

PAPER DETAILS

TITLE: YAPAY ZEKA BILGI ISLEM TEKNOLOJISI VE BILESENLERI

AUTHORS: Sibkat KAÇTIOGLU,Yavuz KILAGIZ

PAGES: 0-0

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/29915>

YAPAY ZEKA BİLGİ İŞLEM TEKNOLOJİSİ VE BİLEŞENLERİ

Sibkat KAÇTIOĞLU*
Yavuz KILAĞIZ**

Özet: Bu çalışmada yapay zeka bilgi işlem teknolojisi tanımlandıktan sonra yapay zeka tekniği ile programlamanın bileşenleri olan bilgi temsili, araştırma ve sonuç çıkarma konularında ve yapay zeka programlama dilleri hakkında bilgi verilmiştir.

I.Giriş

Bilgi çağının vazgeçilmez aracı olan bilgisayarlarda, ilk keşiflerinden günümüze kadar, hem donanım hem de yazılım sahasında büyük ilerlemeler kaydedilmiştir. 1945'te üretilen ENIAC, ilk genel amaçlı dijital bilgisayarlardır. Sahip olduğu 18000 tüpü en belirgin özelliğiydi. Bundan 10 yıl sonra transistörlü bilgisayarlar, 1957 yılında da entegre devrelerin üretilmesi ile, bu teknolojiye dayalı bilgisayarlar dizayn edildi. Böylece bilgisayarların yetenekleri baş döndüren bir hızla gelişirken, fiziksel boyutları çok küçülmüştür. Donanımdaki bu ilerlemelere paralel olarak yazılım sahasında da büyük gelişmeler kaydedilmiştir. Yakın zamana kadar üretilen programlar tam bilgi ile kesin çözümler üreten yazılımlardı. Bu tür programlar için en önemli aşama çözüm için gerekli bilgilerin tam olarak toplanmasıdır. Şayet problemle ilgili bilgiler tam olarak toplanırsa, klasik programlama yöntemleri ile bu problemleri çözebilecek bilgisayar programları yazılabilir. Fakat, günlük yaşamda bazı problemleri çözmek için tam ve kesin bilgileri elde etmek imkansız olduğundan, eldeki yüzeysel, şüpheli, belirsiz veya eksik bilgilerle çözüme gitmemiz gerekmektedir. Örneğin geleceğe ilişkin kararlar verirken baz aldığımız bilgiler çoğunlukla şüpheli veya belirsiz bilgilerdir. İşte bu tür bilgilere dayalı problemleri çözmek için klasik programlama teknolojisi yetersiz kalmaktadır. Bu tür problemlerin çözümü için muhakeme etme, öğrenme ve anlama ile ilgili bilgi işlem teknolojisine ihtiyaç duyulur ki; bu da yapay zeka teknolojisidir.

II. Yapay Zekanın Tanımı

Yapay zeka 1956 yılında, ABD'nin Dartmouth kent kolejinde on bilim adamının verdiği bir konferansta doğdu. Bu konferansta J.McCarthy, M.Minsky, C.Shannon, A.Newell ve H.Simon zeka ile donatılmış bilgisayar programlarını geliştirme ihtimalini araştırmayı önermişlerdir. Bu vesile ile

* Prof. Dr. Atatürk Üniversitesi İİBF, İşletme Bölümü.

**Yrd. Doç. Dr. Atatürk Üniversitesi Erzincan MYO

konulan yapay zeka ismi Newell ve Simon gibi bazı bilim adamlarının karşı koymalarına rağmen günümüze kadar süre gelmiştir (Hunt,1986:2).

Yapay zeka, muhakeme etme, öğrenme ve anlama işlemleri ile ilgili bilgi işlem teknolojisi ve temel konuları, bilgi temsili, araştırma, anlama ve sonuç çıkarmadır (Tanimato,1990:6). Zekice davranışları inceleme yollarından biri olan yapay zeka, bilgisayara zekice düşündürme yollarını bulmaya çalışır. Yani yapay zeka, insan zekasının sınırlı ölçüde bilgisayara aktarılmasıdır (Firebaugh, 1989:4). Bir başka ifade ile, yapay zeka insanlar gibi düşünen zeki bilgisayar programlarının geliştirilmesi ile uğraşan bir bilim dalıdır denilebilir.

Günlük yaşamda konuşma yolu ile iletişim sağlamak, kişiler arasında paylaşılan bilgiye ve mesajı tanımlayan işaretlere bağlıdır. Bu nedenledir ki; iletişim teşebbüsünde ve problem çözümünde kelimelerin ve cümlelerin tam anlaşılmasını sağlayan bilginin noksanlığı kapasiteyi oldukça düşürmektedir. Yalnızca muhakeme etme tekniği problemin çözümü için yeterli değildir. Bilgi zeka için bir merkezdir. Dolayısıyla bilginin noksanlığı çözüm işlemlerini sınırlandıracaktır. İnsanlara benzer olarak yapay zeka programları da, noksan bilgi ile sonuç bulabilir fakat; bulunan sonuç doğru olmayabilir. Bununla birlikte iyi organize edilmemiş bilgiler de çözümü zorlaştıracaktır. Bu nedenle yapay zeka uygulamalarında bilginin temin edilmesi ve bu bilgilerin organize edilmesi en önemli konulardandır.

Yapay zekanın temel konularından olan bilgi temsili, anlama ve tasarım ile ilgilidir. Bilgi temsili, bilgilerin anlama işlemi için kullanılabileceği, kolayca güncelleştirilip, denenebileceği şekilde yapılmalıdır. Kullanılacak bilgiler, mantıksal ifadeler, anlamaya yarayan kurallar, istatistiksel korelasyon gibi bir çok yolla hazırlanabilir (Anderson, 1990:21).

Yapay zekanın diğer temel konusu olan araştırma, problemin çözümünde kabaca bir algoritma çıkarmak için yapılan anahtar çalışmadır. Yapay zeka uygulamalarında, anlama içgüdüsel bir hareketten ziyade fikir üretmek hareket etmeye yönelen bir çalışma; sonuç ise, bilginin tam olarak tanımlanması işidir (Cohen, 1987:25).

Oldukça tartışmalı bir konu olan yapay zeka terimi, bir çok karışıklığa ve yanlış yorumlara yol açmaktadır. Yapay zeka çalışmaları, birbirini bütünleyen iki bakış açısına göre ele alınabilir.

-Birinci bakış açısı, zekanın çalışma biçimlerinin incelenmesini kapsar. Burada bilgisayar, bir model veya teoriyi test etmek için kullanılır.

-İkinci bakış açısı ise, bilgisayarı genellikle insan zekasına özgü bilgi edinilmesi, algılama, düşünme, karar verme gibi kabiliyetlerle donatmak üzere sarfedilen çabalarla ilgilidir. Bu bakış, bir bilgisayar programı aracılığı ile zeka isteyen bir takım işlerin icra edilmesi ile ilgilidir; fakat insan zekasının işleyişi ile aynı değildir (Haton, 1991:7).

Yapay zeka teknolojisi ile geliştirilen bilgisayar programında hem önceki sistemlere ait bir takım ampirik sonuçlar, matematiksel prensipler, hem de; pratik programlama teknikleri kullanılır(Cohen, 1993:8).

III. Yapay Zekanın Bileşenleri

Yapay zeka bilgi işlem teknolojisinin bileşenlerini aşağıdaki gibi sıralayabiliriz(Yazdani, 1986:8);

- 1-Bilgi tanımı.
- 2-Araştırma.
- 3-Sonuç çıkarma ve mantık.
- 4-Yapay zeka Programlama dilleri.

Bir yapay zeka programı verilen bilgileri baz alarak, mevcut bilgi tabanında yaptığı araştırma ile sonuç bulmaktadır. Bu nedenle daha çok sembolik işlemler yapan yapay zeka programları, çok iyi organize edilmiş bilgi tanıtımına ihtiyaç duyarlar. Bilgi tabanındaki araştırmada, yanlış seçenekleri yok edecek ipucu mahiyetindeki hōristikleri kullanmak sonuç bulma işlemini hızlandırır. Hōristik, deterministik olmayan yolları izleyen ve başarının garantili olmadığı ancak, çalıştığı zaman genellikle işlem zamanında büyük tasarruf sağlayan bir sezgisel yaklaşımdır (Nilsson,1990:34). Yapay zeka çalışmalarında programlama dili olarak Basic, Fortran, Cobol, C, Pascal gibi yüksek seviyeli diller ve LISP, Prolog gibi sembolik programlama dilleri kullanılmaktadır.

A. Bilgi Tanıtımı

Yapay zeka programlama teknolojisi ile geliştirilen bilgisayar programları, daha çok sembolik işlemlerle ilgilidir ve bu programları geliştirebilmek için, organize edilebilir bilgiye ihtiyaç vardır. Bilgi; bir probleme özgü, bir alanda genelleştirilmiş, derin, yüzeysel, kesin, şüpheli, belirsiz, eksik vb. olabilir. Bilgi tanıtımının amacı, yapay zeka programları ile ilgili yapılacak, karar verme, çizim, planlama, nesnelerin ve durumların tanıtımı gibi zeka ile alakalı fonksiyonların icrası sırasında, gerekli bilgilere hemen erişebilmektir(Frost, 1986:37).

Bilgi tanıtımı tanımlanabilir(declerative) ve yöntemsel(procedural) olmak üzere iki kategoriye ayrılabilir. Tanımlanabilir tanıtım türü, iddia ve gerçeklerin tanıtımı için kullanılır ve bu iddia ve gerçekler arasındaki ilişkileri tanımlar. Yöntemsel tanıtım ise, işlemlerin nasıl yapılabileceği ile ilgili bilgileri kapsar. Kavramlar ve nesneler arasındaki ilişkiler, mantıksal tanıtımda mantıksal önermelerle, anlamsal tanıtımda ise, düğümlerin kavramları, yayların ilişkileri gösterdiği grafiklerle tarif edilir(Haton,1991:42).

1. Mantıksal Tanıtım

Mantık, doğru ve sistemli düşünme kuralları bilgisidir ve çıkarsamanın formal bir metodudur (McCorduck,1990:61). Bilgisayarlarla mantıksal çıkarsama işlemi yapan hesaplanabilir mantık, bilinen sembolik ve matematiksel mantık seviyelerine dayanır. Hesaplanabilir mantık iki gruba ayrılır:

- 1-Önerme mantığı.
- 2-Yüklem mantığı.

Mantıkta önermeler, doğru ve yanlış olarak değerlendirilebilecek basit ifadelerdir. Önermelerle yapılan işlemlerde, önerme doğrudur veya yanlıştır diye sonuç çıkarılır veya bilinen önermelerle yeni önermeler türetilir.

Önerme mantığındaki bütün önermelerin doğasında, bu ifadelerin doğru veya yanlış olduğuna ilişkin sınırlama vardır. Önerme bileşenleri ayrı ayrı değerlendirilemez. Yüklem mantığı, değişkenler ve değişken fonksiyonlarının kullanımı ile, haklarında çeşitli iddialar olan önerme bileşenleri için de değerlendirme yapabilir. Başka bir deyişle yüklem, önermenin argümanları ile birlikte ifade edildiği önermelerdir.

Önerme mantığında kullanılamayacak ifadeler, bileşenlere ait değişkenlerin dahil edildiği yüklem mantığında da kullanılamazlar. Fakat yüklem, değişken ve fonksiyonların kullanımı ile genişletilebilir (Hunt,1986:47).

"Bütün kuşların kanadı vardır." önermesinin matematiksel ifadesi aşağıdaki gibidir:

$$\forall x.Kuş \rightarrow Kanadı Var(x).$$

Bu ifade, şayet x nesnesi kuş ise, x'in kanadının olacağını anlatmaktadır. Mantıkta, ifadelerin biçimsel olarak yazılmalarının sağladığı en önemli avantaj, sonuç çıkarmak için gerekli kuralların görünüyör olmasıdır. Bir başka örnek aşağıdaki gibi olsun:

$$\forall x.Serçe \rightarrow Kuş(x).$$

Bu önerme de şayet x nesnesi serçe ise, x'in kuş olduğunu anlatmaktadır. Bu iki önermeden faydalanılarak, aşağıdaki önerme yazılabilir:

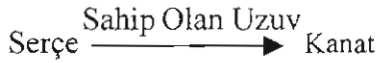
$$\forall x.Serçe \rightarrow Kanadı Var(x).$$

Bu yeni önermenin tanımı ise şöyledir: "Bütün serçelerin kanadı vardır." Yukarıdaki ilk iki örnekten sonuç çıkarma kuralları öğrenileceği için, son önerme rahatlıkla yazılabilecektir.

Mantıksal tanıtım, anlaması ve uygulaması oldukça kolay ve kullanışlı bir tanıtım türüdür. Bununla birlikte hafızada fazla yer işgal etmesi en büyük dezavantajıdır. Çünkü, en küçük bir nesne veya en düşük kapsamlı bir olayın tanıtı bile tanıtımın tam yapılabilmesi açısından oldukça çok sayıda önerme yapılmasını zorunlu kılmaktadır (Biondo, 1990:51).

2. Anlamsal Tanıtım

Anlamsal şebekeler, özelliklerin tanımı ve nesnelerin, olayların, kavramların, hal ve hareketlerin ilişkisini, düğümler ve düğümleri birbiriyle ilişkilendiren yaylarla gösteren grafiksel bir anlatımdır(Hunt, 1986:55). Bu tanıtım türü başlangıçta cümlelerin anlamlarını tanıtım için geliştirilmiştir. Daha sonraları, zihinsel işlemler algoritması ile arasındaki benzerlik fark edilerek, daha geniş bir kullanım alanı bulmuştur. Anlamsal şebekeler, yapay zeka uygulamalarında oldukça çok kullanılan bir tanıtım şeklidir. Bu tanıtım türünün çok yaygın olmasının sebebi, tanıtımların açık ve kısa olmasıdır. Anlamsal şebekelerde düğümler kavramları, yaylar ise ilişkileri gösterir. Örneğin:



Bu gösterim "Kuşların kanadı vardır." cümlesinin ilişkisel anlatım yolu ile gösterim biçimidir. Anlamsal şebekeler, kavramlar arasında hiyerarşik bağlantıların olduğu durumlarda, bilgilerin sınıflandırılmasını göstermeye elverişlidir. Bazı durumlarda bir düğümden diğerine geçerken, düğümlerin özellikleri de diğer düğüme geçebilir. Bu tür kalıtım kurallarının kullanıldığı problemlerde, gerekli önlemler alınmalıdır. Anlamsal şebekeler hiyerarşik kavram kümelerinin tanıtımı için çok iyi bir yol olmakla birlikte, standartlaştırma çabalarına rağmen bir standartın getirilemeyişi dezavantaj oluşturur. Yine bu tür tanıtım ile, bir yonteme dair bilgileri ifade etmek mümkün değildir (Rolston, 1988:39).

3. Mantıksal Üretim Sistemleri

Üretim kuralı, üretim sistemi olarak bilinen, modüler bilgi tanıtım planlarının karakteristik elemanlarını oluşturur(Winograd, 1983:96). Yapay zekada bu yaygın şekilde kullanılmaktadır. Çünkü bu sistemler, kolay anlaşılabilir ve değiştirilebilir sistemlerdir. Örneğin;

IF HAREKET TARZI = UÇMAK
AND GAGA ŞEKLİ = KANCA-ŞEKLİNDE
THEN KUŞ = PAPAĞAN

Burada kural değer çifti sabittir, sonuç değeri ise, veri tabanında bu sabite karşılık gelen değerdir. Başka bir tanıtım türünde nitelikler de değişken olabilir;

IF DEĞER X=<DEĞER?>
AND Y=<DEĞER?>
THEN Z=<DEĞER?>

Burada x ve y değerlerine göre hesap yolu ile veya veri tabanından atama yolu ile z bulunur. Üretim sistemleri açık görünümülerinden dolayı, problem çözümünde oldukça kullanışlıdır. Özellikle yapay zekanın bir dalı olan uzman sistemlerde kuralların verilmesi sırasında üretim sistemleri sıkça kullanılır (Biondo, 1990:48).

Mantıksal üretim sistemleri, "kural tabanlı üretim sistemleri" olarak da isimlendirilirler. Problem çözümü, kuralların birbirinden farklı durumlara uygulanması ile elde edilir. Bir üretim sistemi problem çözümü esnasında kontrol sağlar ve aşağıdaki bileşenlerden oluşur:

- 1-Veri tabanındaki kurallar seti.
- 2-Çalışma hafızası.
- 3-Bilinen işleri kontrol mekanizması.

Bir kural, durum-hareket çifti olarak tarif edilebilir. Burada kuralın durum (IF) kısmı, kuralın uygulanabilmesi için şartların bulunduğu, hareket (THEN) kısmı ise gerekli şartlar yerine getirildiğinde yapılacak işin tarif edildiği kısımdır.

Çalışma hafızası çıkarsama işlemi sırasında, mevcut olan durumların tarifini içermektedir. Burada bir hareketin yerine getirilebilmesi için gerekli şartlarla, bu şartlar yerine getirildiğinde yapılacak hareket eşleştirilmiştir. Şayet eşleşme uygunsa, hafızada üye haline getirilmiş hareket icra edilecektir (Korf, 1982:62).

4.Yöntemsel Tanıtım

Genellikle yöntemsel tanıtım ile klasik algoritma yöntemlerinin yapay zeka uygulaması kast edilir. Yöntemsel tanıtım bir işin nasıl yapılacağına ilişkin tanıtımdır ve tanımlanabilir tanıtım türü ile tamamen ayrıştırılamazlar. Çünkü tanımlanabilir tanıtım ile tanımlanmış bir bilginin belirli bir işlemde nasıl kullanılacağı, yöntemsel tanıtım ile gösterilir.

Yöntemler için genel hareket mekanizması; yöntemi çağırabilmek için gerekli olan durumun elde edilmiş olmasıdır. Örneğin, bir mantıksal üretim sisteminde, gerekli şartların sağlanması durumunda bir yöntem harekete geçebilir. Bu tanıtım, bilgilerin modüler tanıtımını ve kolayca modifiye edilebilmesini sağladığı için yapay zeka'da oldukça sık kullanılır (Alberico, 1990:12).

IV. Yapaş Zeka Problemlerinin Çözümünde Kullanılan Araştırma Teknikleri

Problem çözümü, bir çok yapay zeka uygulaması için temel konudur. Gerçekte problem çözme yeteneği, hem insanlar ve hem de makinalar için zeka seviyesinin bir göstergesi olarak kabul edilir. Temel olarak problemler iki sınıfa ayrılabilir. Birincisi; matematik problemleri gibi hesaplama yöntemi ile

çözülebilen problemlerdir. Bu tür problemlerin bilgisayarlarda çözümü için, çözüm algoritmasının hazırlanması ve buna uygun bir programın bilgisayara yüklenmesi gerekmektedir. Bazı gerçek yaşam problemleri vardır ki; bunların çözümü için araştırma yapmak gerekmektedir. İkinci sınıfa giren bu tür problemlerin bilgisayarlarla çözümü yapay zeka ile ilgilidir.

Bu tür problemlerin yapay zeka teknikleri kullanılarak çözümü, problemlerin karmaşık ve hassas olmasından dolayı oldukça zordur. Dolayısıyla problemlerin çözümünün isteklere cevap verebilmesi için, araştırma teknikleri geliştirilmiştir. Geliştirilen teknikler, problemlerin çözümünde çok önemli yer tutar (Kanal, 1988:20, Schildt, 1987:19). Muhtemel çözümleri bulmak için kullanılan bir çok araştırma tekniği vardır. Bunlardan en çok kullanılanları ve en önemlileri şöyle sıralanabilir:

- 1-Önce derinlemesine araştırma.
- 2-Önce genişlemesine araştırma.
- 3-Yukarı tırmanma araştırması.
- 4-En düşük maliyet araştırması.

Bu araştırma tekniğinin anlaşılabilmesi için problemlerin grafiksel olarak tanıtılması faydalı olacaktır. Grafiksel tanıtım bir probleme ait basamakların düğümlerle, basamaklar arası ilişkilerin yaylarla gösterildiği bir tanıtım şeklidir. Şekil 1.'de bir otobüs firmasına ait yol güzergahı grafi verilmiştir.

Grafiksel tanıtımda düğümler ve yaylar bütününe graf, başlangıç düğümüne kök, kökün bir alt seviyesinde bulunan düğümlere yavru kök, yavru düğümlerin bir alt seviyesinde bulunan düğümlere ise kökün torun düğümleri denir . Ayrıca bir grafiksel tanıtımda her düğüm, mümkün bir hedef, terminal düğüm; yolun son düğümü, araştırma alanı; bütün düğümlerin bulunduğu alan, hedef; araştırılan nesnenin bulunduğu düğüm, hristik; özel bir düğümün diğer düğümlerden daha iyi bir seçim olması ihtimali hakkında bilgi, çözüm yolu ise çözüm için geçilmesi gereken düğümleri gösteren grafik olarak tanımlanır (Schildt, 1987:27).

A. Önce Derinlemesine Araştırma Tekniği

Önce derinlemesine araştırma tekniğinde arama işlemine kökten başlanır. Daha sonra köke ait yavru düğümlerin en solundakine gidilerek hedef aranır. Bu işleme hedefe erişinceye kadar bir alt seviyedeki düğümlerin en solundakine gidilerek devam edilir. Şayet hedefe ulaşmadan bir terminal düğüme rastlanırsa, bir seviye öne dönülüp, bir adım sağa hareket ettikten sonra hedefe varıncaya kadar sola gidilir (Korf, 1982:65). Şekil.2'de hedef F düğümü olduğunda izlenecek yol gösterilmiştir.

B. Önce Enlemesine Araştırma Tekniği

Önce enlemesine araştırma tekniği, önce derinlemesine araştırma tekniğinin tersidir. Bu teknikte de, bir alt seviyeye inilmeden önce, aynı

seviyedeki düğümler kontrol edilir. Araştırmaya aynı seviyedeki düğümlerden solda olandan başlanıp, sağa doğru gidilir. Şekil 3'de hedef F düğümü olduğunda izlenecek yol gösterilmiştir (Korf, 1982:67, Schildt, 1987:33).

C. Araştırmaya Höristiklerin Eklenmesi

Önce derinlemesine ve önce enlemesine araştırma tekniklerinin her ikisinde de, öğretilenlerden faydalanılarak, yapılan tahminleri kullanmaksızın, bir düğümden diğerine hareketle hedefe ulaşmaya çalışılmaktadır. Yani hedef nokta bulunana kadar, nerede olduğuna dair herhangi bir fikir ortaya atılamaz. Bu sebeple tamamen yanlış yönlerde yapılabilecek araştırmalar, bir hayli zaman kaybettirebilecektir. Bunun yanı sıra bazı genel kılavuz bilgiler mevcut ise, araştırma, başlangıçta hedef yönünde hareket edecek şekilde yönlendirilebilir. Başka bir deyişle, araştırmaya höristikler ilave edilebilir (Ginsberg, 1993:47).

Höristik, hedefe erişmek için doğru bir yönde ilerleyen araştırmada, araştırmayı sınırlama kuralıdır. Örneğin saklanan bir şeyi ipucu ile aramak, ipucu olmaksızın aramaktan daha kolaydır ve daha az sürede, daha az çaba sarfedilerek bulunur. Kısaca höristikler, hedefi daha çabuk bulma ihtimalini artırır. Herhangi bir problem için kolayca höristik uygulanabilir. Fakat höristikler bütün problemler için genellenemezler. Höristik araştırma metodları, sıkça minimize ve maksimize problemlerinde kullanılmaktadırlar. Aynı araştırmaya farklı höristikler uygulanırsa farklı sonuçlar bulunabilir (Biondo, 1990:54).

D. Yukarı Tırmanma Araştırma Tekniği

Yukarı tırmanma araştırma tekniğinde amaç, hedefe erişmek için geçilen bağlantı noktası sayısını minimize etmektir. Bu araştırma tekniği ile çözülen yol problemlerinde bulunan yol uzun olabilir. Yani daha çok düğüm noktasından geçilerek, daha kısa bir yolla hedefe ulaşmak mümkündür. Yukarı tırmanma araştırma tekniğinde, başlangıçta, seçilecek yolun tesbiti için, hedefe en yakın gözüken düğümün olduğu yol seçilir. Şekil 4'de ABDG yolu 550 km. ile G hedefi için optimal yol iken, yukarı-tırmanma tekniği ile bulunan ACG yolu 700 km. dir.

E. En Düşük Maliyet Araştırma Tekniği

Bu teknik ise, en kısa yoldan çözüme erişimi amaçlamaktadır. Başka bir ifade ile, mesafesini minimize eder. Yani o an üzerinde çalışılan düğümden, hedef düğüme birden fazla yol var ise, bunlardan en yakın olanı seçilir. Bu tür bir çözüm ayrıntılı araştırmayı gerektirebilir. Şekil 5.'de verilen grafta hedef düğüm E olduğunda izlenecek yol gösterilmektedir.

En düşük maliyet araştırma tekniği her durumda en az çaba sarfederek en iyi çözümü arar. Buna rağmen yukarı tırmanma araştırma tekniğinden daha

iyidir denilemez. Ayrıca bu araştırma tekniği h ristik kullanamaz(Biondo, 1990:60).

V.  ıkarsama

Klasik programlama tekniği ile     len problemler, tam ve kesin verilere sahip problemlerdir. Dolayısı ile bu tür problemlerin bilgisayarlarla     m nde mantıksal ve matematiksel kurallardan faydalanılarak kesin sonuçlar üretilir. Yapay zeka teknolojisi ise daha çok, tam ve kesin bilgilerin temin edilemeyeceği, eldeki yüzeysel, şüpheli, belirsiz ve eksik bilgilerle     me gidilmesi gereken problemlerle ilgilidir. Bu nedenle yapay zeka uygulamalarında bilgilerin çoğunluğu belirsizliklerle birlikte yüklenmiştir. Bir çok kuralda pratik kararlar için  ayılamayacak kadar beklenti vardır. Yapay zeka uygulamalarında program karar verirken, ya elde edilen çıktıların faydaları göz önünde bulundurulur, veya yapılacak seçimde, veriler tartılarak bir çok alternatif arasından en iyisi seçilir. Karar vermek için bilgiye ihtiyaç vardır. Fakat karar vermek için teorik bir bilgi tabanı yoktur(Garnham, 1988:103). Çünkü bir çok belirsizlik çeşidi vardır ve bu belirsizlikleri değerlendirecek matematiksel bir yöntem yoktur. Bilgisayarlarda belirsizlikleri değerlendiren temel iki sınıf yaklaşım vardır:

1-Sayısal yaklaşımlar.

2-Sayısal olmayan yaklaşımlar.

Temel sayısal yaklaşımlar şunlardır:

1-Bayes İhtimali.

2-Fuzzy lojik.

3-Demster-Shafer inanç fonksiyonları.

4-Belirsizlik faktörleri.

Sayısal olmayan yaklaşımlardan en  onemlisi ve en çok kullanılanı ise monoton olmayan usavurum metodudur.

A. Sayısal Metodlar

Sayısal metodlar, ihtimal hesaplarından faydalananlar (Bayes) ve bunun haricinde diğer hesaplamaları kullanan metodlar (Fuzzy Lojik, Depster-Shafer, Belirsizlik faktörleri) olmak üzere ikiye ayrılırlar (Biondo, 1990:73).

1. Bayes İhtimali

Bayes teoremleri Bayes  ıkarsama için kullanılır. Bayes çıkarsamada her bir deđi kене ait, önceden bilinen ve " nceki tahmin" olarak da adlandırılan bir başlangıç tahmini kullanılır. Bu tahmin herhangi bir dış delil olmaksızın, değişken hakkındaki inancı tarif eder. Bayes usavurma sırasında yeni deliller kullanılarak, önceki ihtimal yeniden gözden geçirilir (Tanimoto, 1990:270). Bu suretle elde edilen ihtimale de "sonraki ihtimal" denir. Bayes ihtimalinin değeri aşağıdaki formül ile bulunur:

$$P(B_1/X_1) = \frac{P(B_1).P(X_1/B_1)}{(P(B_1).P(X_1/B_1) + P(B_2).P(X_1/B_2))} \quad (1)$$

2. Fuzzy Lojik

Günlük yaşamda kullanılan bazı nitelikler kişilere göre değişken olabilir (zengin, fakir, uzun, kısa vb.). Bu gibi niteliklerin bilgisayar programlarında kullanılabilmesi için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bunlardan biri olan fuzzy setleri bir fuzzy terimi ve bu terim için üyelik derecelerini ihtiva eder. Fuzzy setlerinin Boolean lojigi ve ikili sayılarla birleştirilmesi ile, fuzzy lojik uygulamaları geliştirilmiştir. Fuzzy setlerindeki bütün üyelerle üye olmayanların, üyeliklerinin veya üye olmamalarının bir derecesi vardır. Bir setteki üyelik derecesi 0'dan 1'e kadar derecelerde öznel olarak gösterilir. 0 derecesi elemanın bu sete kesin olarak üye olmadığını, 1 derecesi ise kesin olarak üye olduğunu gösterir.

Fuzzy set teorisi olasılık teorisi gibi yorumlanabilir. Bir konudaki olabilirlik derecesi, oran, frekans ve inanış değerlerine bağlı olarak tanımlanabilir (Bundy,1981:159, Pham ve Karaboğa, 1992:201). Mantıkta bir önerme ya doğru, ya da yanlıştır. Yani önermenin doğruluğunun veya yanlışlığının bir derecesi yoktur. Fuzzy lojikte ise bir önermenin doğruluk veya yanlışlık derecesi ölçülendirilir.

3. Dempster-Shafer Fonksiyonları

Ne standart ihtimal hesaplarına dayanan çıkarsama, ne de mantıksal çıkarsama tekniklerinin hiç biri belirsizliğin olduğu her durumda kullanılabilir değildirler. Çünkü anlayış ile ilgili; tahmine dayalı terimlerde ve doğru ya da yanlış olarak değerlendirilebilen terimlerde, ihtiyaç duyulduğunda kullanılabilecek istatistiksel veriler yoktur.

Dempster-Shafer çıkarsama tekniği, inanışlar ve ihtimaller için ayrı ayrı bir usavurma mekanizması sağlar (Biondo,1990:81). Bir önermedeki A inanışını, Dempster-Shafer bir delil aralığı ile tanımlar.

$$[Destek(A), İhtimal(A)]$$

Buradaki her bir aralık, gerçek $[0,1]$ aralığına ait alt aralıktır. Destek(a), önermeyi destekleyen delillerin derecesini, İhtimal(A) ise önermeyi çürütmeye yönelik aksi delillerin derecesini gösterir. $[Destek(A)-İhtimal(A)]$ farkı önerme hakkında yetersiz bilgilenmeyi veya bilgisizlik derecesini ifade eder.

4. Belirlilik Faktörleri

Belirlilik faktörleri temel olarak, verilen bir delil kümesini kabul eden kararların kapsamına ait öznel hükümler olup, ihtimal değildirler (frost, 1986:68). Belirlilik faktörleri tam inanışı gösteren +1 ile tam olarak inanmayışı

gösteren -1 değerleri arasındaki değerleri alırlar. Bunlar, verilen bir hipotezden yola çıkılarak, hem elde edilen deliller, hem de aleyhteki bilgilerdir. Belirliliği gösteren yöntemler, kural tabanlı sistemler için tasarlanmıştır. Kural tabanlı bir sistemde sonuca erişmek için bir çok kural denenmektedir. Bu arada konu ile ilgili bir uzman tarafından atanan belirlilik dereceleri ile sonucun ne derece doğru olduğu da hesaplanmaktadır.

IF X
AND Y
THEN Z (belirlilik Faktörü)

Yukarıdaki örnekte X ve Y şartları yerine getirildiğinde belirtilen belirlilik faktörü ölçüsünde sonucun Z olacağı anlatılmıştır.

B. Sayısal Olmayan Metodlar

Sayısal olmayan yöntemler, belirsizlikle alakalı metodlar içinde, insan yaklaşımına daha çok benzediği için oldukça itibar gören metodlardır. Bu metodlar içinde en çok kullanılan monoton olmayan çıkarsama yöntemidir (Dağlı,1992:37).

1. Monoton Olmayan Çıkarsama

Monoton olmayan çıkarsama, bir sonraki bilgi ile uygun olmayan başlangıç bilgisinin olduğu durumlarda, bilgileri yaklaştırmak için yapılan zihinsel bir çalışmadır. Bu yöntem aynı zamanda, yanlış bilgilere bağlı olarak verilen kararlarda olduğu gibi, yanlış bilgilerden vazgeçmektir. Monoton olmayan terimi vazgeçmek ifadesini vurgulamak için seçilmiştir. Monoton olmayan çıkarsama ile monoton mantık arasında zıtlık vardır. Çünkü monoton mantıkla çıkarsamada sonuç çıkarmak için kullanılan karar setleri, ilave bilgiler ve önceden kabul edilen teoremleri asla reddetmeyen yeni aksiyomlarla sürekli genişler(McCarthy,1991:41).

"Kuşlar uçar." Bu önerme doğru olarak değerlendirilecektir. "Penguenler uçmazlar." Bu önerme de doğru olarak kabul edilecektir. "Pengenler kuşturlar" önermesi de doğrudur. Burada şu soru sorulabilir: "Şayet penguenler kuş iseler-ki öyledirler- ve uçmazlar- ki uçmazlar- o zaman niye kuşlar uçar denir?" Bu örnek monoton olmayan çıkarsama için verilebilecek iyi bir örnektir.

Şayet bir sisteme yeni aksiyomlar eklendiğinde, eski teoremlerden bazıları geçersiz kılınıbiliyorsa, monoton olmayan bir durumun varlığı kabul edilir. İnsanlar tarafından elde edilen bilgilerin kaynağı dış dünyadır. Gerek duyulan bilgiler, gözlemlerle elde edilmeye çalışılır. Beş duyu ile bilginin ana kaynağı oluşturulur. Bu yolla elde edilen bilgilerin bir kısmı, belli bir zaman sonra geçerliliğini kaybedebilir. Bu durumda, verilecek kararın doğru olabilmesi için elde edilen yeni bilgilerin kullanılması gerekir. Bir olay

hakkında karar verirken bütün durumlar gözönüne alınmalıdır. Örneğin "iki nokta arasındaki en kısa yol bir doğru parçasıdır." önermesi yanlıştır. Çünkü bu iki nokta içi dolu bir kübün üzerinde ise, bu durumda en kısa yol kırık bir çizgidir. Daha önce de belirtildiği gibi "Kuşlar uçar." hemen her kes tarafından doğru olarak değerlendirilecektir. Bu kişilere "Devekuşu uçar mı?" diye sorulduğunda ise, "Hayır" cevabı alınacaktır. Halbuki devekuşu da bir kuştur ve kuşlar uçuyorsa, devekuşuda uçmalıdır. Görüldüğü gibi kimi zaman karar verilirken klasik mantık dışına çıkılır. Halbuki "Kuşlar uçar." önermesi yerine "Bazı kuşlar uçar." veya "Çoğu kuş uçar" önermesi kullanılsa idi daha doğru olacaktı.

Zeki bir bilgisayar programının oluşturulması istenirse, gerçek dünya bilgileri de bu programda tanımlanmalıdır. Böyle bir gösterimde, usavurum yöntemi ile gerçek yaşam alanlarının nasıl birleştirileceği konusunun tarif edilmesi gerekir(Schildt, 1987:134).

VI. Yapay Zeka Programlama Dilleri

Yapay zeka uygulamalarında programlama aracı olarak kullanılan dillerin çoğu, sembolik verilerin işlenmesi için tasarlanmışlardır. Böyle sembolik verileri işleyen dillerde, nesnelerin tarifi oldukça basit yöntemlere dayanır. Bu özelliklerden dolayı, bilgi tabanı oluşturmak oldukça kolaydır.

En yaygın olarak kullanılan yapay zeka dilleri; LISP ve PROLOG'dur. LISP ABD'de, PROLOG ise, Avrupada daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte bazı yeni yapay zeka dilleri, LISP ile yarışacak duruma gelmişlerdir. Japonya'da 5. kuşak bilgisayar sistem programlarında, PROLOG tercih edilmiştir. Bugün yapay zeka programlama sahasında bir çok programlama dili kullanılmaktadır.

Ayrıca nesneye yönelik metodlarla kapsamaları genişletilen geleneksel dillerin önemi giderek artmaktadır. Bu diller özel araçlarla birlikte kullanıldığında, daha etkin programlama imkanı sağlamaktadır (Gottinger, 1990:26).

A. LISP

Yapay zeka, özellikle de yapay zeka'nın ticari uygulamaları oldukça yenidir. Bununla birlikte LISP eski bir dildir. Hatta, LISP'ten eski olan tek yüksek seviyeli programlama dili Fortran'dır. Fortran nümerik hesaplamalarda kullanılmak üzere, LISP ise sembolik işlemlerde kullanılmak üzere 1956 yılında MIT'de J. Mc CARTHY tarafından geliştirilmiştir. J. Mc CARTHY'nin yapmış olduğu çalışmalar esnasında, aşağıdaki ihtiyaçlardan dolayı LISP'in geliştirilmesine çalışılmıştır.

1-Sembolik ifadelerin tanıtımı.

2-Bir matematiksel cümledeki fonksiyonlarla, sembolik ifadelerin işlenmesi.

Bu ihtiyaçlar, listelerle işlem gören bir dille giderilmiştir. LISP'de sembolik ifadeler atom ve listelerden oluşmaktadır.

(a b c) 3 atomlu bir liste
 [(ab) (bc) (cd)] 3 elemanlı bir liste
 () boş liste

LISP fonksiyonları, esas olarak yukarıdaki gibi listelerin işlenmesi ile ilgilidir. LISP'te kavramlar bir çok yapay zeka programlama diline göre oldukça esnekler. Programcılar kendilerine has bir şekilde program geliştirebilirler. LISP sembollerin birleşimini sağlayan otomatik imkanlara sahiptir. Ayrıca LISP ile kompleks data yapıları oluşturulabilir ve bunlara kolaylıkla erişilebilir. Bu özellikler de LISP'in esnekliğini ve güçlülüğünü göstermektedir. Bu sebeplerden dolayı, yapay zeka uygulamalarında LISP sık tercih edilen bir dildir.

LISP'te bütün program parçaları ve veriler atom veya listelerden meydana gelen S-ifadelerinden oluşurlar. Atomlar sayı veya kelimelerden, listeler ise atomlardan oluşur. S-ifadesi parantezle kapatılmış elemanlar listesi gibi gözükseler de, daha genel ifadelerdir (Tanimoto, 1990:17).

B. Prolog

PROLOG, Marseilles Üniversitesi'nde 1970 yılında, A. OMERAVAR tarafından geliştirilmiştir. PROLOG ile programlamada, problem için doğruların tanımlamaları yapılır ve bir sonuca ulaşmak için gereken basamakların düzenlenmesi bilgisayara bırakılır. Halbuki diğer dillerde, belirli görevleri icra edecek yordamları yazmak zorunluluğu vardır (Clocksin, 1981:47). Diğer bir ifade ile, PROLOG programcısı sonuç için doğruları belirtirken, diğer dillerde problemin nasıl çözüleceği tanımlanır.

PROLOG'ta temel kavram, sonucun mantıksal çıkarım kontrolleriyle elde edilmesidir (Fung, 1987:12). Bunun için nesneler hakkındaki doğrular ve verilen bu doğrularla sonucun nasıl ilişkilendirileceği veya doğrulardan hareketle nasıl sonuç çıkarılacağını gösteren kurallar, bu dilin yapı taşlarıdır. PROLOG programlama dili ile yapılan programlar, nesneler ve ilişkiler hakkındaki gerçekler ve kurallar tanımlayıp, sorular sormaktan ibarettir. Örneğin iki nesne arasında "gitti" ilişkisine sahip aşağıdaki doğrular verilmiş olsun:

gitti(Yavuz, Ankara)
 gitti(Yavuz, Trabzon)
 gitti(Ahmet, Kayseri)

Sisteme Yavuz'un Ankara'ya gidip gitmediği aşağıdaki gibi sorulur:

?-gitti(Yavuz, Ankara)

Bu ilişkinin doğru olduğunu gösteren bir ifade mevcut olduğu için, PROLOG sistemi "evet" cevabını verecektir. Buradan da görüldüğü üzere, doğrular bir araya toplanarak kolaylıkla veri tabanı oluşturulabilir ve bunlar

hakkında sorular sorulabilir. Bilgi tabanında nesneler ile ilgili kurallar tanımlanarak, bilgi tabanı genişletilebilir.

C. Nesneye Yönelik Programlama

Nesneye yönelik programlama dilleri, günümüzde yapay zeka uygulamaları için en yaygın dillerden olmuşlardır. Bu diller en karmaşık problemleri en iyi şekilde modelledikleri için çok kullanışlıdır. Şayet bir sistem nesnelerin anlamları ile tanımlanmışsa, problem çözümü çok doğal olacaktır ve insan düşüncüsü ile çözüme daha da yaklaşılabilecektir. Bu sebeple bu diller ile daha etkin yazılımlar gerçekleştirilmektedir.

Nesneye yönelik programlama dilleri ile yazılan programlarda sistem bileşenleri, nesneler ve nesneler hakkında yapılacak işlemlerle ilgili bilgilerdir. Nesnelerle işlem yapmak için önce nesneler gruplandırılır. Bu gruplardaki nesneler, benzer veri yapılarına sahiptirler ve benzer işleri yapan sınıfların içine, benzer yollarla yerleştirilmişlerdir. Böylece sınıflara ait nesnelerin karakteristikleri değerlendirilerek, yeni nesneler geliştirilebilir. Nesneler mesaj iletimi yolu ile birbirleriyle etkileşirler.

Yapısal bir programlama türü olan nesneye yönelik programlama, "Tipi bilinmeyen bir nesneye mesaj yollama ile yapılan bir programlamadır." şeklinde tarif edilebilir(Voss, 1991:13). Nesneler, bir dizi veya yığınlar halinde bulunabilir. Bir yığındaki bütün nesneler kesin karakteristiklere sahiptirler. Yığından bir nesnenin seçimi, yığın olmaksızın o nesnenin kesin tipi hakkında bir bilgi sağlamaz. Nesneler ekranda örneğin; pencere, menü, yazı gibi görüntülenebilir. Bütün nesneler kullanıcı tarafından gönderilen mesaja cevap verirler. Kullanıcının mouse, klavye gibi araçlarla gönderdiği mesajlara verdiği cevap, seçilen nesneye bağlıdır. Örneğin Windows'da mouse ile dosya kaydet seçeneği tıklandığında, dosya kaydedilecektir.

Nesneye yönelik programlamada nesnelerin üç özelliğinden sıkça bahsedilir. Bu özellikler, polymorphism (çok şekillilik), inheritance (kalıtım) ve encapsulation (paketleme) dir. Çok şekillilik, benzer nesnelerin farklı yollarda, benzer mesajla işletilebilme kabiliyetidir. Yani ortak bir türün üyeleri arasında bulunan form ve fonksiyon değişikliğidir. Bir sınıfın nesnelere ait karakteristikler, bu sınıfa ait alt sınıf veya süpersınıfta da görülür. Bu da nesnelerin kalıtım özelliğidir. Bir programdaki prosedürlerin ilişkilendirilmesi ve verilerin birleştirilmesi işi paketleme olarak isimlendirilir (Voss,1991:51).

VII. Sonuç

Yapay zeka, muhakeme etme, öğrenme ve anlama ile ilgili bilgi işlem teknolojisidir ve bilgi tanıtımı, araştırma ve sonuç çıkarma olmak üzere üç temel bileşeni vardır. Daha çok sembolik işlemlerle ilgili olan yapay zeka programlarında bilgilerin çok iyi organize edilmesi gereklidir. Bilgi tanıtımı genel olarak, tanımlanabilir ve yöntemsel tanıtım olmak üzere iki türlü yapılır.

Tanımlanabilir tanıtım iddia ve gerçeklerin tanıtımı için kullanılır. Yöntemsel tanıtım ise işlemlerin nasıl yapılacağı ile ilgili tanımlamaları kapsar. Bu tür tanıtım mantıksal önermelerle veya objelerin, olayların, hareketlerin ilişkilerinin gösterildiği anlamsal şebekelerle gerçekleştirilir. Sonuçta problem sahası ile ilgili çok iyi organize edilmiş bir bilgi tabanı oluşturulmalıdır.

Genel olarak problemler, hesaplama yöntemi ile çözülebilenler ve çözüm için araştırma gerektirenler olmak üzere ikiye ayrılabilir. İkinci tür problemlerin bilgisayarda çözümü genellikle yapay zeka ile ilgilidir. Bu tür problemlerde sonuca erişmek için bilgi tabanında araştırma yapmak gerekir. Oldukça karmaşık olan araştırma, önce-derinlemesine, önce-enlemesine, yukarı tırmanma, en düşük maliyet olmak üzere, geliştirilen dört temel teknikle yapılır. Bu araştırma teknikleri ile birlikte araştırmayı karmaşıklıktan kurtarmak için bir anlamda ipuçları olan hüristikler de (sezgisel yaklaşımlar) kullanılmaktadır.

Yapılan araştırmadan sonra çözümün bulunması için tümevarım veya tümdengelim yöntemleri kullanılarak sonuç elde edilir. Bazı durumlarda çözüm için kesin tanımlamalar olmayabilir. Bu gibi belirsizlikler altında çözüm üretmeyi de hedefleyen yapay zeka programları, sonuç için değerlendirmeyi iki tür yaklaşım kullanarak yapar. Bunlar nümerik yaklaşımlar ve nümerik olmayan yaklaşımlardır. Nümerik yaklaşımlar ihtimal hesapları ve bazı diğer özel hesaplamalar ile sonuç üretir. Nümerik olmayan yaklaşımlar ise birbiri ile ilgili olmayan bilgileri ilişkilendirebilmek için zihinsel çalışmalar yapar.

Diğer bilgisayar teknolojileri gibi, yapay zeka uygulamalarının gelişimi için de bir çok araştırma gerekmektedir. Zor ve masraflı olan bu araştırmalara rağmen, bugün yapay zeka tekniği ile bir çok uygulama geliştirilmiştir. Çeşitli kuruluşlar kendi bünyelerinde yaptıkları ve çevreye sundukları çalışmalarda yapay zeka tabanlı sistemler kullanılmaktadır. Planlama, pazar analizleri, elektronik tasarım ve kalite kontrol gibi fonksiyonların etkinlik ve verimlilikleri yapay zeka tabanlı sistemlerin gelişimleri ile doğru orantılıdır. Benzer bir şekilde yapay zeka teknikleri de ürünlere ve hizmetlere yenilikler kazandırmak için kullanılmaya başlanmıştır.

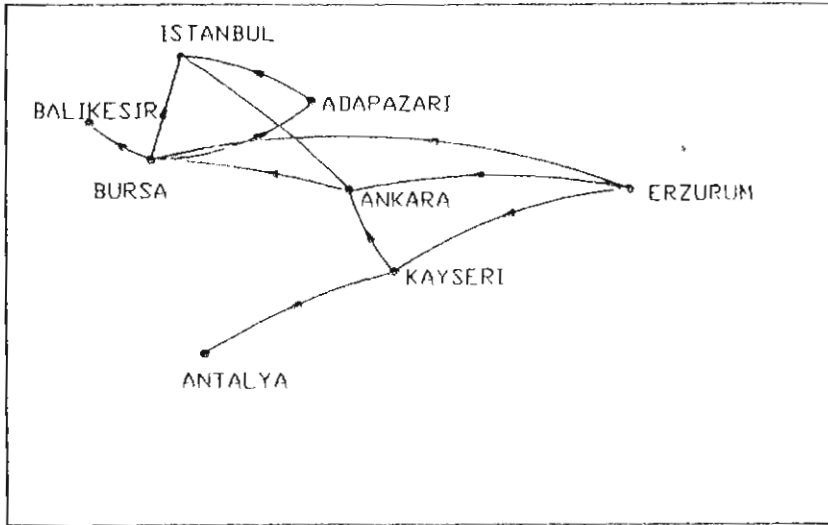
Sonuç olarak yapay zeka çalışmalarının en önemli amacı; günlük yaşamda çok sık karşımıza çıkan muhakeme etme, öğrenme ve anlama ile ilgili problemlere çözüm üretmektir. Bu çalışmalar insan zekasını geliştirdiği kadar, iş gücü ve zaman tasarrufu, güvenlik artışı gibi özellikleriyle de hayat standardımıza katkılar sağlayan, ticari değeri olan, kullanışlı yeni araçlar elde edilebilmesine imkan tanımaktadır.

Summary: In this study; artificial intelligence information processing technology had been described. Then, knowledge representation, search and reasoning subjects which are the main constituents of programming technique were explained. Some information related to the artificial intelligence programming languages had been given.

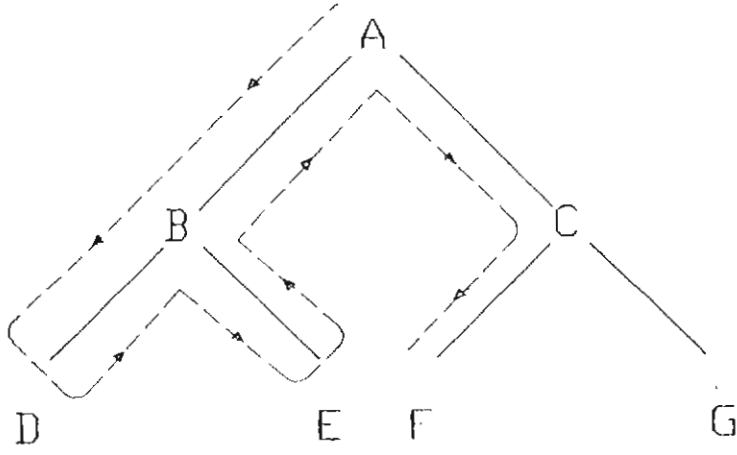
Kaynaklar

- Anderson, Terry (1990) **Understanding Knowledge Engineering**, Jhon Wley & Son, New York
- Alberico, R. (1990) **Expert Systems for Reference and Information Retrival**, London
- Biondo, Samuel I. (1990) **Fundamentals of Expert Systems Technology Principles and Concepts**, Ablex Publishing Corporation, New Jersey
- Bundy, Arthur B. (1993), **Artificial Mathematician**, Addison-Wesley, Orlando
- Clocksin, W. (1981) **Programming in Prolog**, Springer Verlag Berlin Heidelberg, New York
- Cohen, Richard (1987) **The Handbook Artificial Intelligence**, McGraw-Hill, New York
- Pham, D., Karaboğa, D. (1992) **Fuzzy Lojik Kontrolörlerin Dizaynı İçin Yeni Bir Metod**, 1. Türkiye Yapay Zeka ve Yapay Sinir Ağları Sempozyumu, Bilkent Üniversitesi, Ankara
- Dağlı, Mustafa M. (1992) **Tekdüze Olmayan Usavurum Yöntemleri ve Yapay Zeka**, 1. Türkiye Yapay Zeka ve Yapay Sinir Ağları Sempozyumu, Bilkent Üniversitesi, Ankara
- Firebaugh, Morris W. (1989) **Artificial Intelligence, A Knowledge-Base Approach**, PSW-Kent Publishing Company, Boston
- Frost, Richard (1986) **Introduction to Knowledge Base System**, Mc Milan Publishing, New York
- Fung, P. (1987) **Novices Predictions of Prolog's Control Flow**, "CALL Research Group Technical Report ", No:75, s:12, Oper Universty
- Garnham, Alan (1982) **Artificial Intelligence**, Routledge & Kegan Poul Ltd., London
- Ginsberg, Matt (1993) **Essentials of Artificial Intelligence**, Morgan Kaufman Publishers Inc., San Mateo
- Gottinger Hans W. (1990) **Artificial Intelligence A Toll for Industry and Management**, Ellis Horwood Limited, Chichester
- Hunt, Daniel V.(1986), **Artificial Intelligence and Expert System Source Book**, Chapman And Hall Company, New York
- Haton, Jean Poul, Haton, Marie Christene.(1991) **Yapay Zeka**, İletişim Yayınları, İstanbul
- Kanal, Lois (1988) **Search in Artificial Intelligence**, Addison-Wesley, New York
- Korf, R. E. Pearl J (1982) **Search Techniques**, Addison-Wesley, USA.
- Marcellus, Daniel (1987) **Expert System Programming in Turbo Prolog**, Prentice Hall, USA.
- McCarthy, J. (1991) **Circumscription-A Form of Non-Monotonic Reasoning**, "Artificial Intelligence", Cilt 13, s.41

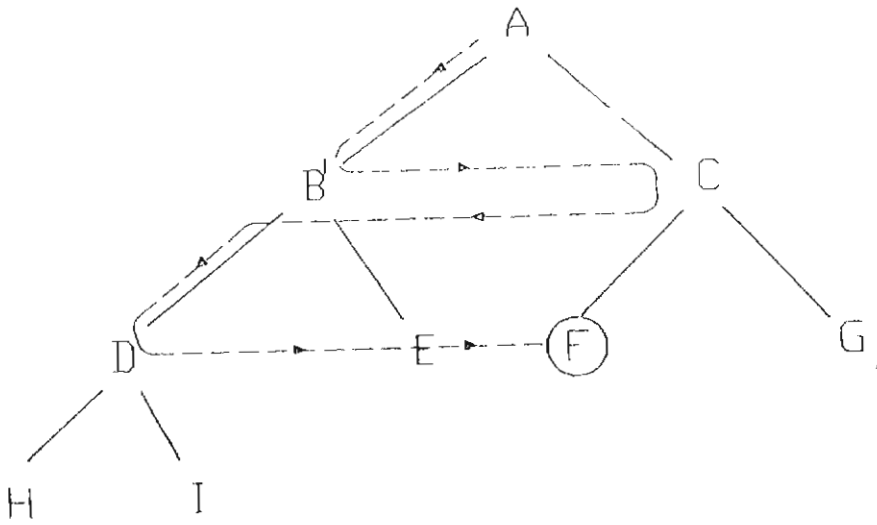
- McCorduck, Poul (1990) **Machines Who Thinking**, W. H. Freeman and Company, New York
- Nilsson, Jack N. (1990) **Principles of Artificial Intelligence**, Springer Verlag, Berlin
- Rolston, Daniel.(1988) **Principles of Artificial Intelligence and Expert Systems Development**, R. D. Donelly & Sons, USA.
- Schildt, Herbert (1987) **Artificial Intelligence Using C**, McGraw-Hill, Bergley, California
- Tanimato, Steven L. (1990) **The Elements of Artificial Intelligence**, Computer Science Press, New York
- Voss, Greg (1991) **Object-Oriented Programming: An Introduction**, McGraw-Hill, New York
- Winograd, Taylor (1983) **Understanding Computer and Cognition**, Addison-Wesley, New Jursy
- Yazdani, Masoud. (1986) **Artificial Intelligence**, Chapman and Hall, London



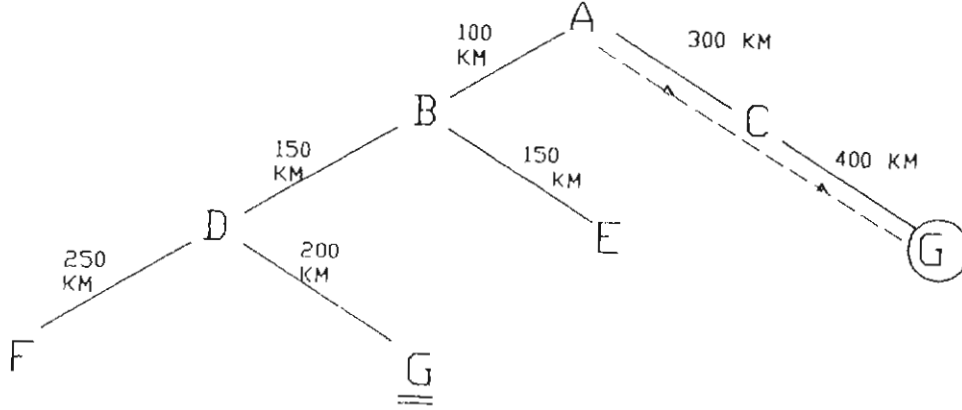
Şekil 1.Bir Otobüs Firmasının Sefer Güzergahını Gösteren Graf



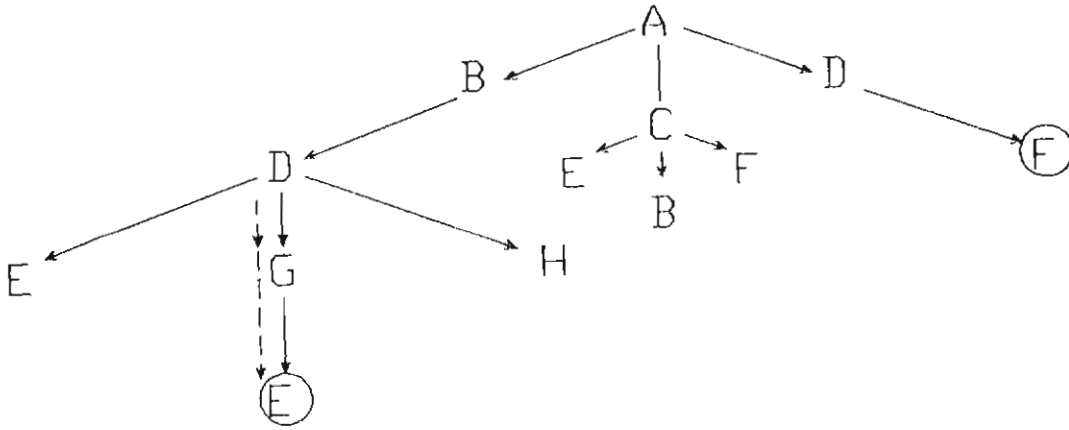
Şekil 2. Önce Derinlemesine Araştırma



Şekil 3. Önce Enlemesine Araştırma



Şekil 4. Yukarı Tırmanma Araştırma Tekniği



Şekil 5. En Düşük Maliyet Araştırma Tekniği