlar 3
2.3. Etmen Çeşitleri 3
2.3.1. Akıllı etmenler 4
2.3.1.1. Etmenlik zeka ve öğrenme 4
2.3.2. İşbirliği yapan etmenler 5
2.3.3. Arabirim etmenleri 6
2.3.4. Hareketli etmenler 6
2.4. Çoklu Etmen Sistemleri 7
2.4.1. Çoklu etmen sistemlerinde öğrenme 9
2.4.1.1 Takviyeli öğrenme 11
2.4.1.2.Q-Öğrenme algoritması 14
2.4.1.3 Q- Öğrenme için bir örnek 17
3. COGRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ (CBS) 19
3.1. Coğrafi Bilgi Sistemleri Tanımı 19
3.2. CBS nin Fonksiyonları 20
3.3. CBS'nin Bileşenleri 22
3.3. CBS'nin Avantajları 27
3.4. CBS'nin Uygulama Alanları 30
4. GRAFLAR 31

4.1. Graf Çeşitleri 32
4.2 Graf Yapılarının Gösterimleri 33
4.3 Komşuluk Matrisi 35
5.ENERJİ NAKİL HATTI GÜZERGÂH TESPİTİ VE ÖRNEK BİR UYGULAMA 36
5.1. Güzergâh Seçiminde Dikkat Edilecek Kriterler 36
5.2. Enerji Nakil Hattı Güzergâh Belirlemede CBS'nin Önemi 38
5.3. Örnek Uygulama 39
5.3.1.Uygulamada kullanılan kriterler 40
5.3.2.Örnek uygulama 43
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 52
6.1 Sonuçlar 52
6.2 Öneriler 53
7.KAYNAKLAR 54

ŞEKİLLER VE TABLOLAR

Şekil–2.1:Etmen Yapısı..... 2
Şekil-2.2 : Tek Bir Etmen Ve Özellikleri..... 7
Şekil-2.3 : Takviye Öğrenme Modeli..... 11
Şekil-2.4 : Çoklu Etmen Sistemi Ve Etmenlerin Birbirleriyle Etkileşimi 12
Şekil-2.5 : Takviyeli Öğrenme..... 16
Şekil-2.6: Ayrık Durumlardan Meydana Gelen Belirli Bir Etmen Ortamı. 17
Şekil-3.1. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Temel Fonksiyonları 22
Şekil-3.2. CBS'nin Bileşenleri..... 23
Şekil-3.3: CBS Donanım Birimleri. 23
Şekil-3.4: CBS Veri Tipleri Ve Kaynakları 26
Tablo:3.1-CBS'nin Uygulama Alanları 30
Şekil-4.1 Genel bir Graf Yapısı 31
Şekil-4.2: Yönlendirilmiş Graf 32
Şekil-4.3: Yönlendirilmemiş Graf..... 33
Şekil-4.4: Karışık Graf..... 33
Şekil-4.5:Graf Yapılarının Gösterimi..... 34
Tablo-4.1: Graf Gösterimi..... 34
Şekil-4.6: Grafların Gösterimi 35
Şekil-4.7: Graf ve Komşuluk Matrisi..... 35
Tablo-5.1 : Enerji Nakil Hattı Güzergahında Dikkat Edilmesi Gereken Kriterler 37
Tablo-5.2 İletim Hat Uzunluklarının Son 10 Yıllık Gelişimi (Yıl Sonu) 39
Şekil-5.1:Selçuk Üniversitesi Alaeddin Keykubat Kampüs Haritası..... 41
Tablo-5.3: Uygulamada Kullanılan Kriterler..... 41
Tablo-5.4 : E.N.H. Güzergâh Seçiminde Kullanılan Kriter Ve Ağırlıkları 42
Şekil-5.2 : Uygulamada Kullanılan Kriterler ve Ağırlıkları 43
Şekil-5.3: S.Ü. Kampüs Alanında Tespit Edilen Ara Noktalar..... 44
Şekil-5.4: Uygulamadaki Yolların Graf Modeli 45
Şekil-5.5. : Muhtemel Güzergahlar..... 46
Tablo-5.5: Kriterlerin Derecelendirilmesi..... 48
Şekil-5.6: Uygulama Sonucu 49
Şekil-5.7 Sonuçta Elde Edilen Optimum Güzergah..... 50
Şekil-5.8 Yasak Bölge Kriterli Uygulama Sonucu 51

SİMGELER VE KISALTMALAR

- DYZ : Dağıtık Yapay Zekâ
- YZ : Yapay Zekâ
- DPÇ : Dağıtık Problem Çözme
- ÇES : Çoklu Etmen Sistemleri
- CBS : Coğrafi Bilgi Sistemleri
- GIS : Geographical Information Systems
- AE : Akıllı Etmen
- PÖ : Planlı Öğrenme
- DÖ : Denetleyerek Öğrenme
- TÖ : Takviyeli Öğrenme
- EKYB :En Kısa Yol Bulma
- ENH : Enerji Nakil Hattı

1. GİRİŞ

Günümüzde artan elektrik enerji ihtiyacına cevap verebilmek için enerji nakil hatlarının tesisi ve güzergâhının tespiti büyük önem kazanmıştır. Özellikle artan kentleşme, verimli tarım arazilerinin azalması, artan elektrik maliyetleri, elektrik kayıpları göz önüne alındığında enerji nakil hatlarının tesis edilmesinde optimum güzergahın bulunması artık dikkat edilmesi gereken konular arasına girmiştir.

Enerji nakil hattı güzergâhının, en az maliyetle, minimum iş gücü kullanılarak, en kısa mesafeden, en verimsiz araziden, çevreye ve doğaya zarar vermeden belirlenmesi gerekir. İşte güzergâh etüdü sırasında bu etkenlerin çoğunun uygulanabilmesi ve mükemmel kolaylıkların yanında alternatif güzergâhlarında sunulması bakımından Coğrafi Bilgi Sistemleri'nin (CBS) kullanılması büyük kolaylık sağlar. (Durduran, Aydın, 2007)

Dağıtık Yapay Zekâ (DYZ) son yıllarda Yapay Zekânın (YZ) en çok ilgilenilen bir alt dalı haline gelmiştir. Belli bir alanda birbirinden bağımsız nesneleri içeren sistemlerle ilgilenen DYZ, iki alt disiplin altında incelenebilir;

- Dağıtık Problem Çözme (DPÇ)
- Çoklu Etmen Sistemleri (ÇES)

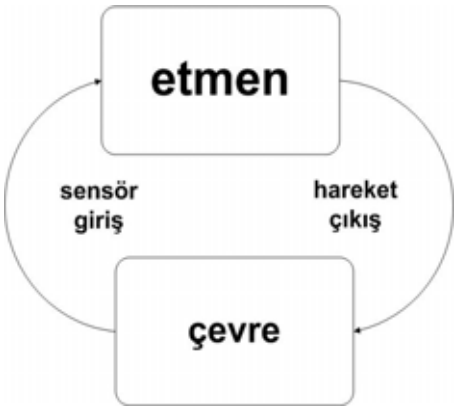
DPÇ, bir amacı gerçekleştirmek için birkaç farklı daldaki sistemlerin birlikte çalışmasıyla meydana gelen sistemlerin bilgi yönetimi üzerine odaklanırken, ÇES, birlikte çalışan ve birbirinden bağımsız etmenlerin veya nesnelerin davranış yönetimi ile ilgilenir. (Stone, Veloso, 1997)

Bu kriterler ışığında optimum yolu bulabilmek amacıyla Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tabanlı bir sistem kurulması amaçlanmaktadır. Her bir kriter bir etmen gibi düşünülecek olursa, kurulacak sistem, çoklu etmen mimarisi ile uygunluk göstermektedir. Bu uygunluktan yararlanılarak ve çoklu etmen sistemleri kullanılarak optimum güzergah tespiti gerçekleştirilecektir.

2. ÇOKLU ETMEN SİSTEMLERİ

2.1. Etmen Tanımı

**Etmen kesin bir tanımı olmamakla birlikte, belli bir çevre içinde, bir alan içinde hedef, hareket ve durum özellikleri bulunan bir nesne olarak tanımlanabilir (Stone, Veloso, 1997). Ayrıca belli bir amacı gerçekleştirmek için otomatik olarak hareket edebilen bilgisayar sistemi olarak ifade edilebilir. (Şekil-2.1)



Şekil–2.1:Etmen Yapısı

Genel olarak aşağıdaki özellikleri sağlayan donanım veya yazılım tabanlı bir bilgisayar sistemi olduğunu söylenebilir. (Wooldridge, Jennings, 1995)

- **Özerklik** : Etmenler, insanlar ve diğer etmenlerin müdahalesi olmaksızın çalışabiliriler ve hareketlerini çeşitli kontrol mekanizmasıyla düzenlerler.

- **Sosyal Yeteneklilik** : Etmenler, etmen haberleşme dilleri sayesinde diğer etmenlerle ve imkan dahilinde insanlarla etkileşebilirler.

- **Tepkisellik *(reactivity)* :** Etmenler ortamlarını (fiziksel bir dünya, grafiksel arabirimli bir kullanıcı, diğer etmenler, internet veya bunlardan birkaçı) anlayabilir ve ortamında oluşacak bir değişime anında tepki verebilirler.

- **Amaca yönelicilik (*pro-activness*) :** Etmenler, sadece ortamlarına tepki vermek suretiyle hareket etmezler, onlar bunun yanında amaca yönelik davranış göstermesi için ilk adımı da atarlar.

2.2.Etmenlerin Kullanıldığı Alanlar

Etmenler her türlü kontrol sistemlerinde kullanılabilir. Örneğin bir sıcaklık kontrolü yapılırken odanın sıcaklığı kontrol eden bir sensör olsun. Bu sensöre göre odanın ısısı düşükse açık, odanın ısısı normalse kapalı olacak şekilde bir düzenleme yapılabilir. Bir odanın kapıların açık olup olmadığı yine böyle bir sistem yardımıyla kontrol edilebilir. Bir yazılımın kontrolünde de Etmenler kullanılabilir. Bu durumda Etmen yazılımsal bir çevrenin içindedir. Ve çevrenin özellikleri yazılım fonksiyonları ile ifade edilir. Sonuçta etmenin gerçekleştireceği harekette bir program parçasının çalıştırılması veya bir uyarı vermesi şeklide olmaktadır. Örneğin Windows'un *xbiff* adında bir programı vardır. Bu program gelen mailleri veya okunmamış mailleri küçük bir ikon yardımıyla görüntülenmesine izin verir. (Weiss 2000)

2.3. Etmen Çeşitleri

Etmenler genel olarak aşağıdaki belirtildiği şekilde sınıflandırılabilir:

- Akıllı Etmenler
- İşbirliği Yapan Etmenler
- Arabirim Etmenleri
- Hareketli Etmenler

- Bilgi/ İnternet Etmenleri
- Tepkisel Etmenler
- Melez Etmenler
- Yetenekli Etmenler

2.3.1. Akıllı etmenler

Bir etmenin akıllı olması içinde bulunduğu çevreyi anlaması, belli bir amaç doğrultusunda çalışabilmesi ve diğer etmenlerle haberleşebilmesi anlamına gelir(Wooldridge & Jennings 1995). Akıllı yazılım etmenleri, kullanıcıların davranış biçimlerini öğrenerek, bir kimse tarafından belirlenen bilgiyi arayan ve tasnif eden veya bir kimse adına belirli işleri gerçekleştiren yazılım parçaları olarak da tanımlanabilir(Kaya 1998).

2.3.1.1. Etmenlik zeka ve öğrenme

Akıllı etmenlerin oluşturulmasında birkaç teknoloji öncü rol oynar. Bu teknolojilere zengin etmen veya uygulamaları zengin olmayanlara göre daha akıllı ve gelişmiş olarak tanımlanabilir. Etmenlerin sınırını çizen bu iki teknoloji zekâ ve etmenliktir.

Etmenlerin iki boyutundan biri olan zekâ, uygulamanın muhakeme etme, öğrenme ve erişilen bilginin yorumlanma derecesini tanımlar. Etmenin bu boyutu düşükten yükseğe çeşitli seviyelere ayrılmıştır. Zekânın en sınırlı biçimi kullanıcının çalışma şeklinin yine kullanıcı tarafından belirlenmesine imkân vermektir. Bu şekilde zekâ yolunun ilk adımını kullanıcının tercihlerini ifade etmesi oluşturur. Bu tercihler uygulama veya uygulama grubunun muhtemelen karmaşık davranışlarını içeren biçimsel ifadelerdir. Zekânın bir üst seviyesini muhakeme edebilme yeteneği oluşturur. Burada tercihler formülize edilmiş kurallar şeklindedir. Bu kurallar üzerine çıkarım mekanizması veya karar verme işlemleri uygulanarak yeni bilgiler üretilebilir. Zekâ'nın üçüncü ve en ileri seviyesini öğrenme oluşturur. Öğrenme,

üretilen yeni bilgilere dayanarak etmen uygulamalarının muhakeme etme davranışlarını değiştirebilme özelliğidir.

Akıllı etmen teknolojisinin diğer boyutunu da etmenin ortamını idrak edebilme ve onun üzerinde hareket edebilme derecesi olan etmenlik oluşturur. Etmen Wooldridge ve Jennings'in (1995) tanımladığı gibi özerklik, sosyal yeteneklik, tepkisellik ve amaca yönelicilik gibi özellikleri üzerinde barındıran donanım veya özellikle yazılım tabanlı bir bilgisayar sistemidir. Etmenlik boyutu da tıpkı zekâ da olduğu gibi birkaç adımdan oluşmuştur. İlk adım etmenliğin en temel özelliği sayılan kullanıcının görevlendirdiği bir işi kullanıcı vekili olarak farklı bir zamanda yapabilme özelliğidir. Bir üst adım kullanıcı günlük işlerinin bir modelini içeren uygulamayı yürütmektir. Bu model kullanıcıya birden fazla işi aynı anda yürütebilme yeteneğini kazandırır. Daha sonraki adım etmene harici verileri sezinleme ve bunlara erişebilme özelliğini verir (veri etkileşimi). Etmenlik boyutunun dördüncü adımını yerel uygulamalar üzerinde hareket etme ve bunlara cevap verme yeteneği oluşturur(uygulama etkileşimi). Bir servisi meydana getiren uygulama grupları üzerinde hareket ise bir sonraki adımın özelliğidir (servis etkileşimi). Etmenliğin en ileri seviyesini ise, bağımsız uygulamalardaki etmenleri birbiriyle haberleşme ve birlikte çalışma yeteneğini oluşturan etmen etkileşimidir (Kaya 1998).

2.3.2. İşbirliği yapan etmenler

İşbirliği yapan etmenler diğer etmenlerle birlikte çalışarak kendilerine verilen görevi yerine getiren etmenler olarak ifade edilebilir. İşbirliği yapan etmenler yerine getirdikleri görevlerden bir kısmı aşağıda belirtildiği gibidir (Kaya 1998) :

- Kaynak sınırlaması nedeniyle tek bir etmen için çok büyük problemlerin çözümünü sağlamak,

- Çoklu uzman sistem ve karar destekleyici sistemlerin birlikte çalışma ve bağlantısına izin vermek,

- Dağıtık sensör ağları ve hava trafik kontrolü gibi dağıtık problemlere çözümler sağlamak,

- Karmaşıklığı azaltmak (*modularity*), hızı (paralellik nedeniyle), güvenilirliği, esnekliği ve bilgi seviyesinde yeniden kullanılabilirliği artırmak,

- İnsan toplumları arasındaki etkileşimi incelemek.

2.3.3. Arabirim etmenleri

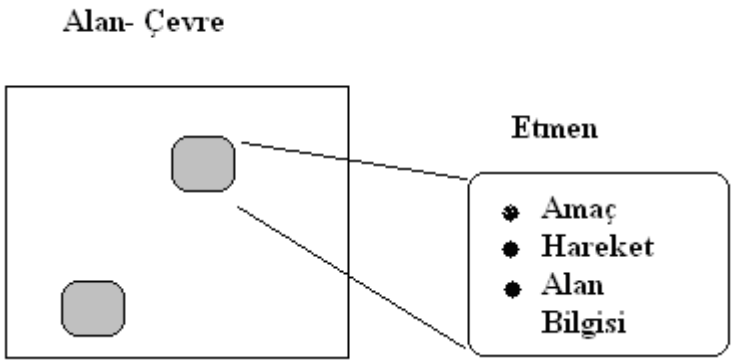
Arabirim etmenleri, kullanıcısı adına kendi başına ve öğrenerek hareket edebilen etmenlerdir. İşbirliği yapan etmenlerden farkı diğer etmenlerle değil sadece kendi kullanıcısı ile haberleşebilmesidir. Bir arabirim etmeni, belirli şartlar altında kendi kendini programlayabilen başka bir deyişle kullanıcıya yardım etmek için gerek duyduğu bilgiyi kazanabilen bir etmendir. Etmene minimum şekilde arka plan bilgisi verilir ve o, uygun davranışı kullanıcıdan ve diğer etmenlerden öğrenir (Kaya 1998).

2.3.4. Hareketli etmenler

Hareketli etmenler, WWW gibi geniş alanlı ağları gezme,farklı sunucularla etkileşme, sahibi adına bilgi toplama ve onların verdiği görevler kümesini gerçekleştirdikten sonra kullanıcısına geri dönme yetenekli yazılım etmenleridir. (Kaya 1998).

2.4. Çoklu Etmen Sistemleri

Etmenler kendilerine yüklenen özelliklerle birçok problemin çözümünde kullanılmıştır. Ancak gerçek hayattaki problemlerde genellikle birden fazla etmen etkileşim halindedir. Birden fazla etmenin bir amacı gerçekleştirmek için bir araya gelmesiyle çoklu etmen sistemleri oluşmuştur. Çoklu Etmen Sistemleri (ÇES) kullanılarak, problemlere daha gerçekçi ve kolay çözümler bulunabilmektedir (Şekil-2.2)



Şekil-2.2 : Tek Bir Etmen Ve Özellikleri

Çoklu etmenlerin içinde bulunduğu çevrenin özellikleri şu şekilde sıralanabilir(Wooldridge & Jennings 1995):

- Çoklu etmenlerin içinde bulunduğu çevre belli bir haberleşme ve etkileşim protokolü sunar.

- Çoklu etmenlerin içinde bulunduğu çevre açık ve merkezi olmayan bir tasarımdır.

- Çoklu etmenlerin içinde bulunduğu çevre kendi kendine hareket eden ve dağıtık etmenlerin bulunduğu bir çevredir.

Problem çözümünde ÇES'nin tercih edilmesindeki en önemli nedenlerden biri olarak alan yapısına sahip olması söylenebilir. Farklı amaçlara sahip olan farklı kuruluşların veya farklı insanların etkileşimlerinin kontrol altında tutulabilmesi için ÇES'ne ihtiyaç duyulur. Öyle ki bu kuruluşlar kendi iç meselelerinin tek bir kişi ya da merkez tarafından kontrol edilmesini istemeyebilir.

Örneğin bir hastane alanı düşünülsün. Hastanede her bir görevlinin amacı farklı olduğundan farklı çalışanları temsil eden birbirinden farklı etmenlerin çalışmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

Bununla birlikte birden fazla etmenin kullanıldığı sistemler paralel hesaplama yöntemi sağladığından sistemin hızının artmasına neden olur. Gerçekleştirilmek istenilen iş alt birimlere ayrılarak ve her biri farklı etmenler olarak düşünülerek o işlemin daha kısa zamanda sonlanması sağlanır. Özellikle zaman sınırlaması olan alanlarda bu yöntem oldukça büyük avantaj sağlar.

İşlemlerin tek bir etmen değil de birden fazla etmen ile yapılabilmesi sağlamlığı da attıran bir unsurdur. Çünkü eğer bir sistem tek bir etmen ile kontrol edilirse o etmende meydana gelen basit bir hata bile bütün sistemin zarar görmesine sebep olur. Ancak alt birimlere yani alt etmenlere bölünürse tüm sistemin zarar görme olasılığı azalır.

Çoklu etmen sistemlerinin bir diğer yararı da ölçeklenebilir olmasıdır. Tek parça olan bir sistemin kapasitesini arttırmak için yeni etmenler eklenmesinde kolaylık sağlar.

Bir programcı açısından bakıldığında ÇES'nin programlama mantığını kolaylaştırdığı bir gerçektir. İstenilen işlemi gerçekleştiren tek bir programdan ziyade, bu görevi yerine getirebilecek alt programcıklar tasarlanarak işlemin karmaşıklığı ve programın anlaşılabilirliği arttırılabilir.

Ayrıca ÇES'nin akıllı sistemlere ihtiyaç duyan ortamlarda kullanılabilir olması da bir avantajdır. Çünkü akıllı etmenler içinde bulundukları ortamı tanıyabilen, belli bir amaç doğrultusunda çevresindeki diğer etmenlerle haberleşebilen etmenlerdir.

ÇES'nin kullanım amacını kısaca özetlemek gerekirse (Stone, Veloso, 1997) ;

- Alan bilgisine sahip olması,

- Paralellik,
- Sağlamlık,
- Ölçeklenebilirlik,
- Basit programlama mantığı,
- Akıllı çalışma gerektiren durumlarda.

Çoklu etmen sistemlerini, merkezi etmen sistemleri ve dağıtık etmen sistemleri olmak üzere iki bölümde incelenebilir. Merkezi etmen sistemi çok daha verimli olmasına rağmen, çok fazla sayıda etmeni bulunan ve karmaşık sistemlerde dağıtık etmen sistemi tercih edilir. Bununla birlikte merkezi sistemin uygulanamadığı durumlar da olabilir. Her birimin verileri birbirinden bağımsız ise ve bu veriler gizlilik arz ettiğinden korunması gerekiyorsa bu tür durum merkezi bir yaklaşımla ele alınamaz.

Örneğin içerisinde mikro dalga fırın, tost makinesi ve kahve makinesi olan bir mutfak düşünülsün. Bu mutfakta bütün bu cihazların çalışması için yeterli elektrik tesisatı bulunmasın. Bu durumda mutfaktaki işlemcinin akıllı olduğu varsayılsın. Örneğin kahve makinesi kahvenin ne zaman hazır olduğunu bilsin veya bir tost makinesi, tost hazır olduğunda haberi olsun. Tost makinesi ve kahve makinesi birbirleriyle etkileşim halinde olsun. Bu sayede tost ve kahvenin yaklaşık aynı zamanda hazırlanması sağlanabilir. Böyle bir mutfak tasarlayabilmek dağıtık hesaplama içeren işlemler topluluğu yani bir ÇES gerektirmektedir (Wooldridge & Jennings 1995).

2.4.1. Çoklu etmen sistemlerinde öğrenme

Öğrenme, insan hayatında çok önemli rolü olan ve dünyaya geldiği andan itibaren kazandığı bir beceridir. İnsanlar öncelikle kendi içinde bulundukları sosyal ortamdaki (çevre) insanları gözlemleyerek ve kendi tecrübelerinden yararlanarak öğrenirler. Daha sonra bu öğrenme sürecine çeşitli öğreticiler (anne-baba, öğretmenler, kitaplar vs.) dahil olurlar.

İnsan gibi düşünen makineler üretilebileceği fikriyle(Turing 1950) gelişen yapay zekâ araştırmaları insan öğrenme modeline benzeyen öğrenme algoritmalarını da içermektedir. Bu anlamda zekâ ve öğrenme kavramları birbiriyle yakından alakalı iki kavramdır. Bir sistemin akıllı kabul edilebilmesi için öğrenme kabiliyetinin olması istenir.

Akıllı Etmenlerin (AE), belli bir çevrede kendilerinden istenilen hedefe ulaşmak için diğer etmenlerle haberleşerek hareket ettiklerini daha önceki bölümlerde belirtilmişti. AE'ler tasarlanırken kullanılan öğrenme yöntemleri şunlardır (Moriarty, Schultz, Grefenstette, 1999):

- Planlı Öğrenme (*Planning Learning*) (PÖ)
- Denetleyerek Öğrenme (*Supervised Learning*) (DÖ)
- Takviyeli Öğrenme (*Reinforcement Learning*) (TÖ)

PÖ başlangıç durumundan hedef durumuna kadar bir planlama algoritmasına göre hareket eder. Bunun içinde açık bir durum geçiş fonksiyonuna ihtiyaç duyulur. Yani AE'lerin içinde bulundukları durumdan sonra hangi duruma geçiş yapacakları önceden bellidir.

DÖ'de ise etmenler eğitilir. Etmenin durum-hareket çiftinin doğru olup olmamasına göre etmen ödüllendirilir. DÖ'de amaç, eğitim örneklerinden faydalanarak genel bir politika üretmektir. Bu nedenle DÖ durum-hareket çiftinin doğru olup olmadığını bildiren bir veritabanına ihtiyaç duyar.

TÖ ise DÖ ve PÖ'nin uygulanamadığı durumlarda kullanılan bir öğrenme çeşididir. Toplam ödülü maksimum yapan politikayı bulmayı amaçlar.

Örneğin bir sistemin durum-geçiş fonksiyonu önceden bilinmiyorsa, bu durumda PÖ kullanılamaz. TÖ ise durum-geçiş bilgisine önceden ihtiyaç duymadığından kullanılabilir. Sistemde ödül sadece belirli durumlarda verilsin ve dolayısıyla eldi edilen toplam ödül az olsun. Bu tür durumlarda da etmenin sonuç kararına referans etmeden doğru ya da yanlış şeklinde bir değerlendirme mümkün olmayacağından DÖ uygulanamaz. TÖ ise toplam ödülü maksimum yapan politikayı bulmayı amaçladığından rahatlıkla uygulanabilir.

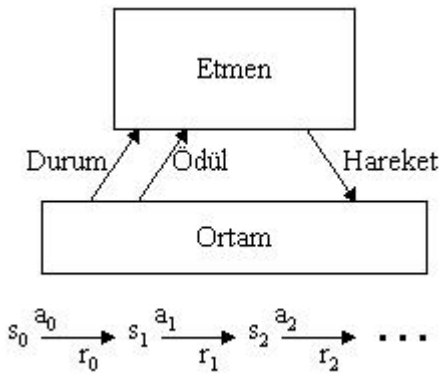
Özetle söylemek gerekirse TÖ, PÖ ve DÖ'nin pratik olmadığı durumlarda esnek bir yaklaşım sunar.

2.4.1.1 Takviyeli öğrenme

Takviyeli Öğrenme (TÖ), bir ortamı algılama ve hareket etme yeteneğine sahip özerk bir etmenin amacını başarmak için en uygun hareketleri nasıl öğreneceği sorusuna cevap verir(Kaelbling & Littman & Moore 1996, Sutton 1998).

TÖ ile problemleri çözmek için iki ana yöntem vardır. Bunlardan ilki, ortamı iyiye götüreni bulmak için davranış uzayında bir arama yapmak, ikincisi ise, faydalı hareketi tahmin etmek için istatistik programlarını kullanmaktır (Sutton 1998). TÖ problemi için önerilen diğer önemli yaklaşımlar ise oyun-teorik ve fonksiyon yaklaştırma yöntemleridir. İlk yöntemde, öğrenme problemi olasılıklı bir oyun gibi modellenir ve oyun veya oyun takımları öğrenilen bilgiye göre bir denge yakalamaya çalışır(Hu & Wellman 1998). İkinci yöntem ise nörona bağlı olarak polinom uzayında problemi çözmek için sinir ağları kullanır (Abul & Polat &Alhajj 2000).

Standart takviye öğrenme modelinde, bir etmen şekil 2.3.'de gösterildiği gibi ortam ile algı ve hareket mekanizmaları sayesinde etkileşir. Her bir etkileşim anında etmen giriş olarak ortamın şimdiki durumunu (*s)* gözler ve çıkış olarak bir hareket (*a*) seçer. Hareket ortamın durumunu değiştirmeyebilir. Yapılan hareketin değeri etmene bir takviye olarak (*r*) geri döner. Bu takviye pozitif(*ödül*) veya negatif (*ceza*) olabilir.



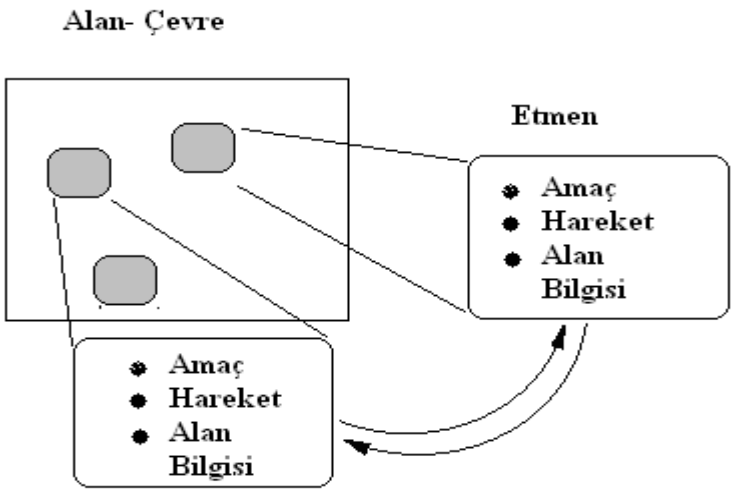
Şekil-2.3 : Takviye Öğrenme Modeli

Etmen kontrol mekanizması, hareketleri seçerken takviye işaretlerinin toplam değerinin olabildiğince büyük olmasına çalışır. Bunun için ortam ile sürekli olarak deneme-yanılma etkileşimleri yapması gerekir.

Böyle bir model aşağıdaki bileşenleri kapsar:

- Sonlu durumlar kümesi, *S*
- Sonlu Hareketler kümesi , *A*
- Takviye işaretler kümesi, *R*

Etmenin amacı takviyelerin toplamını maksimum yapan bir çözüm yolu bulmaktır.(Şekil-2.4)



Şekil-2.4 : Çoklu Etmen Sistemi Ve Etmenlerin Birbirleriyle Etkileşimi

Şekil 2.3'de görüldüğü gibi, toplam ödülü maksimize etmek için bir kontrol politikasını öğrenme problemi çok geneldir ve robot öğrenme işleri ötesinde bir çok problemi kapsar. Problem genelde, süreçlerin sırasını bulmak ile uğraşır. Örneğin, üretimi en uygun şekle sokma problemlerinde, öyle üretim hareketleri seçilmelidir ki maksimize edilecek ödül, üretilen malın satış değerinden üretim maliyetinin çıkarılması ile elde edilir. Başka bir örnek olarak da planlama problemleri

gösterilebilir. Büyük bir şehirdeki yolculara hangi taksilerin gönderileceğini seçmede maksimize edilecek ödül, yolcuların bekleme zamanına ve hareket halinde iken taksilerin harcayacakları toplam benzin miktarına bağlıdır. Amaç, verilen bir hareketin sırasının kalitesini tanımlamaktır. İstenilen duruma erişmek için arama yöntemini kullanan bir sistem her bir adımda alternatif hareketler arasından bir seçim yapar. Takviyeli öğrenmede ise hareketlerin belirsiz sonuçlar çıkarabileceği ve öğrenicinin kendi hareketlerinin sonuçlarını tanımlayan bir alan (domain) bilgisine sahip olmadığı göz önüne alınır. Takviyeli öğrenme ile yapılan uygulamaların belki de en tanınmışı Tesauro'nun (1995) TD-GAMMON oyun programıdır. Bu program birinci sınıf tavla oyuncusu olmak için takviyeli öğrenmeyi kullanmıştır (Mitchell 1997).

Uygun hareketleri seçmek için bir kontrol politikasını öğrenme problemi, fonksiyon yaklaşım problemlerine benzerlik gösterir. Öğrenilmesi gereken hedef fonksiyon π: S $\rightarrow$A kontrol politikasıdır. Bir başka deyişle S kümesinden şu andaki s durumu verildikten sonra A kümesinden uygun bir hareket a'yı çıkarma politikasıdır. Bununla birlikte takviyeli öğrenme birkaç yönden diğer fonksiyon yaklaşım yöntemlerinden ayrılır (Mitchell, 1997).

- **Gecikmiş Ödül:** Etmenin amacı, şu andaki s durumundan, en uygun hareket a= π (s)'i planlayan bir hedef fonksiyon öğrenmektir. Diğer birçok öğrenme yöntemlerinde π gibi bir hedef fonksiyon öğrenildiği zaman her bir eğitme örneği (s, π (s)) şeklindedir. Takviyeli öğrenmede ise eğitme bilgisi bu formda değildir. Bunun yerine eğitici; etmen hareketlerini yürütürken sadece anlık ödül değerlerin sırasını sağlar.

- **Kısmen Gözlenebilir Durumlar:** Her ne kadar herhangi bir zaman adımında etmen sensörlerinin ortamın bütün durumunu algılayabildiğini kabul etmek uygun olsa da, birçok pratiksel durumda sensörler yeterince bilgi sağlayamaz. Örneğin, sadece önünü görmeye yarayan kameraya sahip bir robot arkasında ne olduğunu idrak edemez. Böyle durumlarda hareketler seçildiği zaman şu andaki gözlemlerle birlikte öncekileri de dikkate almak etmen için gerekli olabilir.

- **Hayat Boyu Öğrenme:** Birbirinden izole edilmiş fonksiyon yaklaşımından farklı olarak, robot öğrenme aynı sensörler kullanarak aynı ortamda birden fazla ilgili işi öğrenmeyi ihtiva edebilir. Örneğin, hareketli bir robotun aynı anda, şarj edicisine yaklaşma, dar koridorlar boyunca gezinme ve lazer yazıcıdan çıktıları toplama gibi öğrenme amaçları olabilir.

Takviye tabanlı öğrenme algoritmaları içinden en yaygın kullanılan Q-öğrenme algoritmasıdır. Bu algoritmanın detaylı bir tanımı sonraki alt bölümde verilecektir.

2.4.1.2.Q-Öğrenme algoritması

Q-öğrenme, sonlu durumlu Markov Karar Süreci (Bersekas 1995) olarak modellenebilen alanlara kolaylıkla uygulanabilecek modelden bağımsız bir TÖ algoritmasıdır. TÖ problemleri matematiksel olarak Markov Karar süreçleri gibi modellenebilirler. Markov Karar süreci aşağıdaki parametrelere bağlı olarak tanımlanır(Kaya 2003):

- Sonlu durumlar kümesi, S
- Hareketler kümesi A,
- Bir ödül fonksiyonu , $R:SxA \rightarrow R$
- Durum geçiş fonksiyonu $T : SxA \rightarrow \pi(S)$

$T : SxA \rightarrow \pi(S)$ ifadesi S kümesinde geçerli durumda, A kümesinden uygun hareket a'nın seçilmesi anlamına gelmektedir. Etmenin amacının toplam ödülü maksimum yapmak olduğu belirtilmiştir, buna göre π politikası Formül-2.1.'deki gibi ifade edilir (Mitchell 1997):

$$\pi^*(s) = \text{argmax} [r(s,a) + \gamma V^*(\delta(s,a))] \qquad (2.1)$$

Formül-2.1'deki parametreler şu anlama gelmektedir(Mitchell 1997):

- $\delta(s,a)$; s durumunda a hareketiyle davrandığı durum
- V^* ; toplam ödül
- $r(s,a)$; s, durumunda a hareketini yapacağı konumdaki ödül
- $\pi^*(s)$; etmenin optimal hareketi

V^* eğer $\delta(s,a)$ ve $r(s,a)$ tam olarak biliniyorsa o zaman bir anlam ifade eder.

Bu formül incelnirse ;

$$Q(s,a) = r(s,a) + \gamma\, V^*(\delta(s,a)) \tag{2.2}$$

Formülünde $V^*(s)$ yerine ;

$$V^*(s) = \max Q(s,a') \tag{2.3}$$

Değeri yazarlırsa ;

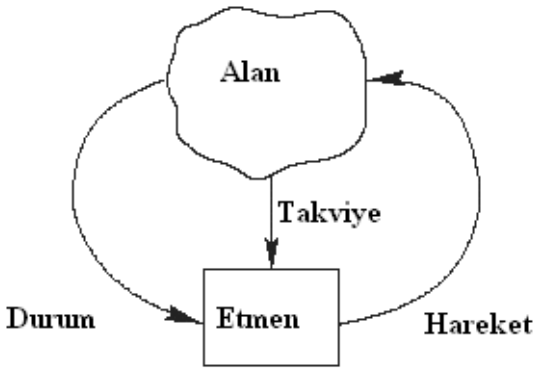
$$Q(s,a) = r(s,a) + \gamma \max Q(\delta\,(s,a), a') \tag{2.4}$$

Formül-2.4 elde edilir ki bu formül yinelemeli (*recursive*) bir formüldür. Bu yinelemeli tanım algoritma için temel teşkil eder (iteratif olarak Q yaklaşımı) (Watkins 1989).

Algoritmayı açıklamak için öğrenicinin tahminini veya hipotezini gösteren $\hat{Q}$ sembolü kullanılacaktır. Bu algoritmada öğrenici, her durum-hareket çifti için ayrılmış bir girişle birlikte geniş bir tablo tarafından $\hat{Q}$ hipotezi sunar. (s,a) çifti için tablo girişi $\hat{Q}(s,a)$ ne değer depolar (öğrenicinin geçerli hipotezi gerçek Q(s,a) değerini bilmez). Tablo rast gele değerlerle doldurularak başlanabilir (eğer başlangıç değerleri sıfır verilirse algoritma daha kolay anlaşılır). Etmen tekrar tekrar geçerli durum *s*'nin *a* hareketini seçmesi ile durum *i* gözlemler ve sonra ödül $r = r(s,a)$ 'yı ve $s' = \delta(s,a)$'yı gözlemler. Bu geçişlerden sonra $\hat{Q}(s,a)$ tablo girişini yeniler. Kural şöyledir(Mitchell 1997):

$$\hat{Q}(s,a) = r + \gamma \max \hat{Q}(s', a') \tag{2.5}$$

Bu eğitim kuralı, önceki *s* durum'u için *Q^(s,a)* tahminini hassaslaştırmak yeni durum s' için etmen'in geçerli *Q^* değerlerini kullanır. Bu eğitim kuralı etmenin *Q^* yaklaşımı ile ilgili olmasına rağmen formül-2.4 eşitliği tarafından harekete geçirilir. Halbuki formül–2.4 eşitliği gerçek *Q* fonksiyonunu uygular. Formül-2.4 eşitliği *δ(s,a)* ve *r(s,a)* fonksiyonlarını terim olarak kullanarak *Q'*yu belirlemesine rağmen, etmen formül-2.4 eşitliğindeki eğitim kuralını uygulayan genel fonksiyonların bilinmesine gerek yoktur. Onun yerine etmen çevresinde o hareketi çalıştırır ve sonra yeni *s*' durum'u ve ödül *r* sonuçlarını gözlemler. Böylece o geçerli s ve a değerlerindeki örnek fonksiyon gibi gözükebilir.(Şekil-2.5)



Şekil-2.5 : Takviyeli Öğrenme

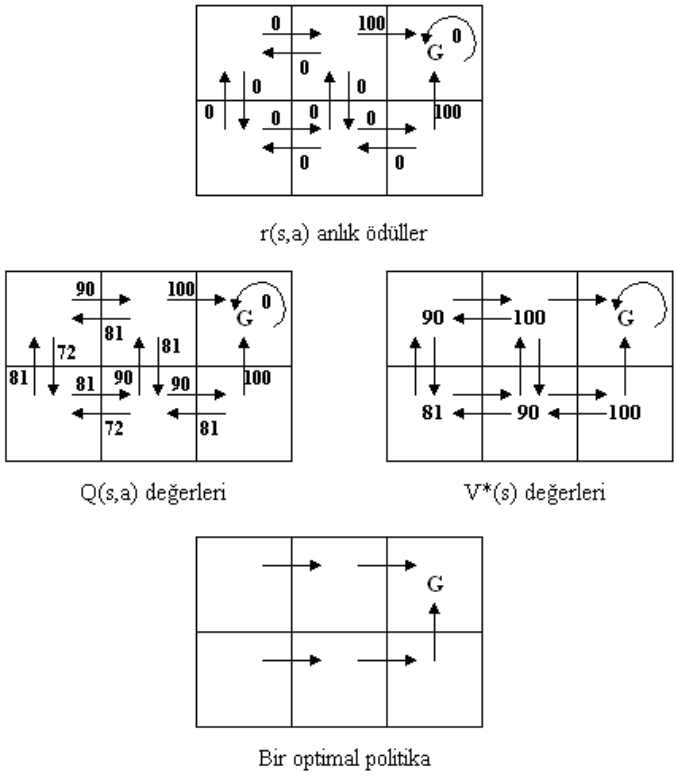
Q öğrenme algoritması şu şekilde kısaca özetlenebilir:

- Her s, a için tablo girişi Q^(s,a) sıfır değerleri ile başlar.
- Geçerli durum s gözlenir.
- Bir a hareketi seçilir ve çalıştırılır.
- Mevcut ödül r alınır.
- Yeni durum s' gözlemlenir.
- Q^(s,a) için tablo girişi yenilenir .

- $Q\hat{}(s,a) \rightarrow r + \gamma \max Q\hat{}(s',a')$
- $s \leftarrow s'$

2.4.1.3 Q- Öğrenme için bir örnek

Q-öğrenmenin daha iyi açıklanması için aşağıda bir örnek verilmiştir (6x6'lık bir *grid* üzerinde). Şekil 2.6'nın en üstteki diyagramında 6 bölme, etmen için 6 mümkün durumu veya yeri temsil eder. Diyagramdaki her bir ok etmenin bir durumdan diğerine geçebileceği mümkün hareketi temsil eder. Her bir okla ilişkilendirilmiş sayı, etmenin ilgili durum-hareket geçişini yürütmesi durumunda alacağı anlık ödül r(s, a)'yı gösterir. Bu özel ortamda anlık ödül, G durumuna geçme dışındaki bütün durum-hareket geçişleri için sıfırdır. G amaç durumudur (*goal state*). Etmen G durumuna girdikten sonra yapabileceği tek hareket bu durumda kalmaktır. Bu nedenle G yutucu durum (*absorbing state*) olarak adlandırılabilir (Watkins 1989).



Şekil-2.6: Ayrık Durumlardan Meydana Gelen Belirli Bir Etmen Ortamı.

Durumlar, hareketler, anlık ödüller tanımlandıktan ve azalma faktörü γ seçildikten sonra, optimal politika π^* ve onun değer fonksiyonu $V^*(s)$ belirlenebilir. Örnek için γ=0.9 olarak alınmıştır. Şekil 2.6'nın en alttaki diyagramı bu ortam için en uygun politikayı gösterir, fakat bundan başka optimal politikalar da vardır. Tüm politikalar gibi en uygun politika da etmenin herhangi bir durumda seçeceği her hareketi belirleyebilir. Aynı zamanda en uygun politika, etmeni G duruma en kısa yoldan ulaştırır. Şeklin ortadaki diyagram her bir durum için V^* değerlerini gösterir. Örneğin, bu diyagramda en alttaki sağ durum göz önüne alındığında bu durum için V^* değeri 100'dür. Çünkü bu durumda en uygun politika, 100 anlık değeri olan yukarıya git hareketini seçer. Bundan sonra etmen yutucu durumda kalacak ve herhangi bir ödül almayacaktır. Benzer şekilde en alttaki orta durum için V^* değeri 90'dır. Çünkü en uygun politika etmeni bu durumdan önce sağa (sıfır değerinde bir anlık ödül üreterek) sonra da yukarı doğru (100 anlık değeri üreterek) hareket ettirecektir. Böylece en alttaki orta durum için azaltılmış gelecek ödül;

$$0 + \gamma 100 + \gamma^2 0 + \gamma^3 0 + ... = 90 \text{ 'dır.}$$

Bu özel ortamda etmen yutucu durum G'ye ulaştıktan sonra onun sonsuz geleceği artık bu durumda kalmaktan ve sıfır ödüller almaktan ibarettir(Watkins 1989).

**"Yılmaz S 2006, Yüksek Lisans Tezi, "Yapay Bağışıklık Sistemleri Kullanılarak Çoklu Etmen Sistemlerinde Öğrenme", S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. "

3. COGRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ (CBS)

3.1. Coğrafi Bilgi Sistemleri Tanımı

Coğrafi Bilgi Sistemleri (**CBS**), İngilizce "*Geographical Information Systems"* (**GIS**) ifadesinin Türkçeye çevrilmiş hali olup, kullanıcıların çok farklı disiplinlerden olması nedeniyle, bu kavram da değişik şekillerde tanımlanmaktadır. Özellikle CBS'nin dünyada konumsal bilgi ile ilgilenen kişi, kurum ve kuruluşlar arasında geniş bir merak uyandırması, gelişmelerdeki hızlı değişiklikler, özellikle ticari beklentiler, farklı uygulama ve fikirler, CBS'nin standart bir tanımının yapılmasına henüz izin vermemiştir. CBS, bazı araştırmacılara göre konumsal bilgi sistemlerin tümünü içeren ve coğrafik bilgiyi irdeleyen bir bilimsel kavram, bazılarına göre; konumsal bilgileri dijital yapıya kavuşturan bilgisayar tabanlı bir araç, bazılarına göre de; organizasyona yardımcı olan bir veri taban yönetim sistemi olarak nitelendirilmektedir. Bütün bu düşünceler ışığında, coğrafi bilgi sistemlerinin aşağıdaki şekillerde değişik yönlü tanımları yapılmaktadır (Yomralıoğlu, 2005).

- CBS, belirli bir amaçlı ile yeryüzüne ait verilerin toplanması, depolanması, sorgulanması, transferi ve görüntülenmesi işlevlerini yerine getiren araçların tümüdür.

- CBS, genel harita bilgilerini görüntülemeye yarayan bilgi yönetimi sisteminin bir eklidir.

- CBS, coğrafik bilgileri bir bilgisayar ortamında depolayan ve analiz eden bir araçtır.

- CBS, konumsal veya coğrafik koordinatlar referans alan ve bu veriler ile çalışmayı tasarlayan bir bilgi sistemidir.

- CBS, yeryüzü referanslı verileri toplayan, depolayan, kontrol eden, işleyen, analiz eden ve görüntüleyen bir sistemdir.

CBS genellikle uygulama şekillerine göre de değişik isimlerle ifade edilmektedir. Bunlardan bazılar aşağıda verilmiştir. (Yomralıoğlu, 2005)

- Arazi Bilgi Sistemi (*Land Information System*)
- Arazi Veri Sistemi (*Land Data System*)
- Coğrafik Referanslı Bilgi Sistemi (*Geographically Referenced Info.Sys*.)
- Çok Amaçlı Kadastro (*Multipurpose Cadastre*)
- Doğal Kaynak Yönetimi Bilgi Sistemi (*Natural Resource Management Info.Sys*.)
- Görüntü İşlem Tabanlı Bilgi Sistemi (*Image Based Information System*)
- Kadastral Bilgi Sistemi (*Cadastral Information System*)
- Kent Bilgi Sistemi (*Urban Information System*)
- Mekansal Karar-Destekli Bilgi Sistemi (*Spatial Decision Support Info.Sys*.)
- Mülkiyet Bilgi Sistemi (*Property Information System*)
- Planlama Bilgi Sistemi (*Planning Information System*)
- Ticari Analiz Bilgi Sistemi (*Market Analysis Information System*)
- Toprak Bilgi Sistemi (*Soil Information System*)
- Uzaysal Bilgi Sistemi (*Spatial Information System*)

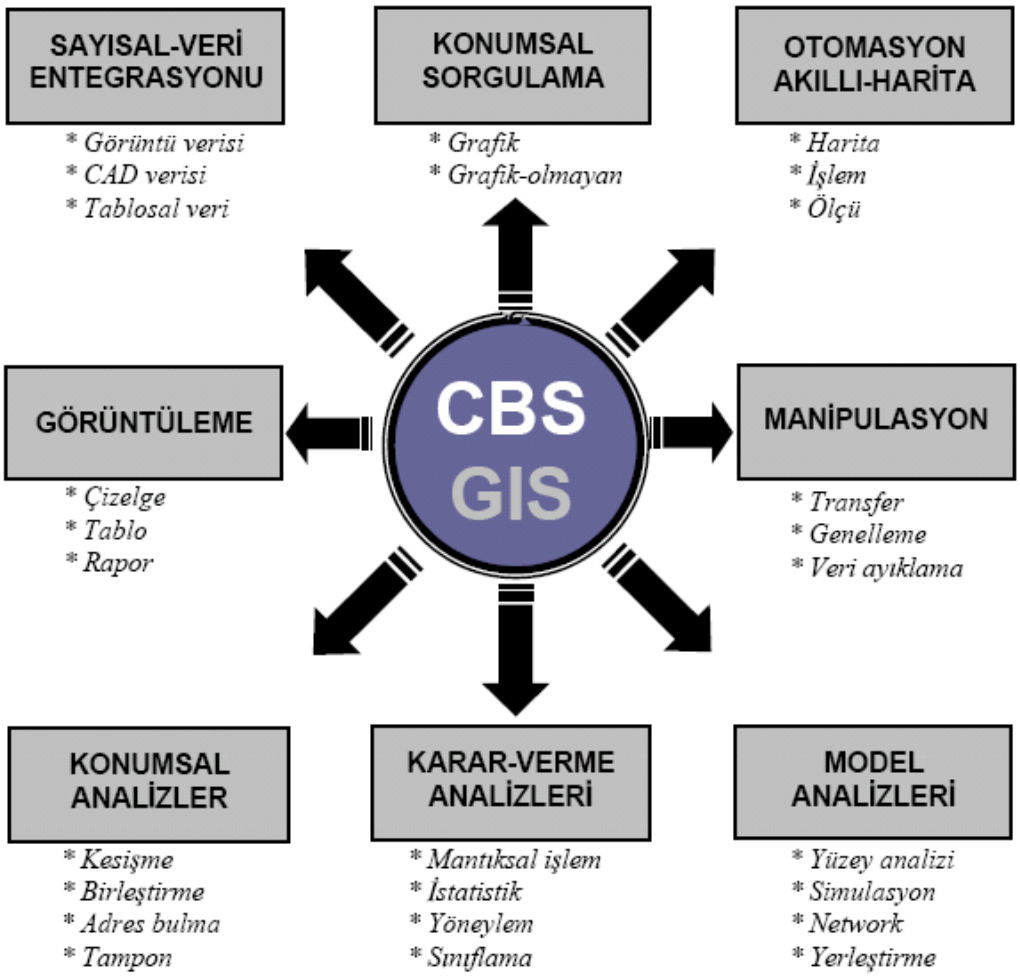
3.2. CBS nin Fonksiyonları

Coğrafi bilgi sistemleri, yeryüzü şekillerini ve yeryüzünde gelişen olaylar haritaya dönüştürmek ve bunlar analiz etmek için gerekli olan bilgisayar destekli

araçlardan oluşan bir sistem olarak algılanmaktadır. CBS teknolojisi ortak veri tabanlarını birleştirme özelliğine sahiptir. Örneğin, haritaların sağladığı görsel ve coğrafik analiz avantajlar sorgulama ve istatistiksel analizler olarak kullanıcıya sunulur. Bu özelliği bakımından, CBS diğer bilgi sistemlerinden farklıdır. Bunun bir sonucu olarak, CBS, hizmet alanındaki olayların tanımlanmasında ve ileriye dönük tahminlerde bulunarak stratejik planların yapılmasında kamu ve özel sektör tarafından oldukça yoğun bir şekilde kullanılmaktadır.(Yomralıoğlu, 2005)

Her ne kadar harita yapım ve coğrafik verilerin analizi yeni bir işlem değilse de, CBS bu tür işlemleri olduğundan daha iyi ve hızlı yapabilmektedir. Coğrafi bilgi sistemlerindeki teknolojik gelişmelerden önce sadece belli kişiler coğrafik bilgiyi karar-verme ve problem çözmede kullanmaya ihtiyaç duymuştu. Oysa bugün, CBS bütün dünyada, büyük yatırımlara konu olmakta, yan mesleki kuruluşlarda bilhassa endüstri alanında birçok kişiyi iş sahibi yapmakta; temel eğitim okullarında, üniversite ve özel sektör kuruluşlarında gereğinde özel kurslarla öğretilmektedir. Dolayısıyla konum bilgisi kullanan kişilerin coğrafik bilgiye olan ilgileri ve konumsal verilerle çalışmaları her geçen gün daha fazla olmaktadır. Tüm bu gelişmelerin temelinde coğrafi bilgi sistemlerinin diğer sistemlerden farklı olarak s sahip olduğu fonksiyonlar vardır. Şekil 3.1'de belirtilen bu fonksiyonların işlevleri aşağıdaki şekilde özetlenebilir (Yomralıoğlu, 2005).

- Sayısal Veri Entegrasyonu
- Konumsal Sorgulama
- Otomasyon Akıllı-Harita
- Görüntüleme
- Manipülasyon
- Konumsal Analizler
- Karar verme Analizleri
- Model Analizleri



Şekil-3.1. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Temel Fonksiyonları

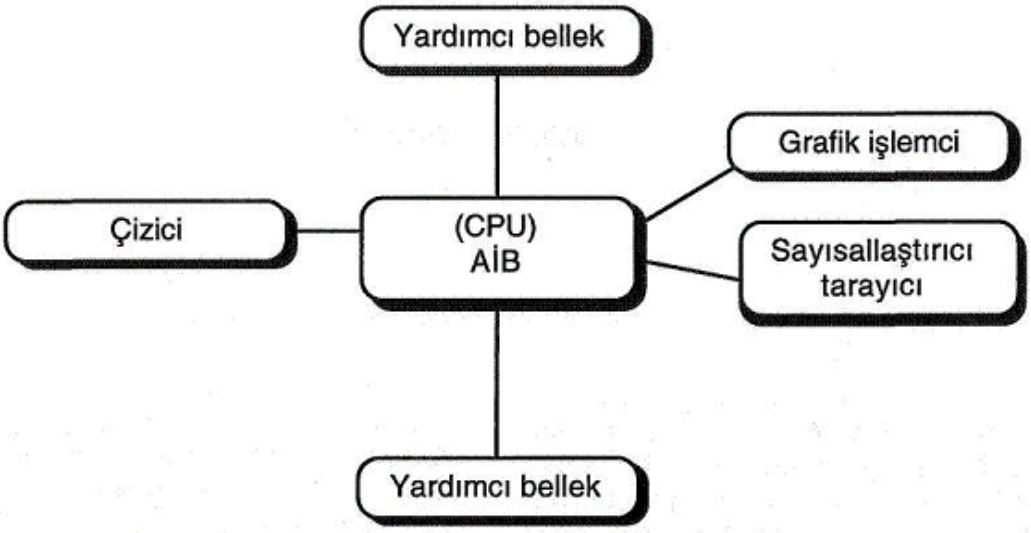
3.3. CBS'nin Bileşenleri

Coğrafi bilgi sistemlerinin temel fonksiyonlarını yerine getirebilmesi için Şekil-3.2'deki gibi en az beş ana unsurun bir arada olması gerekir. Bunlar CBS'nin bileşenleri olarak isimlendirilen, donanım, yazılım, veri, insanlar ve yöntemlerdir(Yomralıoğlu, 2000).



Şekil-3.2. CBS'nin Bileşenleri

1. *Donanım (hardware)* : CBS'nin işlemesini mümkün kılan bilgisayar ve buna bağlayan ürünlerin bütünü donanım olarak adlandırılır. Bütün sistem içerisinde en önemli araç olarak gözüken bilgisayar yanında yan donanımlara da ihtiyaç vardır. Örneğin, yazıcı , çizici , tarayıcı, sayısallaştırıcı, veri kayıt üniteleri gibi cihazlar bilgi teknolojisi araçlar olarak CBS için önemli sayılabilecek donanımlardır(Yomralıoğlu, 2000) .Şekil-3.3 donanım birimlerini göstermektedir(Alkış,1996).



Şekil-3.3: CBS Donanım Birimleri.

2. *Yazılım (software*) :Yazılım, diğer bir deyişle bilgisayarda koşabilen program, coğrafik bilgileri depolamak, analiz etmek ve görüntülemek gibi ihtiyaç ve fonksiyonlar kullanıcıya sağlamak üzere, yüksek düzeyli programlama dilleriyle gerçekleştirilen algoritmalardır. Yazılımların pek çoğu ticari amaçlı firmalarca geliştirilip üretilmesi yanında üniversite ve benzeri araştırma kurumlarınca da eğitim ve araştırmaya yönelik geliştirilmiş yazılımlar da mevcuttur. Dünyadaki CBS pazarının önemli bir kısmı yazılım geliştiren firmaların elindedir. Bu bakımdan günümüzde CBS bu tür yazılımlarla neredeyse özdeşleşmiş durumdadır. En popüler CBS yazılımlarına örnek olarak Arc/Info, Intergraph, MapInfo, SmallWorld, Genesis, Idrisi, Grass vb verilebilir(Yomralıoğlu, 2000).

Gelişen teknoloji ve artan ihtiyaçlara cevap verebilmek için geliştirilmiş yüzlerce GIS yazılımı mevcuttur Ancak en çok tanınan ve kullanılan yazılımlar şunlardır (Küçükpehlivan, 1999):

- *ESRI (Environmental System Research Institue) :*
  - *ArcInfo* : Unix ortamında oldukça güçlü bir yazılımdır. GIS' ın her dalına hizmet edebilecek modülleri vardır. PC'lerin güçlenmesi ile birlikte NT için versiyonları da çıkarılmıştır. Verileri topolojik bir altyapı içinde saklamaktadır. Ancak yazılım son kullanıcı için oldukça kompleks ve zor olduğu için üniversitelerde ve araştırma kurumları dışında başarılı bir kullanımı olmamıştır.
  - *ArcView* : PC'lerin donanım piyasasında büyümesi ile birlite, bu pazardaki müşteriler için geliştirilmiştir. Kullanıcı ön yüzü ile birlikte hiçbir programlama bilgisi gerektirmeden kullanıcıya veri analizi ve çıktı hazırlama imkanı sunar.

- *INTERGRAPH :*
  - *MGE : CAD* programı Microstation ve herhangi bir Database arasında entegrasyonu sağlamaktadır. Böylece bir CAD kadar iyi çizim yapılabilmektedir. Intergraph bir çok ayrı program paketçilerinede sahiptir. Donanım bağımlı çözümler sunan firma, donanımların pahalı

kalması sebebiyle müşteri pazarının büyük bir kısmını kaybetmiştir. Microstation yazılımının BEntley firması ile Intergraph'dan ayrılması ile firma PC tabanlı yeni ürünlere yönelmiştir.

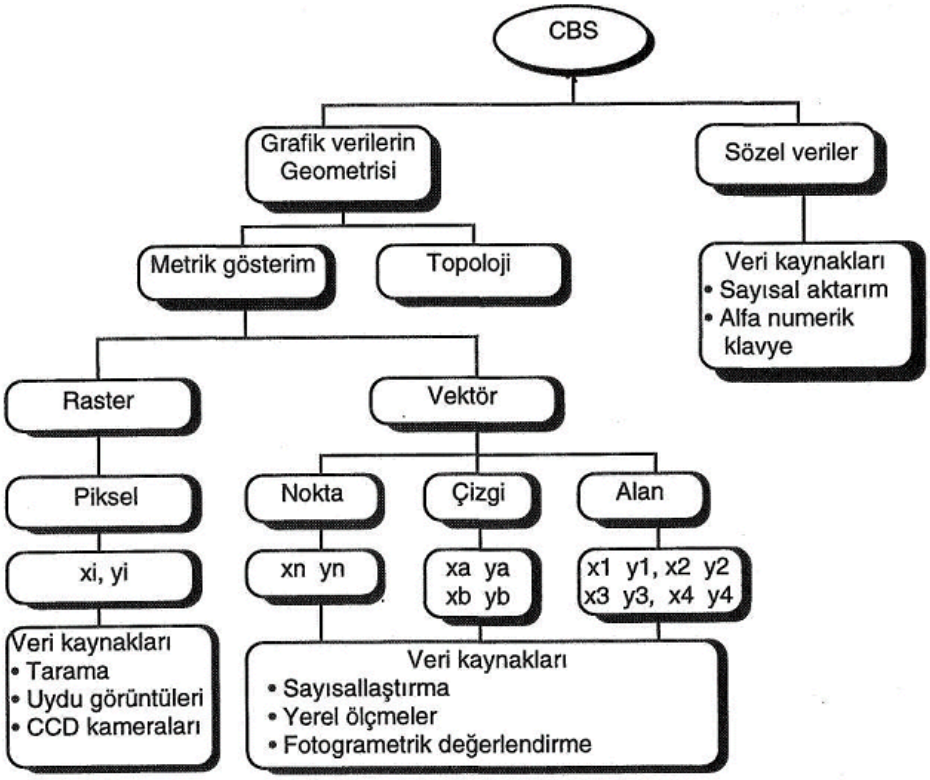
- *MAPINFO*
  - *MapInfo*: Kişisel bilgisayarların gelişmesiyle oldukça popüler hale gelmiştir. "Masaüstü GIS " sloganı ile GIS'in herkes tarafından kullanılmasını amaçlamıştır. Masaüstü yazılımlarının tamamıyla kolaylıkla entegre olabilmesi ve çok büyük veri hacimleri ile kolaylıkla çalışabilmesi en büyük avantajıdır.

- *AUTODESK*
  - *Autocad Map* : Güçlü ve popüler bir çizim programı olan Autocad yazılımı ile çıkış yapan firma, mevcut müşteri potansiyeline GIS imkanı da sunan MAP modülünü geliştirmiştir.

3. *Veri (data)* : CBS'nin en önemli bileşenlerinde biri de "veri"dir. Grafik yapıdaki coğrafik veriler ile tanımlayıcı nitelikteki öznitelik veya tablo verileri gerekli kaynaklardan toplanabileceği gibi, piyasada bulunan hazır haldeki veriler de satın alınabilir. CBS konumsal veriyi diğer veri kaynaklarıyla birleştirebilir. Böylece birçok kurum ve kuruluşa ait veriler organize edilerek konumsal veriler bütünleştirilmektedir. Veri, uzmanlarca CBS için temel öğe olarak kabul edilirken, elde edilmesi en zor bile en olarak ta görülmektedir. Veri kaynaklarının dağınıklığı, çokluğu ve farklı yapılarda olmalar, bu verilerin toplanması için büyük zaman ve maliyet gerektirmektedir. Nitekim CBS ye yönelik kurulması tasarlanan bir sistem için harcanacak zaman ve maliyetin yaklaşık %50 den fazlası veri toplamak için gerekmektedir. (Yomralıoğlu, 2000)

Coğrafi bilgi sistemi uygulamalarında gerçek dünyanın somut ve coğrafi varlıkları, grafik ve grafik olmayan verilerle belirlenir. Grafik veriler çeşitli kaynaklardan vektör ve raster formunda elde edilirler. Uygulama alanlarına ve mevcut veri kaynaklarına göre her iki grafik veri formu da kullanılabilmektedir. Bir

sayısallaştırıcıda ya da fotogrametrik değerlendirme sistemlerinde noktasal ve çizgisel olarak elde edilen grafik veriler vektör formundadır. (Şekil-3.4,Alkış,1996)



Şekil-3.4: CBS Veri Tipleri Ve Kaynakları

CDD kameraları, uydu görüntüleri ve tarayıcılardan en küçük resim elemanlarının (piksel) büyüklüğü olarak elde edilen sayısal görüntüler raster formundadır. Ayrıca grafik coğrafi verileri tanımlayan ve konuma bağlı olmayan öznitelik değerleri (sözel veriler)de CBS'ler için önemlidir. Başka bir deyişle, coğrafi bilgi sistemi uygulamalarında gerçek dünyanın coğrafi varlıkları (nesneler) geometrileri ve sözel verileriyle birlikte depolanır. Şekil-3.4'de CBS Veri tipleri ve kaynakları gösterilmiştir. (Alkış,1996)

4. *İnsanlar (people)* :CBS teknolojisi insanlar olmadan sınırlı bir yapıda olurdu. Çünkü insanlar gerçek dünyadaki problemleri uygulamak üzere gerekli sistemleri yönetir ve gelişme planları hazırlar. CBS kullanıcılar, sistemleri tasarlayan ve

koruyan uzman teknisyenlerden günlük işlerindeki performanslarını arttırmak için bu sistemleri kullanan kişilerden oluşan geniş bir kitledir. Dolayısıyla coğrafi bilgi sistemlerinde insanların istekleri ve yine insanların bu istekleri karşılamaları gibi bir süreç yaşanır. CBS'nin gelişmesi mutlak suretle insanların yani kullanıcıların ona sahip çıkmalarına ve konuma bağlı her türlü analiz için CBS yi kullanabilme yeteneklerini arttırmaya ve değişik disiplinlere yine CBS'nin avantajlarını tanıtmakla mümkün olabilecektir. (Yomralıoğlu, 2000)

5. *Yöntemler (methods)* : Başarılı bir CBS, çok iyi tasarlanmış plan ve iş kurallarına göre işler. Bu tür işlevler her kuruma özgü model ve uygulamaları şeklindedir. CBS'nin kurumlar içerisindeki birimler veya kurumlar arasındaki konumsal bilgi akışının verimli bir şekilde sağlanabilmesi için gerekli kuralların yani yöntemlerin geliştirilerek uygulanıyor olması gerekir. Konuma dayalı verilerin elde edilerek kullanıcı talebine göre üretilmesi ve sunulması mutlaka belli standartlar yani kurallar çerçevesinde gerçekleşir. Genellikle standartların tespiti şeklinde olan bu uygulamalar bir bakıma kurumun yapısal organizasyonu ile doğrudan ilgilidir. Bu amaçla yasal düzenlemelere gidilerek gerekli yönetmelikler hazırlanarak ilkeler tespit edilir(Yomralıoğlu, 2000).

3.3. CBS'nin Avantajları

CBS sistemlerinin klasik harita kullanıcılarına getirdiği avantajlar ise şöyle açıklanabilir (Tümay 2001):

1. *CBS statik haritaları dinamik yapar:* CBS sayesinde kullanıcılar bilgisayar içindeki harita verilerinin istedikleri kısmını istedikleri açıdan ve istedikleri yakınlık ölçüsünde görsel olarak kullanabilirler. Ayrıca haritadaki nesnelere ait sembolleri çalışma anındaki amaçlarına uygun olarak (renk, tip, doku gibi) istedikleri şekilde değiştirebilirler. CBS sahip olduğu özellikler sayesinde çalışma anında istedikleri kadar harita bilgisini bir araya getirip yine çalışma

anında artık ihtiyaç duymadıkları nesnelere ait bilgileri diğerinden ayırıp ekrandan kaldırabilirler.

2. *Haritacılıkla ilgili çok zengin fonksiyonlara sahiptir:* Haritalar yer yüzündeki nesneleri ifade eden bilgiler oldukları için neticede her harita üç boyutlu yeryüzünün iki boyutlu planimetrik bir yüzeyde modellenmesidir. Bu işlem yapılırken bir haritada bulunması gereken temel belli başlı özellikler vardır. Bunlar projeksiyon bilgisi, koordinat sistemi bilgisi ve ölçek bilgisi gibi temel bilgilerdir. Bu bilgiler klasik haritalarda her harita için sabit olmak zorunda iken CBS sistemi içerisinde aynı harita için değişik projeksiyon sistemleri, koordinat sistemleri veya ölçeklerdeki haritaları üretmek ve kullanmak çok kolaydır.

3. *CBS haritalarındaki nesneleri grafik olarak modeller:* CBS içerisinde gösterilen harita bilgileri bilgisayarda grafik nesneler olarak modellenirler. Bu modeller yapılırken gerçek dünyadaki nesneler bilgisayar ortamında kullanım amacına uygun olarak nokta, çizgi, çokgen, sembol ve yazı olarak modellenirler.

4. *CBS grafik nesnelerle bunlara ait nitelik ve nicelik bilgilerini ilişkilendirir:* CBS haritalardaki nesnelerin modellendiği grafik nesneler ile ilişkili olarak bu nesnelere ait nitelik ve nicelik bilgilerini birbirleriyle ilişkili olarak saklar. Bu sayede grafik nesnelerle ilgili olarak görülen bilgi haricindeki diğer bilgilere de rahatlıkla ulaşılabilir. Bu bilgiler kullanılarak grafik nesnelere ait semboller değiştirilebilir. İstendiği takdirde nitelik ve nicelik bilgileri bilinen grafik nesnelere de harita içinde yapılacak sorgulamalarla ulaşılabilir. Nesnelere ait bilgiler nesnelerle ilişkili bir şekilde veri tabanında saklanır.

5. *CBS içerisindeki harita bilgileri katmanlar olarak saklanır*: Katmanlar grafik nesnelerin ve bu nesnelere ait nitelik ve nicelik bilgilerin mantıksal bir süzgeçle kullanımı amaçlarına uygun olarak sınıflandırılması ile elde edilirler. Çalışma anında görsel olarak açılıp kapanabilirler, yani istenilirse

ekranda görünür yapılabilir istenilirse görünmez yapılabilirler. Buradaki belirleyici kriter çalışma ölçeği veya çalışma amacı olabilir.

6. *CBS istenen harita nesnelerine ulaşmak için grafik ve veri tabanlı sorgulama kabiliyetine sahiptir: CBS* içerisinde sahip olunan sorgulama araçları ile istendiği takdirde grafik nesneler kullanılarak doğrudan istenilen harita bilgilerine ulaşılabildiği gibi, nesnelere ait nitelik ve nicelik bilgileri üzerinde yapılacak sorgulamalar ile de istenilen özellikleri taşıyan grafik nesnelere de ulaşılabilir.

7. *CBS zengin analiz kabiliyetine sahiptir: CBS* sistemleri harita nesnelerinin sınıflandırılması, birbiriyle ve diğer verilerle karşılaştırılması, birbiriyle kesişen nesnelerin incelenmesi, nesnelerle ilgili sınır genişletme işlemleri, aynı konumu paylaşan değişik nesnelerin birbiriyle çakıştırılması ve bir bölgedeki coğrafi nitelikli olayların modellenmesi gibi çok zengin analiz araçlarını kullanıcılarına sunarlar.

8. *CBS haritaların sunulmasını kolaylaştırır:* CBS içerisindeki harita nesneleri için istenilen özelliklerdeki haritalar kolayca hazırlanabildiği gibi, istenirse harita bulunan nesnelere ait nitelik ve nicelik bilgileri de kullanılarak aynı nesneler için raporlar ve grafikler de hazırlanabilir.

3.4. CBS'nin Uygulama Alanları

CBS'nin uygulama alanları Tablo-3.1'de gösterilmektedir(Web,KTU).

Tablo:3.1-CBS'nin Uygulama Alanları

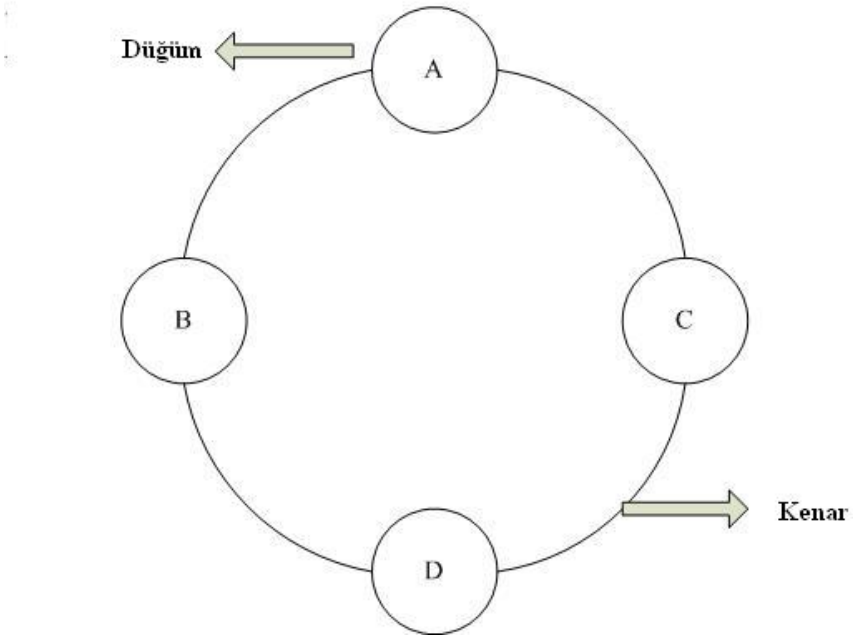
Çevre yönetimi	Çevre düzeni planları, Çevre Koruma alanları, ÇED raporu hazırlama, Göller, göletler, sulak alanların tespiti, Çevresel izleme, Hava ve gürültü kirliliği, Kıyı Yönetimi, Meteoroloji, Hidroloji
Doğal Kaynak yönetimi	Arazi yapısı, su kaynakları, akarsular, havza analizleri, yabani hayat, yer altı ve yerüstü doğal kaynak yönetimi, madenler, petrol kaynakları
Mülkiyet-İdari Yönetim	Tapu-Kadastro, Vergilendirme, Seçmen tespiti, Nüfus, Kentler, Beldeler, Kıyı Sınırları, İdari sınırlar, Tapu bilgileri, Mücavir alan dışında kalan alanlar,Uygulama imar planları
Bayındırlık hizmetleri	İmar faaliyetleri, Otoyollar, Devlet yolları, Demir yolları ön etütleri, Deprem zonları, Afet yönetimi, Bina hasar tespitleri, binaların cinslerine göre dağılımları, bölgesel kalkınma dağılımı
Eğitim	Araştırma-inceleme, eğitim kurumlarının kapasiteleri ve bölgesel dağılımları, okuma-yazma oranları, öğrenci ve eğitmen sayıları, planlama
Sağlık yönetimi	Sağılık-coğrafya ilişkisi, sağlık birimlerinin dağılımı, personel yönetimi, Hastane vb birimlerin kapasiteleri, bölgesel hastalık analizleri, sağlık tarama faaliyetleri, ambulans hizmetleri
Belediye faaliyetleri	Kentsel faaliyetler, imar, emlak vergisi toplama, imar düzenlemeleri, çevre, park bahçeler, fen işleri, su-kanalizasyon-doğalgaz tesis işleri, TV kablolama, Uygulama imar planları, Nazım imar planları, Halihazır haritalar, Altyapı, Ulaştırma planı toplu taşımacılık, Belediye yolları ve tesisleri
Ulaşım planlaması	Kara, hava, deniz ulaşım ağları, Doğal gaz boru hatları, iletişim istasyonları, yer seçimi, enerji nakil hatları, ulaşım haritaları
Turizm	Turizm bölgeleri alanları ve merkezleri, Turizm amaçlı uygulama imar planları, Turizm tesisleri, Kapasiteleri, Arkeoloji çalışmaları
Orman ve Tarım	Eğim-Bakı hesapları, Orman amenajman haritaları, Orman sınırlar, Peyzaj planlaması, Milli parklar, Orman kadastrosu, Arazi örtüsü, Toprak haritaları
Ticaret ve Sanayi	Sanayi alanları, Organize sanayi bölgeleri, Serbest bölgeler, Bankacılık, Pazarlama, Sigorta, Risk Yönetimi, Abone, Adres yönetimi
Savunma, Güvenlik	Askeri tesisler, Tatbikat ve atış alanları, Yasak Bölgeler, sivil savunma, emniyet, suç analizleri, suç haritaları, araç takibi, trafik sistemleri, acil durum

4. GRAFLAR

Graf yapıları, temel olarak ağaç yapılarının sınırlandırılmamış hali olup, öncelikli kullanım alanı ağ yapılarıdır. Graf yapıları karmaşık veri gruplarının gösterilmesinde büyük kolaylık sağlarlar. Ayrıca en kısa yol problemlerinin çözümlerinde, ağların analiz ve kurulumunda getirmiş olduğu sistemler sayesinde veri yapılarının ayrılmaz bir parçasını oluşturmaktadır (Şekil-4.1)(Kurnaz, 2004).

Temel olarak bir graf iki elemandan oluşur, bunlar:

- Düğüm
- Kenar



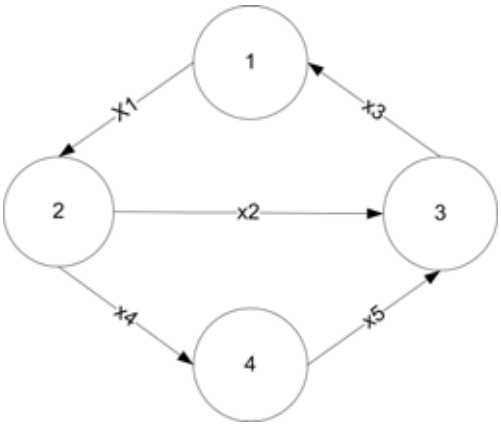
Şekil-4.1 Genel bir Graf Yapısı

Genel bir graf yapısı Şekil-4.1'de görülmektedir. Graf 'Graf' kelimesinin baş harfi olan 'G' ile gösterilir ve tanıma bağlı kalacak bir biçimde küme olarak *G = (D,K)* şeklinde tanımlanır. Burada '*D*' ile verilen düğümler kümesi ve 'K' ile verilenler de düğümleri birleştiren kenar veya doğru kümesidir (Kurnaz, 2004) .

4.1. Graf Çeşitleri

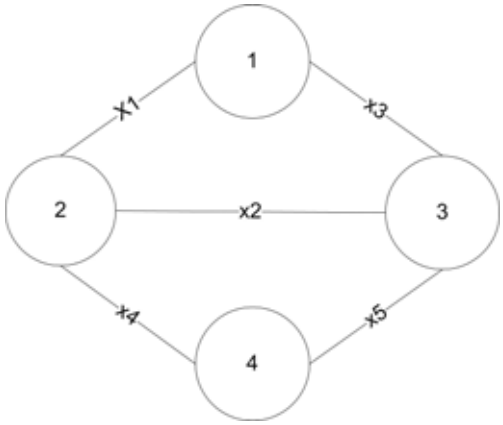
Graflar yönüne göre aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir (Kurnaz, 2004) :

1. *Yönlendirilmiş graf:* Eğer grafı oluşturan bütün kenarlar yönlendirilmiş ise o zaman bu grafa yönlendirilmiş graf denir. Şekil-4.2'de görülen graflar yönlendirilmiş graflardır.



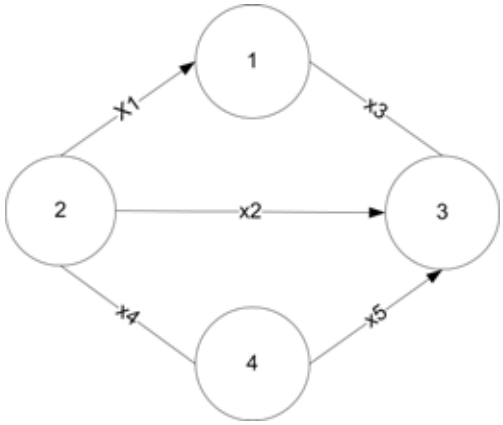
Şekil-4.2: Yönlendirilmiş Graf

2. *Yönlendirilmemiş graf:* Eğer bir grafı oluşturan kenarların tamamı yönsüz ise o zaman bu grafa yönlendirilmemiş graf denir. Şekil-4.3'de verilen graflar ise yönlendirilmemiş graflardır.



Şekil-4.3: Yönlendirilmemiş Graf

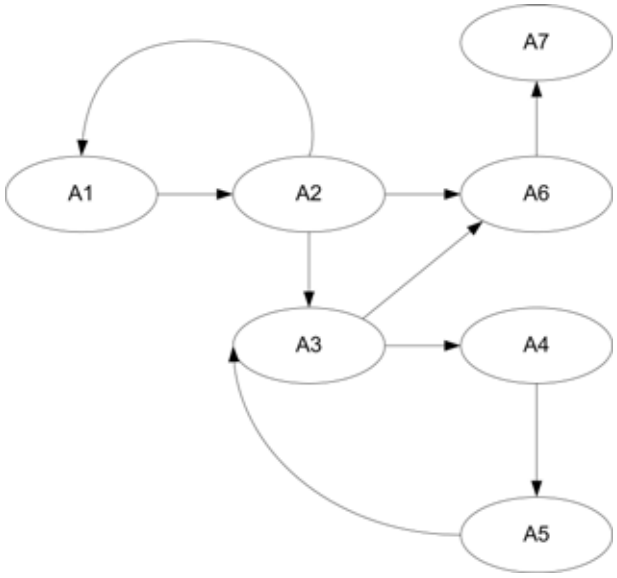
3. *Karışık graf:* Eğer bir grafı oluşturan kenarlardan bazıları yönlendirilmiş bazıları da yönlendirilmemiş ise bu grafa karışık graf denir. Karışık graf örneği ise Şekil-4.4'de görülen graflardır.



Şekil-4.4: Karışık Graf

4.2 Graf Yapılarının Gösterimleri

Düğümler arasındaki basit bağlantılarda asla döngüler olmamalıdır. En basit bağlantı en kısa olanıdır ve aynı noktadan bir daha geçmemelidir(Şekil-4.5) (Kurnaz, 2004).



Şekil-4.5:Graf Yapılarının Gösterimi

Şekil-4.5'de A_3, A_4, A_5, A_3, A_6, A_7, yolu bir döngü yolu içerdiğinden en kolay yola döngü kaldırılarak erişilir. (A_3, A_6, A_7,)

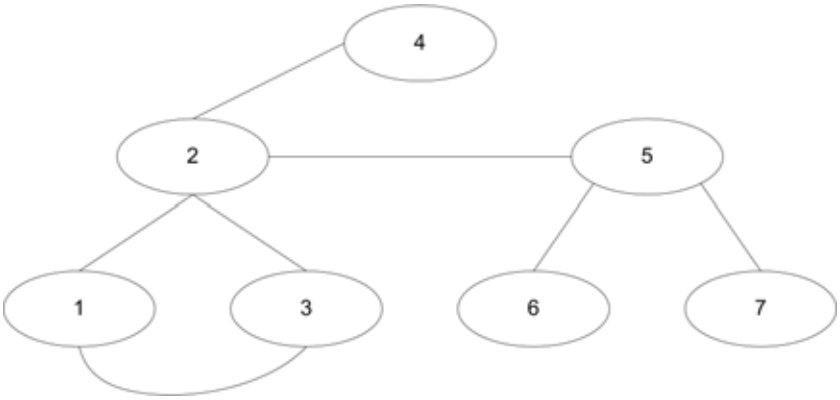
(1,2) ikilisi, 1 ile 2 düğümleri arasındaki bir bağı gösterir. Bu gösterinin yönsüz grafta hiçbir önemi yoktur ama yönlü bir grafta 1'den 2'ye yön gösterir.

Bir grafta düğümleri (1,2), (1,4), (1,6) olarak göstermek yerine kısaca (1: 2, 4, 6) olarak gösterilebilir. Bu ifade, 1 ile bitiş arasındaki 3 bağlantıyı gösterir. (2, 4 ve 6).

Şekil-4.6'de görülen graf, Tablo-4.1'ün ifadesidir.

Tablo-4.1: Graf Gösterimi

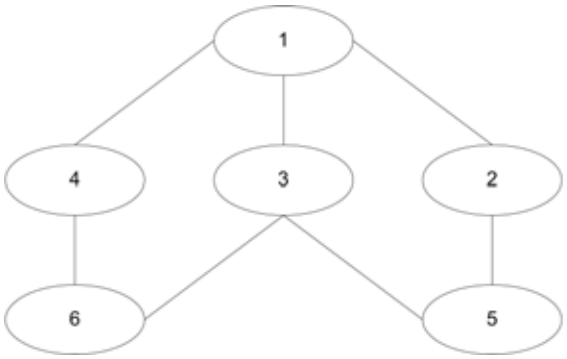
1	2-3
2	1-3-4-5
3	1-2
4	2
5	2-6-7
6	5
7	5



Şekil-4.6: Grafların Gösterimi

4.3 Komşuluk Matrisi

Bir graf yapısını tanımlamanın diğer bir yolu da bir bağlantı matrisi tanımlamaktır. Bunun için graf yapısını oluşturan her bir düğüm matrisin iki tarafına sırayla yazılır, eğer iki düğüm arasında sadece bir bağlantı varsa, matris de karşısına gelen yere ‘1’ sayısı yerleştirilir (olumsuz halde 0). Şekil-4.7, bir graf yapısını ve bu grafın komşuluk matrisini göstermektedir. Görüldüğü gibi bu bir simetrik matristir. Yönlü bir grafta ise bu matris simetrik olmayabilir.



	1	2	3	4	5	6
1	0	1	1	1	0	0
2	1	0	0	0	1	0
3	1	0	0	0	1	1
4	1	0	0	0	0	1
5	0	1	1	0	0	0

Şekil-4.7: Graf ve Komşuluk Matrisi

5.ENERJİ NAKİL HATTI GÜZERGÂH TESPİTİ VE ÖRNEK BİR UYGULAMA

Günümüzde elektrik enerjisine olan ihtiyaç, teknolojinin de gelişmesiyle her gün geçen artmaktadır. Bu noktada enerjinin bir yerden başka bir yere taşınması sorunu karşımıza çıkmaktadır. Enerji nakil hattı güzergâhında hattın bakımı, bir sorun oluştuğunda sorunlu bölgeye kolayca erişim ve istenilen her yerden geçirilemeyeceği göz önüne alındığında enerji nakil hattı güzergâh tespiti belirli kriterler eşliğinde yapılması gerektiği açıktır.

5.1. Güzergâh Seçiminde Dikkat Edilecek Kriterler

Genel olarak bir enerji nakil hattı güzergâhı seçilirken şunlara dikkat edilir : (Yunusoğlu, 2004)

1. Hat mümkün olduğu kadar kısa olacaktır.

2. Konutların üzerinden kesinlikle geçilmeyecektir.

3. Tesis bakım ve işletme kolaylıkları yönünden hattın yola yakın olması, yol olmayan yerlerde ulaşım kolaylığı dikkate alınacaktır.

4. Nehir, vadi, sel yatağı, bataklık, çeltik tarlası, heyelan, çığ ve kaya döküntülerine maruz kalan alanlardan geçilmeyecektir. (Etüt sırasında bu tip zeminlere kısa aralıklarla rastlanması halinde bunlar plan-profil üzerinde belirtilecektir.)

5. Sit alanlarından kesinlikle geçilmeyecek, ilgili kuruluşlarla temas edilerek, hattın tarihi eser ve sit alanlarına isabet etmesi önlenecektir.

6. Hat güzergâhını Özel Koruma Bölgelerinden (Milli Parklar vs gibi) geçmek zorunda kalırsa, ilgili tüm mercilerden hattın geçişi için izinler (ihale makamından destek yazısı ile) yüklenici tarafından alınacaktır.

Bu kriterler genel olarak dört ana başlık altında incelenmektedir(EPRI, 2006) .

- Mühendislik faaliyetleri
- Arazi Yapısı
- Çevresel Faktörler
- Yasak Bölgeler

EPRI-GTC firması teknik raporunda her bir başlık için aşağıdaki alt faktörleri belirlemiştir(Tablo-5.1):

Tablo-5.1 : Enerji Nakil Hattı Güzergahında Dikkat Edilmesi Gereken Kriterler

TEMEL KRİTERLER	ALT KRİTERLER
Mühendislik Faaliyetleri	Lineer Alt Yapı
	Eğim- Kırılma Açısı
	Yoğun Tarım Alanı
Arazi Yapısı	Tarihi Alanlara Uygunluk
	Bina Yoğunluğu
	Binalara Yakınlık
	Gelecekte Yapılması Planlananlar
	Yayılgan Göl-Gölcük
	Toprak Kullanımı
Çevresel Faktörler	Kamu Alanı
	Dere-Çay –Bataklık
	Sel Havzası
	Koruma Altındaki Arazi
	Yabani Hayvan Bölgesi
Yasak Bölgeler	Binalar
	Özel Bölgeler
	Duyarlı Bölgeler
	Fiziksel Engeller

5.2. Enerji Nakil Hattı Güzergâh Belirlemede CBS'nin Önemi

Dünyadaki gelişmelere bağlı olarak ülkemizde de bilgi teknolojilerinin ülke genelinde kullanılması teşvik edilmiş olup, birçok kamu kurum ve kuruluşunda yönetim, hizmet ve üretim faaliyetlerinde, personel, zaman ve malzeme tasarrufu sağlamak, etkinliği, verimi ve kaliteyi artırmak amacıyla bilgisayar ve bilgi teknolojilerinden yararlanmaya başlanmıştır. Ülkemizde de, 1990'lı yıllardan itibaren birçok kurum ve kuruluş gelişen bilgisayar teknolojisine paralel artan sayısal bilgi ihtiyacının karşılanması amacıyla birbirinden bağımsız donanım ve yazılım yatırımında bulunmuş ve kendi bilgisayar ağlarını kurma çalışmalarına başlamışlardır (Rapor).

Bu çalışmaların ana kollarından biri ise kurumlardaki harita ve diğer grafiksel bilgilerin sayısallaştırılması ve bu verilere ait tablosal ve diğer verilerin öznitelik bilgileri olarak derlenip CBS ortamına aktarılması çalışmalarıdır. Fakat birbirinden bağımsız olarak yapılmaya başlanılan bu projelerde ortak bir veri değişim ve paylaşım standardı ve kurumların sorumlulukları tespit edilmediğinden dolayı aynı coğrafi veri farklı kamu kurum ve kuruluşları tarafından tekrar toparlanarak sayısal ortama aktarılmaktadır. Bunun sonucu personel, zaman ve malzeme israfının yanı sıra üretilen verilerin kalitesi ve güvenirliğinde belirsizliklerin oluşması gibi problemlerle karşılaşılmaktadır. (Rapor)

Coğrafi Bilgi Sistemlerinin en büyük rollerinden biri farklı kuruluşlar arasında üretilen verilerin tek başına veya birbirlerine entegre edilerek kullanma imkanını sağlamasıdır. Dolayısıyla ideal anlamda oluşturulacak olan bir bilgi sistemi ancak tüm ilgili kamu kuruluşları tarafından üretilen verilerin bütünleştirilmesi ile sağlanabilecektir. (Rapor)

Elektrik dağıtımı konusunda ilk CBS projesi 1994 yılında Ankara için yapılmış ve sayısal ortamda elektrik haritalarını kullanılmaya başlanmıştır. Ancak bu proje sadece verilerin bilgisayar ortamına aktarılması aşamasında kalmıştır. 1995 yılında ikinci Dağıtım projesi Gaziantep, Konya, Bursa ve Eskişehir illeri için başlatılmıştır. Ancak Elektrik Dağıtım müesseselerinin yeterince organize olamaması yüzünden bu projeler için alınan yazılım ve donanımlar da atıl vaziyette kalmıştır. 1999 yılında

Kayseri ili elektrik dağıtım müessesi elektrik şebekesinin takibini sağlamak amacıyla master planlama çalışmasını CBS ortamında hazırlamıştır (Küçükpehlivan, 1999).

Son 10 yılın elektrik iletim hattı uzunluğu Tablo-5.2'de gösterilmektedir. Tablodan da görüleceği üzere her geçen yıl hat uzunluğu artmaktadır. Bütün bunlar göz önüne alındığında elektrik iletim hattı güzergah tespitinin önemi de açıkça görülmektedir(Web, TEİAŞ).

Tablo-5.2 İletim Hat Uzunluklarının Son 10 Yıllık Gelişimi (Yıl Sonu)

YILLAR	380 kV	220 kV	154 kV	66 kV	TOPLAM Birim(Unit) : km
1998	11728,2	84,6	26812,3	560,9	39186,0
1999	12802,9	84,6	27534,3	560,9	40982,6
2000	12957,3	84,6	27949,9	560,9	41552,7
2001	13166,6	84,6	28074,6	549,3	41875,1
2002	13625,5	84,6	28506,0	549,3	42765,4
2003	13958,1	84,6	30961,7	718,9	45723,2
2004	13970,4	84,6	31005,8	718,9	45779,7
2005	13976,9	84,6	31030,0	477,5	45569,0
2006	14307,3	84,6	31163,4	477,4	46032,7
2007	14338,4	84,6	31383,0	477,4	46283,4

5.3. Örnek Uygulama

CBS de güzergâh tespitinde klasik ve en çok kullanılan algoritmalardan biri "shortest path algorithm" olarak adlandırılan En Kısa Yol Bulma (EKYB) algoritmasıdır. Klasik en kısa yol bulma algoritması Dijkstra tarafından 1959'da bulunmuştur. Bu algoritma başlangıç noktasından bitiş noktasına kadar her yönde ve bütün düğümler arasındaki mesafeleri bulur. Dijkstra algoritmasının uygulanması için iki veya daha fazla düğümün olması gerekir. Her düğüm birbirine kenarlarla bağlıdır. Bu kenarlar maliyet, zaman, uzaklık olabilir. En kısa yol, düğümler arasındaki mesafelerin toplamının en az olduğu güzergâhtır (Husdal, 1999).

Elektrik enerjisi günümüz dünyasının vazgeçilmez enerjisilerinden bir tanesidir. Bu enerji yenilebilen ve yenilenemeyen enerji kaynaklarından elde edilmektedir.

Fakat şu anki şartlarda daha çok yenilenemeyen enerji kaynaklarından elde edilmektedir. Diğer taraftan genellikle elektrik enerjisinin elde edilmesinde kullanılan kaynaklar ile elektrik enerjisi kullanan tüketiciler arasında coğrafi uzaklıklar bulunmaktadır. Bu coğrafi uzaklık nedeniyle üretilen elektrik enerjisinin üretim bölgesinden taşınması gerekir. Bu taşıma işi de enerji nakil hatları denen hatlar ile yapılmaktadır. Bu hatlar, ya havai hatlar şeklinde ya da kablolar ile gerçekleşmektedir. Bu hatların boyunun en kısa şekilde oluşturulması teknik, ekonomik ve işletme açısından bir zorunluluktur. Fakat bu hat güzergâhının en kısa yol oluşturması çoğu zaman mümkün değildir. Çünkü arazinin yapısı, ziraat alanları, yerleşim yerleri, zemin, milli parklar, hava limanları, göller hattın tesis ve işletmesinin kolaylığı v.b. gibi kısıtlamalar bunu engeller. Bu durumda elektrik hattının gidebileceği yol bir tane değil birkaç tane olabilir. Bu farklı yolların içinden de coğrafi, doğal, çevresel, sosyal, teknik ve ekonomik gibi kısıtlamalar göz önünde bulundurularak optimum olanının seçilmesi gerekir (Durduran, Aydın 2007)

Fakat optimum yol bulmak demek en kısa yolu bulmak değildir. Optimum yolu bulurken önemli olan belirtilen kriterler eşliğinde en uygun yolu bulmak demektir. Çünkü özellikle enerji iletim hatlarında en iyi yol, en kısa yoldur demek doğru olmaz. Örneğin enerji nakil hattı inşa edilecek bir arazide en kısa yolun dağlık bir alandan geçtiği düşünüldüğünde, bu hatta olabilecek bir durumunda arıza durumunda iletim hattına erişimi zorlaştıracaktır. Bu durum da enerji, zaman ve maliyet kaybına sebep olacaktır. Sonuçta söz konusu arazide ana yollara daha yakın olan yol diğer kriterler de göz önüne alınarak en kısa yola nazaran tercih edilebilir.

5.3.1.Uygulamada kullanılan kriterler

Bu çalışmada Selçuk Üniversitesi Alaeddin Keykubat Kampüs Haritası (Şekil-5.1) üzerinde belirli bir alanda, uzman kişiler yardımıyla belirlenen kriterler dahilinde optimum yol bulunmaya çalışılmıştır. Uygulamanın daha kısa sürede ve

daha az maliyetle gerçekleşmesi için CBS kullanılarak oluşturulan bu çalışmada Q-Öğrenme algoritması kullanılmıştır. Uygulama geliştirme yazılımı olarak MAPINFO Professional 9.0 yazılımı seçilmiş ve yapılan çalışma MATLAB 7.0.4 programlama dili ile kodlanmıştır.



Şekil-5.1:Selçuk Üniversitesi Alaeddin Keykubat Kampüs Haritası

Uygulamada enerji iletim hattı güzergâhını etkileyen kriterler tespit edilmiştir. Bu kriterler şu şekildedir(Tablo-5.3).

Tablo-5.3: Uygulamada Kullanılan Kriterler

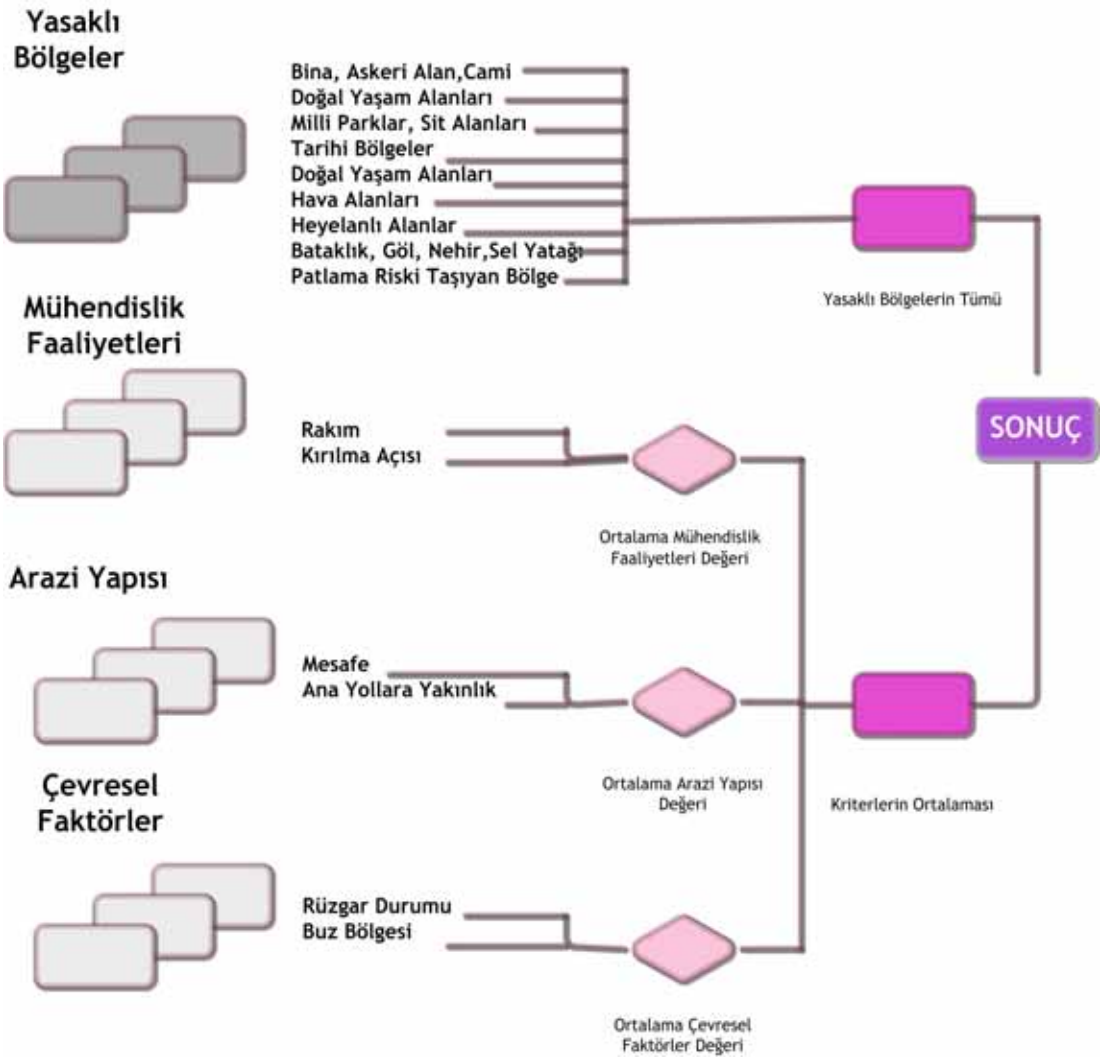
Mühendislik Faaliyetleri	Kırılma Açısı
	Rakım
Arazi Yapısı	Uzaklık
	Ana Yollara Yakınlık
Çevresel Faktörler	Buz Bölgesi
	Rüzgâr Durumu

Enerji Nakil hattı güzergâh seçiminde her bir kritere eşit derecede öncelik vermek yanlış olur. Bazı kriterler diğerlerinden daha önceliklidir. Bu önceliği tespit etmek için EPRI raporunda yaklaşık 120 şirketten gelen uzman kişilerin görüşüne başvurmuştur. Davet edilen uzmanlara sorular yöneltilmiş bu sorulara verdikleri evet-hayır cevaplarına göre her bir kriter için önem derecesi belirten yüzde değerleri tespit edilmiştir. Rapora göre kriterlerin ağırlıkları Tablo-5.4'deki gibidir:

Tablo-5.4 : E.N.H. Güzergâh Seçiminde Kullanılan Kriter Ve Ağırlıkları

TEMEL KRİTERLER	ALT KRİTERLER	AĞIRLIKLAR %
Mühendislik Faaliyetleri	Lineer Alt Yapı	48
	Eğim- Kırılma Açısı	9
	Yoğun Tarım Alanı	43
Arazi Yapısı	Tarihi Alanlara Uygunluk	16
	Bina Yoğunluğu	37
	Binalara Yakınlık	12
	Gelecekte Yapılması Planlananlar	6
	Yayılgan Göl-Gölcük	4
	Toprak Kullanımı	19
Çevresel Faktörler	Kamu Alanı	16
	Dere-Çay –Bataklık	21
	Sel Havzası	6
	Koruma Altındaki Arazi	21
	Yabani Hayvan Bölgesi	36

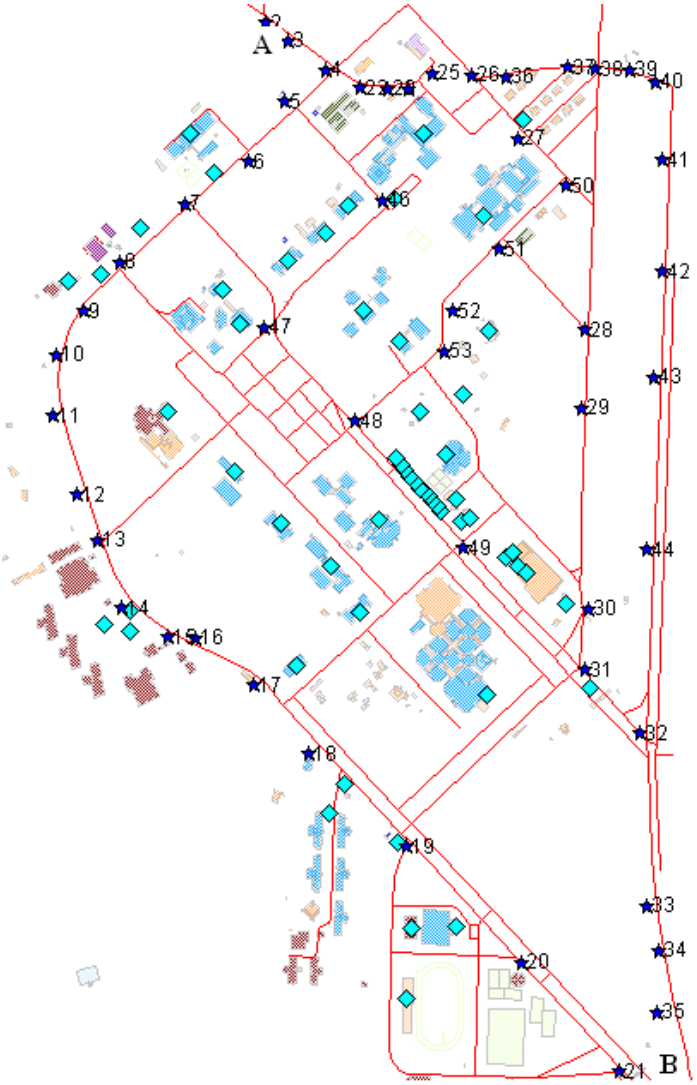
Ayrıca bu kriterler alanında uzman kişilerin fikirleri alınarak önem derecesine göre ağırlıklar verilmiştir. Verilen ağırlıklar öncelikle her bir ana başlık altında toplamda 1 olacak şekilde verilmiştir. Bu ana başlıklarda kendi aralarında önem derecesine göre ağırlık değerleri verilmiştir ve sonuç değeri elde edilmiştir. Yapılan işlemler Şekil-5.2 'de gösterilmektedir.



Şekil-5.2 : Uygulamada Kullanılan Kriterler ve Ağırlıkları

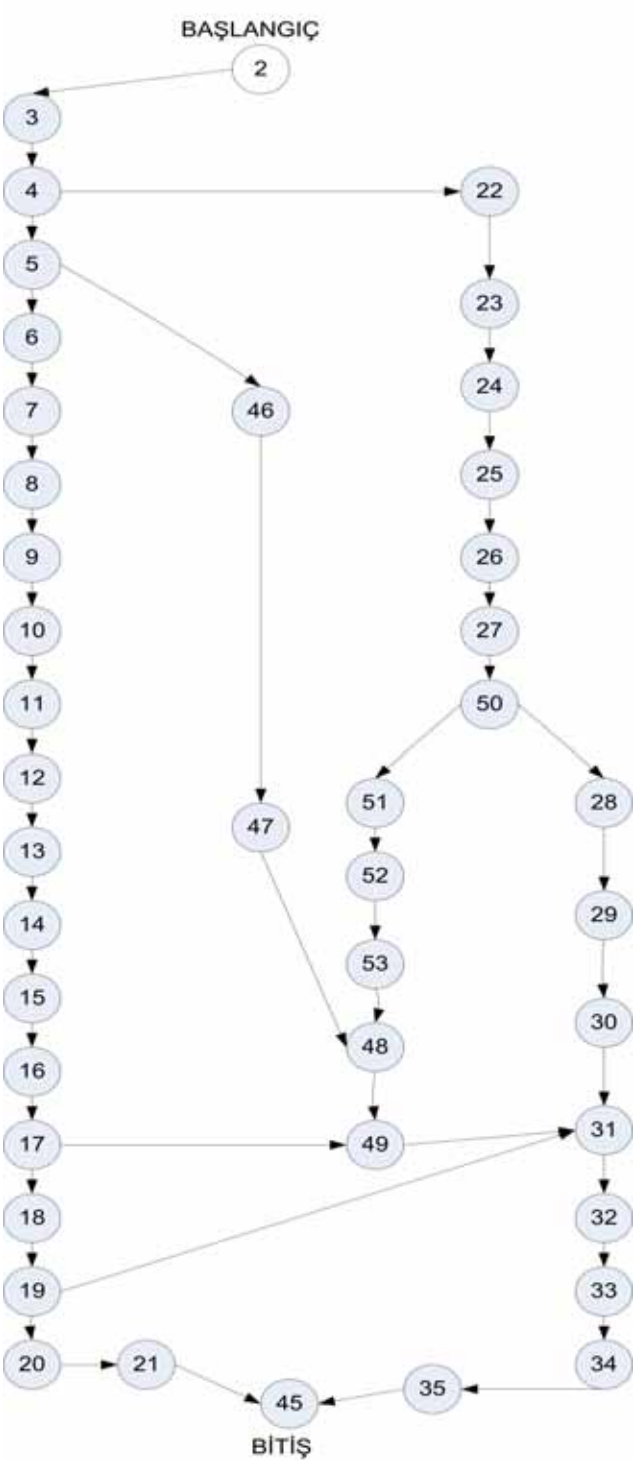
5.3.2.Örnek uygulama

Bu çalışmada Kampüs güzergah haritası Şekil-5.3 de görüldüğü gibidir. Başlangıç noktası “A” ve bitiş noktası “B”’dir.Haritası üzerinde belirli noktalar tespit edilmiştir. Her bir nokta için kriter değerleri CBS yardımıyla tespit edilmiştir. Numaralandırma 2’den başlayıp 53’de bitmektedir. Başlangıç noktası 2 numarayla bitiş noktası ise 45 ile gösterilmiştir. (Şekil-5.3)



Şekil-5.3: S.Ü. Kampüs Alanında Tespit Edilen Ara Noktalar

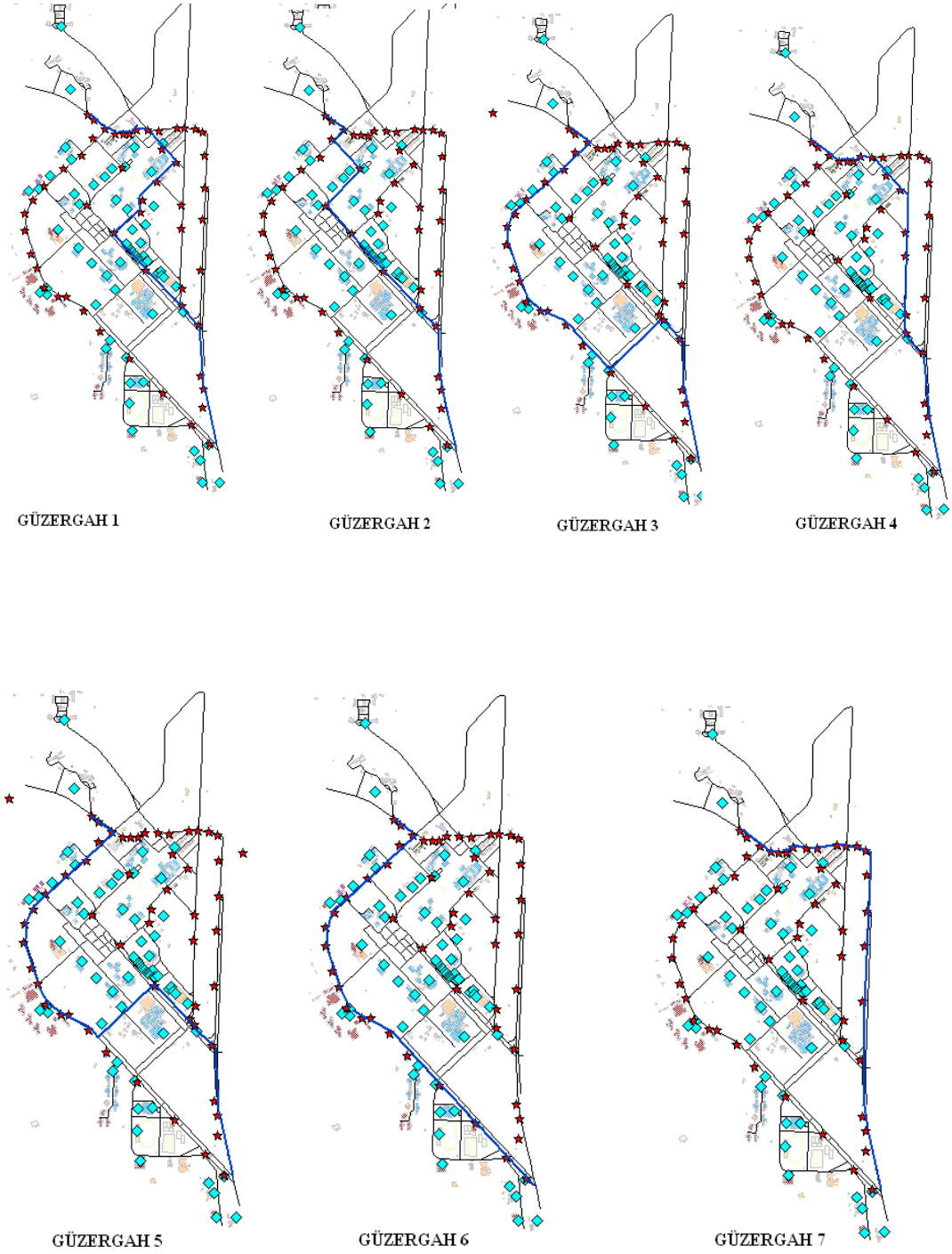
Her bir nokta bir düğüm gibi düşünülmüş ve aralarındaki mesafede kenarlar olacak şekilde graflarla modellenmiştir. Uygulamadaki yolların graf modeli Şekil-5.4'de görüldüğü gibidir.



Şekil-5.4: Uygulamadaki Yolların Graf Modeli

Grafların gösterim şekillerinden biri olan Komşuluk matrisi yöntemi ile kodlanmıştır.

Uygulamada toplamda 53 noktadan oluşan bu noktalardan aşağıda(Şekil-5.5) belirtildiği gibi toplama 7 güzergahtan gidilebilir.



Şekil-5.5. : Muhtemel Güzergahlar

Bu uygulamada Kampüs sayısal haritası üzerinde aşağıda belirtilen kriterler temel alınarak algoritma çalıştırılmıştır.

- Kırılma Açısı
- Uzaklık (Mesafe)
- Rakım (yükseklik)
- Buz Bölgesi
- Rüzgâr Bölgesi
- Ana Yollara Yakınlık

Her bir kriterin optimum değerinin tespit edilmesi için değerler iyiden kötüye doğru derecelendirilmelidir. Gerçekleştirilen uygulamada kullanılan kriterlerin derecelendirilmesi ise Tablo-5.5 yapılmaktadır. Tabloda belirtilen derecelendirmeye göre en iyi değer aralığı "10", en kötü değer aralığı "0.1" katsayısı ile çarpılmıştır. Ara değerlerde "10-0.1" arasındaki sayılardan kademeli olarak seçilmiştir. Daha sonra her bir kriter farklı ölçü biriminde olduğu için bütün değerler 0-1 aralığına çekilmiştir. Normalize işlemi gerçekleştirilirken en iyi değerler "1", en kötü değerler "0" olacak şekilde ağırlık derecesine göre hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar Q-Öğrenme algoritmasına "*ödül*" olarak verilmiştir.

Tablo-5.5: Kriterlerin Derecelendirilmesi

KRİTER	KRITER DEĞERLERİ		DERECELENDİRME
KIRILMA AÇISI	DERECE	GRAD	
	180-170	200-188	EN İYİ
	170-150	188-166	
	150-130	166-144	
	130-90	144-100	
	< 90	<100	EN KÖTÜ
RAKIM	METRE		
	0-600		EN İYİ
	600-900		
	900-1400		
	1400-1800		
	>1800		EN KÖTÜ
RÜZGAR DURUMU	Km/ h		
	95-105		EN İYİ
	105-120		
	120-135		
	135-140		
	>140		EN KÖTÜ
ANA YOLLARA YAKINLIK	METRE		
	50-500		EN İYİ
	500-1000		
	>1000		EN KÖTÜ
BUZ BÖLGESİ	METRE		
	0-600		EN İYİ
	600-900		
	900-1400		
	1400-1800		
	>1800		EN KÖTÜ

Q tablosunun değerleri 0.05 değerinden başlatılmıştır. Algoritma süresince Q değerleri formül 4.1 ‘e göre güncellenmiştir.

$$\hat{Q}(s,a) = r + \gamma \max \hat{Q}(s',a') \tag{5.1}$$

Bir sonraki nokta tespit edilirken Boltzman Dağılımı kullanılmıştır(5.2).

$$P(a_i \mid s) = \frac{k^{\overline{Q}}}{\sum_{J \in A}} \tag{5.2}$$

$P\ (a_i \mid s)$, a_i hareketini seçme olasılığı

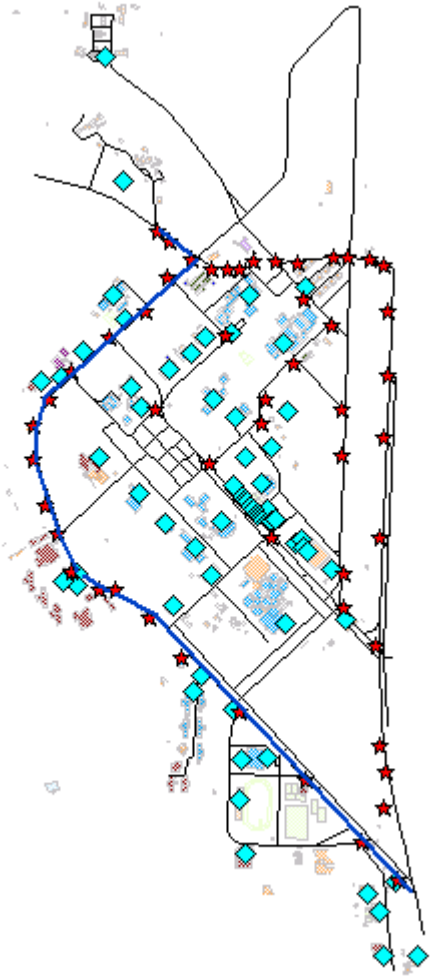
k , sabit (k > 0)

Her bir uygulama 1000 iterasyon çalıştırılmıştır. Uygulamada ilk olarak *Kırılma Açısı, Rakım ve Uzaklık* kriterleri göz önüne alınarak program çalıştırılmıştır. Sonuçta elde edilen optimum güzergah, (Güzergah–4) Şekil-5.6’da gösterilmektedir.



Şekil-5.6: Uygulama Sonucu

Daha sonraki uyulmalamalarda kriter değerlerine *Buz Bölgesi, Rüzgar Bölgesi* ve *Ana Yollara Yakınlık* kriterleri de eklenmiştir. Bu kriterlerde eklendikten sonra elde edilen sonuçlar ise Şekil-5.7'de görüldüğü gibidir.



Şekil-5.7 Sonuçta Elde Edilen Optimum Güzergah

Bu uygulamada eklemek istenilen diğer kriter ise *Yasaklı Bölgeler* kriteriydi. Fakat Kampüs alanında böyle bir yer olmadığı için rastgele birkaç noktayı yasaklı bölge olarak kabul edip güzergâhta meydana gelecek değişiklik gözlemlendi. Elde edilen optimum güzergah üzerinden iki nokta 5 ve 6 numaralı noktaların bu türden iki nokta olarak seçildi. Elde edilen güzergah Şekil-5.8'de gösterilmiştir.



Şekil-5.8 Yasak Bölge Kriterli Uygulama Sonucu

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

6.1 Sonuçlar

Dünyada hızla artan bilgi beraberinde bilgiyi en verimli şekilde kullanma problemini de getirmektedir. Bilgiyi verimli kullanmanın en kolay yolu ise toplanan verilerin bilgisayar ortamına aktarılarak, bu bilgiye ihtiyacı olan bütün birimlerin kullanımına sunmakla mümkündür. Ülkemizde son yıllarda verilerin bilgisayar ortamına alınması hızlanmış ve onlarca kişinin eskiden günlerce çalışarak yaptığı işler çok kısa zamanda ve çok daha verimli bir şekilde yapılabilmektedir.

ÇES alan bilgisine sahip olma, sağlamlık, ölçeklenebilirlik, programlama kolaylığı, paralellik ve akıllı etmenlerle çalışabilme özelliği gibi diğer yöntemlerden üstün özellikleriyle farklı alanlarda çözümler üretmektedir. Bir sistemin akıllı kabul edilebilmesi için öğrenme kabiliyetinin olması istenir. Dolayısıyla öğrenme gerektiren problemlerin çözümünde uygulanabilen bir sistemdir.

CBS, belirli bir amaç doğrultusunda yeryüzüne ait verilerin toplanması, depolanması, sorgulanması, transferi ve görüntülenmesi işlevlerini yerine getiren araçların tümüdür.

Bu çalışmada genel hatlarıyla Coğrafi Bilgi Sistemleri ile ilgili bilgi verilmiştir. Ayrıca etmen, çoklu etmen kavramları tanımlanmıştır. Enerji nakil hattı güzergâh tespitinin günümüzdeki öneminden bahsedilmiştir. CBS teknikleriyle güzergâh seçiminin avantajları hakkında bilgi verilmiştir.

Bu tez çalışmasında Selçuk Üniversitesi Alaeddin Keykubat Kampüs Haritası üzerinde belirli bir alanda, uzman kişiler yardımıyla belirlenen kriterler dahilinde optimum yol bulunmaya çalışılmıştır. Uygulamanın daha kısa sürede ve daha az maliyetle gerçekleşmesi için CBS kullanılarak oluşturulan bu çalışmada Q-öğrenme

algoritması kullanılmıştır. Uygulama geliştirme yazılımı olarak MAPINFO Professional 9.0 yazılımı seçilmiş ve yapılan çalışma MATLAB 7.0.4 programlama dili ile kodlanmıştır.

Uygulamada enerji iletim hattı güzergâhını etkileyen kriterler tespit edilmiştir. Her bir kritere, alanında uzman kişilerin fikirleri alınarak önem derecesine göre ağırlıklar verilmiştir.

Sonuç olarak görüldü ki en kısa güzergah olan Güzergah-3 (2696,35 m) bu uygulamaların hiç birinde sonuç olarak elde edilmedi. Çünkü en kısa yol olmasına rağmen bu güzergahta 3 noktada 90 dereceye yakın açılarda kırılmalar meydana gelmektedir. Bu enerji nakil hattı test edilirken istenmeyen bir durumdur. Güzergah 1, Güzergah-3 ve Güzergah-5 ‘de de benzer kırılma açıları vardır.

6.2 Öneriler

Yapılan çalışmada uzman kişilerce tespit edilen kriterler doğrultusunda optimum güzergah bulunmuştur. Q-Öğrenme Algoritması uygulanarak tespit edilen güzergâhta CBS kullanılarak gerekli bilgilere eksiksiz ve en kısa sürede kolayca erişilebilmiştir.

Uygulanmak istenen kriterler çok kapsamlı olarak düşünülmüştür. Fakat kampüs alanı içerisinde düşünülen kriterlerin çoğu bulunmamaktadır. Bu nedenle bu çalışma daha geniş alanlarda, farklı kriterler eklenerek geliştirilebilir.

Ayrıca yapılacak yeni çalışmalarda axb boyutlu arazinin sayısal haritaları uydu görüntüleri yardımıyla elde edilebilir.

Saha çalışmasında uygun olan kriterler için altlıklar oluşturularak çalışmaya görsellik katılabilir.

7.KAYNAKLAR

Abul,o., Polat,F. And Alhajj, R., 2000, "Multiagent Reinforcement Learning using function approximation", IEEE transaction on System, Man and cybernetics-Part C,Vol. 30, No : 4

Alkış Z. ,1996, "Coğrafi Bilgi Sistemi Bileşenleri"..

A. M. Turing ,1950, "Computing Machinery and Intelligence**"** 433-460.

Bertsekas, D.P., 1995, Dynamic programming and optimal control,Athena Scientific

Durduran S.S., Aydin M., "Coğrafi Bilgi Sistemi Kullanılarak Enerji Nakil Hatlarının Güzergah Seçimi ve Örnek Bir uygulama", *3. Ulusal Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu, 2007, pp. 459-464*

Houston G., Johnson C., "EPRI-GTC Overhead Electric Transmission Line Siting Methodology,Technical Report", Georgia Transmission Corporation, 2006.

Hu, J.and Wellman , M. P., 1998, "Multiagent reinforcement learning: teorical framework and algorithm" , Proceedings of the International Conference on Machine Learning, pp.242-250

Kaelbing,L.P. Littman, M.L. and Moore, A.W. 1996, "Reinforcement Learning : A survey, Artificial Intelligence Research", vol,4 pp.137-285

Kaya M. 2003, Doktora tezi," Çoklu etmen veri madenciliği" , Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ

Küçükpehlivan T. 1999, Doktora Tezi, "Elektirk Dağıtım Sistemlerinde Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kullanımı", Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Michell, T.M., 1997 , "Machine Learning"

M. Wooldridge and N.R. Jennings, 1995 ," Intelligent etmens: Theory and practice" , The Knowledge Engineering Review, 10(2):115-152

Stone P., Veloso M.,1997, "Multiagent Systems: A Survey from a Machine Learning Perspective" , CMUCS97193

Sutton, R.S.and Barto, A.G. ,1998, "Reinforcement Learning: An Introduction. Cambridge" , MA: MIT Press.

Tümay A, 2001, Doktora Tezi, "Güvenli Karayolu Ulaşımı İçin Coğrafi Bilgi Sistemleri Tabanlı Karayolu Güzergâh Tespit Metodu" Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

"Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi Oluşturulabilmesi İçin Ön Çalışma Raporu", Eylem 47, Rapor, 2005

Yılmaz S. 2006, Yüksek Lisans Tezi, "Yapay Bağışıklık Sistemleri Kullanılarak Çoklu Etmen Sistemlerinde Öğrenme", S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.

Yomralıoğlu T., 2000, "Coğrafi Bilgi Sistemleri:Temel Kavramlar ve Uygulamaları", Akademi Kitabevi.

Yunusoğlu A. 2004,"Enerji Nakil Hatları, Etüd, Proje, Test, Montaj, Tesis ve Kontrollük - Özel Notları "

WEB ADRESLERİ :

www.husdal.com 30.Aralık.2008

www.teias.gov.tr/istat2004/49.xls *31.Aralık.2008*

http://www.gislab.ktu.edu.tr/gisnedir/cbs.htm: 20. Ocak 2009