

ÇOK BOYUTLU KARAR VERME METOTLARI VE ORMANCILIKTA UYGULAMA ALANLARI

İsmet DAŞDEMİR, Ersin GÜNGÖR
ZKÜ Bartın Orman Fakültesi, BARTIN

ÖZET

Bu çalışmada çok boyutlu karar verme metotlarının anlam ve önemi, kullanım amacına göre sınıflandırılması, her bir sınıfta yer alan metotların açıklanması ve bunların kullanım alanları üzerinde durulmuştur. Ayrıca söz konusu metotların ülkemiz ormancılığındaki uygulama örnekleri topluca değerlendirilerek, mevcut ve olası kullanım alanları ortaya konulmaya ve böylece bu alanlarda çalışacaklara yardımcı olunmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çok boyutlu karar verme metotları, çok boyutlu karar verme metotlarının ormancılıkta kullanım alanları.

MULTIVARIATE DECISION-MAKING METHODS AND THEIR USING AREAS IN FORESTRY

ABSTRACT

In this study, the importance and meaning of multivariate decision-making methods, their classifications, explanations, and using areas are explained. Also, evaluating together using areas and applied examples of these methods in Turkish forestry, it is tried to determine their current and potential (probable) areas and to help the people who will study on this topic.

Key Words: Multivariate decision-making methods, using areas and examples of multivariate decision-making methods in forestry.

1. GİRİŞ

Bilimin ve teknolojinin gelişmesine paralel olarak karmaşık yapıdaki problemlerin çözümünde tek boyutlu veya değişkenli analizlerin artık yeterli olmadığı bilinen bir gerçektir. Tek boyutlu analizlerde en önemli varsayım, olaydaki diğer boyutların etkilerinin sabit kabul edilmesi ve her defasında sadece bir boyutun (faktörün) inceleme konusu yapılmasıdır. Halbuki evrendeki olaylar ve objeler sadece tek bir faktörün etkisi ile değil, çok sayıda iç ve dış faktörün ortak etkisi ile oluşmakta ve karmaşık bir yapı göstermektedir. Bu nedenle, olaylar ve objeler sadece bir değişkene göre değil, çok sayıda değişkene ve bunların ortaklaşa etkilerine göre tanımlanmalıdır.

Bu gerekçeden dolayı çok boyutlu karar verme metotlarına hemen her alanda başvurulmaktadır. Bu alanlardan birisi de ormancılıktır. Özellikle orman kaynaklarının planlanması ve yönetimi (topluma mal ve hizmet sunumu) çok boyutlu bir yapı göstermektedir. Dolayısıyla çok boyutlu karar verme metotları orman kaynaklarının yapısına uygun düşmekte ve bu metotların kullanımıyla orman kaynakları yönetimde daha anlamlı kararlar ve çözüm önerileri oluşturulabilmektedir. Sözü edilen metotlara, orman kaynaklarının işlevsel bölümlenmesi ve bunların işletim amaçlarının saptanması gibi sosyo-ekonomik konuların yanı sıra biyolojik, ekolojik, teknik ve yönetsel alanlarda karar vermede ve bilimsel yasa koymada yaygın olarak başvurulmaktadır. Böylece kısıtlı olan orman kaynaklarından topluma en fazla mal ve hizmet sunmanın ve dolayısıyla toplumsal refahı artırmanın yolu çok boyutlu karar verme metotlarının kullanılmasıyla mümkündür.

2. ÇOK BOYUTLU KARAR VERME METOTLARININ SINIFLANDIRILMASI

Karar verme ve planlama kavramları amaç, hedef ve stratejilerin, bir sistem anlayışı içerisinde bütünleşik bir şekilde algılanmasını gerektirmektedir. Hedefler, bu hedeflere ulaşılırken izlenecek yollar, bilgi kaynakları, bilgi-işlem teknikleri vb. koşullar değiştikçe her bir duruma uygun karar vermek amacıyla kullanılan çeşitli metot, analiz ve teknikler bulunmaktadır.

Karar verme metotlarının sınıflandırılmasında *metot*, *teknik*, *model*, *yöntem* ve *analiz* gibi kavramlar kullanılmasına rağmen, bu çalışmada bir kavram kargaşasına yol açmamak amacıyla ve diğerlerine göre daha kapsamlı olduğu düşüncesiyle genellikle *metot* kelimesi tercih edilmiş, fakat zaman zaman *teknik* ve *analiz* kavramları da kullanılmıştır.

Literatürde karar verme metotları adı altında geçen ve sayıları hayli kabarık olan, çok boyutlu karar verme metotlarını amaca göre *optimizasyon-tutarlılık*, *indirgeme-sınıflama*, *matematik-istatistik* esaslı gibi değişik şekillerde kategorize etmek mümkündür. Oysa, birçok kaynakta bu şekilde bir ayrıma gidilmediği görülmektedir (Halaç, 2001). Bu çalışmada söz konusu metotlarının dayandığı teorik temelleri görmek ve kullanım amaçlarını ortaya koymak amacıyla *tutarlılık*, *optimizasyon*, *indirgeme*, *sınıflama* ve *diğer metotlar* şeklinde bir ayrıma (sınıflandırmaya) gidilmiştir. Buna göre çok boyutlu karar verme metotlarının sınıflandırılması Çizelge 1'deki gibi oluşturulmuştur.

Çizelge 1. Çok boyutlu karar verme metotlarının sınıflandırılması.

KULLANIM AMACINA GÖRE METOTLAR	KARAR VERME TEKNİKLERİ (*)
1. TUTARLILIK AMAÇLI METOTLAR	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ELECTRE I Tekniği (2) ▪ Şebeke Analizi ve PERT/ CPM Teknikleri (1, 2) ▪ Delphi Tekniği (2, 1) ▪ Analitik Hiyerarşi Süreci (2) ▪ Tercih (Konjoint) Analizi (2) ▪ Simülasyon (1) ▪ Input- Output Analizi (1, 2) ▪ Dinamik Programa (2)
2. OPTİMİZASYON AMAÇLI METOTLAR	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Doğrusal (Linear) Programlama (2) ▪ Amaç (Goal) Programlama (2) ▪ Tamsayı Programlama (2) ▪ Ulaştırma (Transport) Modelleri (2) ▪ Envanter Modelleri (2) ▪ Markov Zincirleri (1) ▪ Lagrange Çarpanları (2) ▪ Fayda-Masraf Analizi (2) ▪ Doğrusal Olmayan (Quadratic) Programlama (2)
3. VERİ İNDİRGEME AMAÇLI METOTLAR	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Faktör Analizi (3, 4) ▪ Uyum (Correspondence) Analizi (3) ▪ Diskriminant (Ayrırma) Analizi (4) ▪ Kümeleme (Cluster) Analizi (4) ▪ Çok Boyutlu Ölçekleme Analizi (3, 4) ▪ Çok Boyutlu Varyans Analizi (5) ▪ Çok Boyutlu Regresyon Analizi (5) ▪ Kümelerarası (Kanonikal) Korelasyon Analizi (5)
4. SINIFLAMA AMAÇLI METOTLAR	
5. DİĞER METOTLAR	

(*) Parantez içindeki rakamlar tekniklerin baskın olan kullanım amaçlarını göstermektedir.

Buna göre çok boyutlu karar verme metotları; 1. Tutarlılık, 2. Optimizasyon, 3. Veri (Boyut) İndirgeme, 4. Sınıflandırma ve 5. Diğer (bağımlılık yapısını inceleme, hipotez oluşturma ve hipotez testleri gibi) şeklindeki kullanım amaçlarına göre 5 sınıfta toplanmıştır.

Karar vermede birbirleriyle mantıksal bağıntıları bulunan, fakat birbirlerinden ayrı kabul edilen birtakım alt sistemlerin ele alınması ve planlanması durumunda her bir alt sistem hedeflerinin, asıl sisteme ilişkin hedeflerle (makro hedefler) tutarlı olması, yani esnek olmayan hedeflerle aynı doğrultuda olması gerekmektedir. Böyle bir

durumda tutarlıktan söz edilmekte ve bu amaçlı kullanılan metotlara da *Tutarlılık Amaçlı Metotlar* denilmektedir. Buna karşılık tutarlılığın söz konusu olmadığı, onun yerine ulaşılabilir ve uygun hedeflerin söz konusu olduğu planlama metotları da bulunmaktadır. Bu metotlara da *Optimizasyon Amaçlı Metotlar* denilmektedir (Geray, 1986). *Veri İndirgeme Metotları*; p sayıdaki değişken içeren veri setinin varyasyonunu açıklayan ve aralarında ilişki bulunmayan daha az sayıda değişkenlerle ($k < p$) veri yapısını açıklamayı amaçlayan metotlardır. *Sınıflama Metotları*; populasyon özellikleri bilinmeyen yapılar hakkında prototip kümeler (grup, sınıf) belirleme çalışmalarına yardımcı olmak, daha önceden belirlenmiş gruplara yeni birimlerin atanmasını sağlamak amacıyla geliştirilen metotlardır. Ayrıca, sayıca çok fazla olan ve her bir yöntemin kullanım amacı farklılık gösteren metotlardan en önemlileri de *Diğer Metotlar* adı altında incelenmiştir.

Çizelge 1’de yer alan teknikler dışında birtakım karar verme teknikleri de bulunmaktadır. Ancak, Çizelge 1’de çeşitli amaçlarla yaygın olarak kullanılan tekniklere yer verilmiştir. Diğer yandan Çizelge 1’deki bazı tekniklerin kullanım amaçları ve baskın özellikleri dikkate alındığında, bunların birden fazla sınıflamaya dahil edilebileceği anlaşılmaktadır. Örneğin tutarlılık amacıyla kullanılan bazı teknikler (PERT ve CPM, Input-Output tekniği vb.) duyarlılık analizleri ve dinamik analizler yoluyla optimizasyon amaçlı olarak da kullanılabilir. Bu durumu belirtmek üzere, Çizelge 1’deki her bir tekniğin yanına, kullanım amacına göre dahil edildiği metotsal sınıfı gösteren 1, 2, 3, 4 ve 5 rakamlarından biri veya birkaçı parantez içinde yazılmıştır.

3. ÇOK BOYUTLU KARAR VERME METOTLARININ AÇIKLAMASI

3.1. ELECTRE (Elimination and Choice Translating Reality) I Tekniği

Optimizasyon amaçlı matematiksel programlama tekniklerinden olan ELECTRE Tekniği adı altında literatürde ELECTRE I, II, III ve IV teknikleri yer almaktadır. Bu teknikler birbirlerinden küçük farklılıklarla ayrılmaktadırlar. Ancak çalışmanın kapsamı ve kullanım yoğunluğu dikkate alınarak burada sadece ELECTRE I tekniğinden bahsedilmiştir. Söz konusu teknik sayesinde karar verici çok sayıda nicel ve nitel kriteri karar verme sürecine dahil edebilmekte, kriterleri amaçları doğrultusunda ağırlıklandırabilmekte, kriterlerin verimlilik ölçülerinin büyüklüklerini seçebilmekte ve ağırlıklarını toplayarak en uygun alternatifi belirleyebilmektedir. Genel olarak ELECTRE I tekniğine göre karar verme sürecinde şu aşamalar söz konusu olmaktadır; a) alternatiflerin oluşturulması, b) kriterlerin belirlenmesi, c) kriterlerin önem derecelerinin saptanması, d) alternatiflerin kriterlere göre değerlendirilmesi e) verimlilik ölçülerinin belirlenmesi, f) çözüm ve yorum (Türker, 1986 ve 2001). Bu tekniğin gereği olarak bir başlangıç tablosundan hareket edilir. Bu tabloda, sütunlar seçeneklere (alternatiflere), satırlar ise (kriterlere) ayrılır. Diğer yandan her kritere, diğerlerine nazaran taşıdığı önemi belli edecek şekilde ağırlık verilir. İkinci aşamada, alternatiflerin karşılaştırmasına olanak veren uyumluluk ve uyumsuzluk matrisleri oluşturulur. Üçüncü aşamada; uyumluluk ve uyumsuzluk matrisleri için belirlenen eşik değerlerine göre bu iki tablo nihai değerlendirme tablosunda birleştirilir ve en uygun alternatif belirlenir. Bu amaçla grafik çizimden de yararlanılır.

3.2. Şebeke (Network) Analizi ve PERT/CPM Teknikleri

Şebeke analizi birçok çözüm yöntemine sahip olan bir matematiksel programlama tekniğidir. Bu analiz sayesinde, birleşen noktalara ve düğümlere sahip olan hatlar veya kanallar sisteminde optimum veya en etkili yol bulunmaya çalışılmaktadır. Ayrıca, transport problemleri de şebeke analiziyle çözüme kavuşturulabilmektedir. Bu anlamda şebeke analizi genel olarak bir mal veya ürünün arz noktaları ile talep noktaları arasında minimum giderle dağıtılması şeklinde de ifade edilmektedir. Şebeke analizinde olaylar arasındaki ilişkiler stokastik (tahmini) elementler içermesine rağmen, genellikle deterministik (belirli) yapıda incelenmektedir. Bu analizde yaygın olarak bilinen iki teknik bulunmaktadır. Bunlar; PERT (Program Evaluation and Review Technique) ve CPM (Critical Path Method) teknikleridir. Bu teknikler daha çok büyük projelerin zaman ve maliyet açısından kontrol edilmesi, listelenmesi ve planlanması amacıyla kullanılmaktadır. İki tekniğin birbirlerinden farkı, PERT’de faaliyet süreleri probablistik (olasılık), CPM’de ise deterministik olarak hesaplanmakta ve PERT’de zaman hesaplamaları ağırlık oluştururken, CPM’de maliyet hesaplamaları ağırlık oluşturmaktadır (Çetmeli, 1982).

3.3. Delphi Tekniği

Bu teknik, belirli bir sorunun çözümü amacıyla uzman kişilerin konu hakkında çok sayıda kritere göre karar vermelerine ve uzlaşmalarına olanak sağlamaktadır. Teknik, uzman kişiler bir araya gelmeden uygulanabildiği gibi, grup halinde bir araya gelmeleri suretiyle de uygulanabilir. Eğer uzman kişiler bir araya gelmeden uygulama yapılacaksa, uzmanların soruna bakış açıları ve çözüm önerileri hakkındaki görüşlerini elde etmek amacıyla kendilerine bir form gönderilir. Formlar uzman kişiler tarafından doldurulduktan sonra geri gönderilir. Tüm grup üyelerinin veya uzmanların görüş ve önerileri sınıflandırılır ve buna göre oluşturulan kararların isabet derecesini ortaya koymak amacıyla durum tekrar kendilerine yazılı olarak bildirilir. Bu işlem nihai karar verilip uzlaşma sağlanıncaya kadar devam eder (Aktan, 1999). Keza bu teknik, belirli bir konuda uzman kişiler grup halinde bir araya gelip, tartışmak ve kendilerine verilen standart formlara konu hakkındaki görüş ve önerilerini yazmak veya formdaki sorulara puanlar vermek ya da çoklu oylama (multivoting) yapmak suretiyle de uygulanabilir (Richardson, 1995).

3.4. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS)

AHS, ilk olarak 1970'li yıllarda ortaya konmuş, karmaşık problemlerinin çözümünde sıkça kullanılan, karar verme sürecinde objektif ve subjektif faktörleri birleştirme olanağı sağlayan güçlü ve kolay anlaşılır bir çok kriterli karar verme tekniğidir (Saaty, 1980). Asıl olarak elemanların ikili karşılaştırılmasından elde edilen önceliklere dayalı bir ölçüm teorisidir (Yılmaz, 1999). AHS ile karar verme sorunun olabildiğince ayrıntılı olarak ortaya konması ve daha sonra hiyerarşi olarak adlandırılan ve her biri bir dizi öğeden oluşan katmanlar halinde incelenmesi gerekir. AHS tekniğinde en üst düzeyde bir amaç ve bu amacın altında sırasıyla kriterler, alt-kriterler ve seçeneklerden oluşan hiyerarşik bir model kullanılmaktadır. AHS, a) hiyerarşilerin oluşturulması, b) üstünlüklerin belirlenmesi ve c) mantıksal ve sayısal tutarlılığın sağlanması şeklinde 3 temel prensibe dayanmaktadır. Genel olarak AHS tekniği ile bir karar verme problemi çözümlenirken: 1) Karar elemanlarından oluşan bir karar hiyerarşisinin kurulması, 2) Karar elemanlarının ikili karşılaştırılması 3) Karar elemanlarının göreceli önceliklerinin tahmin edilmesi ve 4) Karar elemanlarının göreceli öncelik değerlerine göre alternatiflerinin genel öncelik değerlerinin ve sıralamalarının belirlenmesi şeklinde 4 aşama söz konusudur. AHS tekniği günümüzde ekonomi, planlama, enerji politikaları, kaynak tahsisleri, sağlık, anlaşmazlık çözümü, proje seçimi, pazarlama, bilgisayar teknolojisi, bütçe tahsisi, muhasebe, eğitim, sosyoloji, mimarlık vb. pek çok alanda çeşitli karar verme problemlerinde (Zahedi, 1986), karmaşık çevresel kararların analizinde ve ormancılık alanında kullanılmaktadır (Yılmaz, 1999).

3.5. Tercih (Konjoint) Analizi

Konjoint analizi, bir ürün veya hizmete karşı tüketicilerin tepkilerini anlamak için kullanılan çok değişkenli bir optimizasyon yaklaşımıdır (Hair at all., (1995)'e atfen Çemrek, 2001). Konjoint analizinde, üretilecek ürünün tüketici tarafından tercih edilmesinde etkili olabileceği düşünülen faktörler ve bunların düzeyleri belirlenir. Amaca uygun olarak faktör düzeylerinin kombinasyonlarını içeren özel bir anket hazırlanır. Söz konusu anket tüketicilere sunulur ve bu kombinasyonlara tercih puanı vermeleri veya kombinasyonları sıralamaları istenir. Verilen bu tercih puanlarından veya sıralamalardan hareketle optimum ürün belirlenmeye çalışılır. Bu analizle tüketicilerin satın alma davranışları belirlenebilir ve tüketicilerin tercihlerinden yola çıkılarak, üretilecek ürünün en çok arzu edilen özellikleri saptanabilir (Çemrek, 2001). Nitel ve nicel verilerin kullanıldığı bu analizde genellikle bağımlı değişken olarak tercih (fayda) fonksiyonu ele alınarak, çok sayıda bağımsız değişkenin buna etkileri araştırılır. Böylece her bir değişkenin tüketici tercih yapısına etkisi belirlenir (Tatlıdıl, 1995; Saraçlı, 2004). Günümüzde, bilgisayar teknolojisinin ve yazılım programlarının gelişmesine paralel olarak konjoint analizinin de kullanımı artmıştır. Özellikle gelişmiş ülkelerde ve ülkemizde *rekabet, yeni ürün geliştirme, talebin fiyat esnekliği, pazarın bölümlendirilmesi, fiyatlandırma, reklam, dağıtım* vb. alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır.

3.6. Simülasyon (Benzetim)

Simülasyon, gerçek ve karmaşık bir sistemin daha basit bir modelini kurarak bu model üzerinde sistemin işleyişini anlamayı ve değişik stratejileri denemeyi kapsayan bir model kurma ve çözme tekniğidir (Halaç, 2001). Simülasyonda dört temel aşama vardır. Bunlar; 1) gerçek olayın modelini oluşturmak , 2) türetilmiş veri

elde etmek , 3) verilerin analizi ve 4) sonuçların elde edilmesidir. Modeli oluştururken gerçek olayla ilgili birçok bilginin elde edilmesi gerekir. Ayrıca, gerçek olayla ilgili büyük bir hayal gücü ve yaratıcılık kombinasyonu da gerektirir. Simülasyon, matematiksel bir model kullanılarak yapılabileceği gibi matematiksel bir model kullanılmadan da yapılabilir. Simülasyonda, bilgisayar yardımıyla sistemin modeli çalıştırılmak suretiyle, sistemin davranışı hakkında geçerli olan bilgilerin elde edilmesi sağlanır. Elde edilen bu veriler daha sonra sistemin tasarımı ve stratejik kararların verilmesinde kullanılır. Simülasyon, bir optimizasyon değil, temelde bir tutarlılık tekniğidir. Bu nedenle simülasyon daha çok, modellenen sistemin performans ölçülerini tahmin etmek amacıyla kullanılan bir tekniktir.

3.7. Input- Output (Girdi-Çıktı) Analizi

Tutarlılık amaçlı tekniklerden birisi de Input- Output tekniğidir. Tutarlılık, hem alt sistemlerin kendi aralarındaki tutarlılığı, hem de bunların ana sistemle tutarlılığını kapsamaktadır. Input- Output tekniğindeki temel düşünce sistemler arasında zorunlu mal ve hizmet akımlarının varlığına dayanır. Gerçekten de bir ülkenin ekonomisi ana bir sistem olarak düşünüldüğü zaman, bu sistemin birtakım sektörlerden (alt sistemlerden) oluştuğu açıktır. Her sektör bir açıdan öteki sektörlerle mal ve hizmet vermekte diğer açıdan öteki sektörlerden mal ve hizmet almaktadır. Bu nedenle herhangi bir sektörün üretim düzeyinde öteki sektörlerden bağımsız olarak değişiklik yapmak mümkün değildir. Diğer yandan, bir sektörün üretimini a) kendisi dahil tüm sektörlerdeki üretim için kullanılan bölüm ve b) son kullanıma (nihai mal kapsamında) ayrılan bölüm şeklinde ikiye ayırmak mümkündür. Bu ilişkiler bir tablo şeklinde gösterilmekte ve bu tabloya da Input- Output tablosu denilmektedir. Tabloda her sektör, bir seferinde öteki sektörlerle mal ve hizmet veren sektör olarak, bir seferinde de öteki sektörlerin tüketicisi olarak, yani iki kez yer almaktadır (Geray, 1986; Öney, 1987). İşte Input-Output tekniği genellikle hem sektörlerin aralarındaki, hem de nihai taleplerin ve sektörlerin makro ekonomik yapı ile olan tutarlılığını sağlamak amacıyla kullanılmaktadır.

3.8. Dinamik Programlama (DiP)

Dinamik programlama, birbirleri ile ilişkili bir dizi kararlar alınmasını gerektiren problemlere uygulanmaktadır. DiP, problemin optimal çözümü için ilişkiler arası kararlar serisini içeren *yineleme denklemleri* bir optimizasyon tekniğidir. Bir DiP problemi, her aşamasında optimal karar verilmesi zorunlu olan birkaç aşamaya ayrılabilmesine karşın, her aşama önceki ve sonraki aşamalarla sırasal ilişki içindedir. Yani her aşamada alınan karar, bir sonraki aşamada alınan kararı etkiler. Dolayısıyla her bir aşamada verilen karar kendi başına problemin optimal çözümü olmayıp, optimal çözümün bir parçasıdır. Bir sonraki aşama için gerekli olan bilgi, bir önceki aşamada çıkarılan bilgidir. Bu nedenle optimal çözüm için her aşamada alınan kararın sadece o aşamaya olan etkileri değil, aynı zamanda sonraki bütün aşamalara olan etkileri gözönüne alınmalıdır. Çözüm yöntemi olarak, problemin son kademesinden başlayıp, her defasında bir önceki kademeye geçerek *geriye doğru eniyileme* şeklinde olabileceği gibi, problemin ilk kademesi birinci kademe olarak ele alınıp, her defasında izleyen devrelere gidilerek *ileriye doğru eniyileme* şeklinde de olabilir.

3.9. Doğrusal (Lineer) Programlama (DP)

Doğrusal programlama, doğrusal eşitlikler veya eşitsizlikler şeklinde ifade edilen belirli kısıtlayıcı koşullar altında, doğrusal bir amaç fonksiyonunu optimumlaştırmak biçiminde tanımlanmaktadır. Optimumlaştırmak, belli bir amaca en küçük masrafla ulaşmak (minimizasyon) veya belirli kaynaklarla en büyük ürünü sağlamak (maksimizasyon) anlamına gelmektedir (Esin, 1984). DP'da çözüme aşama-aşama gidilir. Yani DP, DiP gibi yineleme denklemleri değil, *iteratif*dir. Bu nedenle DP'da problemin amacını ve niteliklerini belirleyen matematiksel bir model kurulur. Örneğin, amaç kısıtlı koşullar altında maksimizasyon ise;

$$Z_{\max} = \sum_{j=1}^m C_j \cdot X_j \quad \text{Amaç fonksiyonu (C : amaç vektörü, X : bilinmeyenler vektörü)}$$

$$\left. \begin{array}{l} A \cdot X \geq B \\ X \geq 0 \end{array} \right\} \text{Kısıtlayıcı koşullar (A : teknoloji matrisi, B : kısıt vektörü)}$$

şeklinde bir matematiksel model kullanılır. Böylece DP'nin matematiksel yapısını: 1. Amaç fonksiyonu, 2. Kısıtlayıcı koşullar oluşturmaktadır. Çözüm için Grafiksel Yöntem, Simpleks Yöntemi ve Matris Yöntemi kullanılmaktadır. DP'nin matematiksel simgeler şeklinde belirtilmesi ulaşılan sayısal sonuçlarda yöneticilerin kişisel etki ve kararlarını ortadan kaldırmakta, böylece daha objektif kararlar alınabilmektedir. Genel olarak bir DP probleminde üç temel koşul bulunmaktadır. *Birincisi*, sistemdeki ilişkiler doğrusal olmalı veya doğrusal fonksiyonlar şeklinde gösterilmelidir. Bu koşul DP'nin yaygın kullanımı için en ciddi sınırlandırmadır. *İkincisi*, eşitsizlikler şeklindeki kısıtlayıcı koşulların sağlanmasına mutlaka uyulmalıdır. *Üçüncüsü*, problemdeki bütün değişkenler pozitif değerli ve tam olarak bölünebilir nitelikte olmalıdır.

3.10. Amaç (Goal) Programlama

Amaç (hedef) programlama, çok sayıda amaçların veya hedeflerin bulunduğu doğrusal programlama problemlerine uygulanan bir optimizasyon tekniğidir. DP problemlerinde amaç fonksiyonu birim açısından tek bir ölçüyle ölçümlenir. Örneğin TL, kâr, maliyet gibi çok boyutlu bir ölçük kümesi ile ifade edilebilen çok hedefli bir DP yazmak mümkün değildir. Yani, DP amaç fonksiyonu çok sayıda ölçüyle ifade edilemez. Halbuki organizasyonların, aynı birimle ölçümlendirilemeyen çok sayıda hedefi vardır (Halaç, 2001). Eğer çok sayıda hedef söz konusu ise, bu hedefler sıraya konulup bir öncelik sırası verilebilir. İşte bu çok sayıda hedefin en az sapma (pozitif veya negatif) ile sanki tek amaç gibi gerçekleşmesini sağlamak, amaç programlama modelleri ile mümkündür. Amaç programlama problemlerinde *tek hedefli model*, *eşdeğer hedefler modeli* ve *öncelikli hedefler modeli* şeklinde değişik modeller söz konusudur.

3.11. Tam Sayılı Programlama (TSP)

Doğrusal programlamanın tipine bağlı olarak bir kısım değişkenin veya bütün değişkenlerin tam sayılı değerler alması halinde tam sayılı programlama ortaya çıkmaktadır. DP'da sınırlayıcı koşullar arasında değişkenlerin tam sayılı değerler almasını ifade eden bir sınırlayıcı koşul daha bulunur. Bu ise amaç fonksiyonu bulunan değişkenlerin 0,1,2,3... gibi tam sayılı değerler almasını ifade eder. DP sürekli fonksiyonlarla ilgiliyken, TSP kesikli fonksiyonlarla ilgilidir (Halaç, 2001). Bu teknik aslında DP'nin özel bir hali olup, kaynakların parçalanamaması veya tamsayı birimler olması durumunda optimizasyon problemlerine uygulanmaktadır. TSP problemlerinin çözümü için *grafik çözüm*, *Gomory kesme düzlemi*, *0-1* ve *dal-sınır algoritmaları* söz konusudur.

3.12. Ulaştırma (Transport) Modelleri

Ulaştırma modeli, etkili bir hesaplama yönteminin geliştirilmesine olanak sağlayan yapısıyla özel bir DP modelidir. Sözü geçen etkili hesaplama yöntemi dualite teorisine dayalı olup, bu yöntemle ilişkili modeller 1) atama ve 2) taşıma problemlerini (veya modellerini) de içermektedir. Ulaştırma modeli bir malın çeşitli yerlerdeki üretim merkezlerinden (veya depolarından) çeşitli yerlerdeki tüketim merkezlerine (hedeflere) dağıtımını planlayan matematiksel bir modeldir. Buradaki amaç, bir taraftan hedefin talep gereksinimleri ile üretim merkezlerinin (kaynakların) arz miktarı arasında denge sağlamak, diğer taraftan da her bir kaynaktan her bir hedefe yapılan taşımaların toplam maliyetini minimum kılacak taşıma planını belirlemektir. Yani amaç fonksiyonunu optimize (maliyet ve süre minimizasyonu veya kâr maksimizasyonu olabilir) edecek atama ve taşıma rotaları araştırılır. Ulaştırma modelinde, verilen rota üzerindeki taşıma maliyetlerinin taşıma miktarlarıyla doğru orantılı ve üretim merkezlerinin toplam kapasitesinin tüketim merkezlerinin toplam talep miktarına eşit olduğu kabul edilmektedir. Ulaştırma modelleri, malların bir yerden başka bir yere taşınmasının planlanması dışında, stok kontrolü, işgücü programlama ve personel atama gibi alanlarda da kullanılabilir (Taha, 1987). Genel olarak bir ulaştırma modelinde; 1. Amaç Fonksiyonu, 2. Kısıtlayıcı (üretim ve talep) Fonksiyonlar ve 3. Pozitiflik Koşulu şeklinde üç temel öge yer almaktadır. Günümüzde ulaştırma problemlerinin çözümünde aşağıdaki dört yöntem kullanılmaktadır;

1. Kuzey-Batı Köşesi (KBK) Yöntemi veya Atlama Taşı Yöntemi: Oluşturulan transport tablosunun sol-üst (kuzey-batı) hücresinden (x_{11}) başlanarak birinci kaynaktaki (üretim merkezindeki) malların tamamı 90° lik dönüş yapılarak en yakın talep merkezlerine dağıtılır. Karşılanamayan talep miktarı ise ikinci kaynaktan (x_{12}) karşılanır. Bu işlemlere bütün kapasitelerin (tüketim merkezlerinin) ihtiyaçları karşılanıncaya kadar devam edilir. Böylece her defasında sağ taraftaki hücreye veya bir aşağı hücreye geçilerek, her sıra ve her sütun şartını sağlayacak şekilde tüm dağıtımlar yapılır.

2. Basitleştirilmiş Dağıtım (MODI) Yöntemi: Bu yöntem, KBK yönteminde boş gözlerin değerlendirilmesi veya boş göz gösterge değerlerinin hesaplanması işlemini daha basite indirgemektedir. MODI yönteminin uygulanmasına, KBK yönteminin başlangıç çözüm tablosu hazırlandıktan sonra başlanır ve her bir satır ve sütun için bir sayı hesaplanır (Halaç, 2001). 90° lik kapalı çevrim işlemine boş göz gösterge sayılarının hepsi pozitif olana kadar devam edilir. Böylece optimum dağıtım planına ulaşılr.

3. Kestirme Dağıtım Yöntemi: Bu yöntemi uygularken, birim taşıma maliyetlerinden en küçük olanı seçilir ve talep kapasite koşullarının elverdiği ölçüde, olabildiğince çok dağıtım yapılır. Çözümü kolay olmasına karşın optimal çözüm garanti değildir.

4. Vogel Yaklaşım (VAM) Yöntemi: Bu yöntem dağıtım problemlerinin çözümü için verilmiş olan KBK ve MODI yöntemlerinden daha basittir ve burada çözüme adım adım ve daha çabuk ulaşılmaktadır. Bu yöntemin zayıf tarafı ise, bazı dağıtım problemlerinde optimuma yakın bir çözüm sağlamasıdır. Bu durumda optimallik kontrolünün KBK ve MODI yöntemleri ile yapılması gerekmektedir (Halaç, 2001).

3.13. Envanter Modelleri

Belirli bir dönemde talebi karşılamak amacıyla fiziki veya ticari malları stoklama, envanter problemini doğurmaktadır. İşletme açısından envanter; gelecekteki üretim ve satışlar için elde tutulan mallar olarak tanımlanabilir. Eldeki envanter düzeyinin çok yüksek veya çok az olmasının yararları ve zararları vardır. Eldeki envanter az olursa, firma veya işletme her zaman stok tükenmesi sorunu ile karşı karşıya kalabilir. Stoklarının tükenmesinin getireceği zarar, tüketici doyumsuzluğu veya satışlarda kayıplar olarak görülür. Ayrıca elde stok az ise hammadde siparişlerinin işletmeye geç ulaşması da üretimin duraklamasına neden olur. Diğer yandan fazla stok elde bulundurulması, işletmeye belirli bir maliyete neden olacağı gibi, stoklara yatırılan nakitin bir başka alana yatırılması halinde sağlanacak alternatif getiriden de vazgeçilmiş olunur. İşte işletmede karşılaşılabilecek tüm bu sorunların en uygun şekilde çözümü ve en uygun stok düzeyinin belirlenmesi envanter modelleri ile mümkün olabilmektedir. Envanter modellerine konu olabilecek; tedarik modeli, üretim modeli, P ve Q modeli, sınır koşulu altında envanter modeli ve ABC envanter sınıflandırma sistemi şeklinde pek çok model ve sistem bulunmaktadır. Sayıca çok fazla olmalarına karşın, son yıllar da genel eğilim ABC envanter sınıflandırma modelinin kullanılması yönünde olmuştur (Öztürk, 2002). Bu modellerin ve sistemlerin hemen hepsi tek bir stok kalemi için hesaplamalara konu olmaktadır.

3.14. Markov Zincirleri (Analizi)

Karar verme problemlerinde belirsizliklere ilişkin olaylarla sıkça karşılaşılmaktadır. Bu belirsizlik genelde, doğal olayın belirsizliğinden veya temel değişkenin akla gelmeyen değişim kaynağından ortaya çıkmaktadır. Böyle durumlarda olay matematiksel model haline dönüştürülerek, onun değişkeni olasılık hesapları ile tanımlanabilir. Geliştirilen bu modele Markov Zincirleri denilmektedir. Geçmişteki ve şimdiki faaliyetlerin olasılıklarından yararlanılarak onların gelecekteki olasılıklarını belirlemek Markov analizinin temelini oluşturmaktadır (Öztürk, 2002). Aslında Markov Zincirleri, rasgele işlemlerin bir alt kümesidir. Bu işlemler zamanla değişen ve tahmin edilmesi zor olan işlemlerdir. Bundan dolayı zincirler deterministik değil, stokastiktir (rasgeledir). Markov zincirleri kesintili ve sürekli olmak üzere iki alt bölüme ayrılabilir. Markov zincirlerinde başlangıçta n tane olayın n tane değişkene göre geçiş olasılıklarını gösteren aşağıdaki gibi bir P kare matrisi oluşturulur ve sonuca bu matris üzerinden yapılan bir dizi hesaplamalar yardımıyla ulaşılır.

$$P = \begin{pmatrix} P_{11} & P_{12} & P_{13} & \dots & P_{1n} \\ P_{21} & P_{22} & P_{23} & \dots & P_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{n1} & P_{n2} & P_{n3} & \dots & P_{nn} \end{pmatrix}$$

Markov zincirleri günümüzde eğitim, pazarlama, sağlık hizmetleri, ormancılık, finans, muhasebe, işgücü planlaması, yatırım ve üretim gibi pek çok alanda uygulanmaktadır.

3.15. Lagrange Çarpanları (λ)

Lagrange çarpanları, genellikle marjinal çıktının marjinal maliyete oranı olup, λ (lamda) ile gösterilmektedir. Kısıtlı koşullar altında bir optimizasyon problemini çözmek amacıyla kullanılan Lagrange çarpanları, kısıttaki birim değişmeye karşılık gerçekleştirilen amacın derecesindeki değişiklik olarak yorumlanabilmektedir. Dolayısıyla λ , kısıtın etkili olduğu noktadaki ilgili fonksiyonun eğimini (türevini) ve çıktı başına marjinal maliyetini yansıtmaktadır. Lagrange çarpanlarının kullanılması her problem için geçerli bir çözümün bulunacağını garanti etmemesine karşın, bulunabilen her çözüm gerçekçi bir çözümdür. Diğer optimizasyon teknikleriyle (örneğin DP ile) karşılaştırıldığında oldukça basit bir teknik olup, özellikle basit optimizasyon problemlerinde öncelikle denenmeye değer bir tekniktir ve yüksek oranda başarılı sonuçlar vermektedir. Karmaşık optimizasyon problemlerinde ise DP daha uygundur. Kâr maksimizasyonu, maliyet minimizasyonu ve özellikle sınırlı kaynakların bir dizi noktalara optimal tahsisi problemlerine uygulanabilmektedir. Lagrange çarpanları probleminde, aynen DP'da olduğu gibi, amaç fonksiyonu ve bir dizi kısıtlar altında optimum çözüm aranır. Bu amaçla grafik ve cebirsel çözüm metotları vardır.

3.16. Fayda - Masraf Analizi

Fayda-Masraf analizinin temel amacı, kaynakları topluma en yüksek net fayda sağlayacak biçimde yönlendirmede karar verici birimlere yardımcı olmaktır. Özellikle kamu yatırım projelerinin değerlendirilmesinde kullanılan çok boyutlu bir karar verme tekniğidir. Bu analizde projenin ömrü boyunca sağlayacağı piyasa fiyatıyla ölçülebilen ve dolaylı olarak tahmin edilen (parasal ve parasal olmayan) çok sayıda faydasının (F) belirli bir iskonto oranı (i) ile bugüne indirgenmiş değeri ile yapılan masrafların (M) bugüne indirgenmiş değeri karşılaştırılır. Genel olarak;

$$F-M = \sum_{t=0}^n \frac{F_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{M_t}{(1+i)^t}$$

şeklinde ifade edilmekle beraber, F-M analizinin çeşitli alanlarda Net Bugünkü Değer, İç Kârlılık Oranı ve F/M Oranı adlarıyla değişik alt teknikleri veya uygulamaları da vardır. F-M analizi, çok sayıda proje arasından en yüksek sonuç sağlayanın seçilmesine hizmet eden çok boyutlu bir karar verme tekniğidir. Günümüzde hemen her alanda uygulanabilmektedir.

3.17. Doğrusal Olmayan (Quadratic) Programlama (DOP)

DOP, amaç fonksiyonu ikinci dereceden polinom (nonlinear) ve sınır koşulları doğrusal olan veya olmayan bir programlama tipidir. Eşitliklerde sinüs, kosinüs, tanjant gibi ifadelerin yanı sıra, üstel, logaritmik veya iki değişken arasındaki etkileşimi içeren " $x_1.x_2$ " yada " $x_1^{x_2}$ " şeklindeki fonksiyonlar da yer almaktadır. DP'da amaç fonksiyonu doğrusal olmasına rağmen, DOP'da amaç fonksiyonu ikinci dereceden polinomdur. DOP'da yer alan ikinci derece (Quadratic) amaç fonksiyonlu problemler, doğrusal programlamanın özel bir hali olan simpleks yönteminin uygulanabileceği forma dönüştürülerek çözülebilir. Bu dönüşüm quadratic fonksiyonun kısmi türevlerini kapsayan **Kuhn-Tucker** koşullarının sağlanmasıyla mümkün olabilmektedir (Halaç, 2001). Genel olarak DOP'nın matematiksel yapısı DP'ya benzer olmakla birlikte, amaç fonksiyonu nonlinear olan optimizasyon problemlerinin çözümünde kullanılmaktadır.

3.18. Faktör Analizi (FA)

FA, çok sayıda değişkenler arasındaki ilişkilere dayanarak, değişkenlerin indirgenerek daha anlamlı bir biçimde sunulmasını sağlayan, çok değişkenli bir veri indirgeme yöntemidir. Yani, bir olayı veya objeyi belirleyen, ölçülebilen ve gözlenebilen çok sayıda değişken (X_1, X_2, \dots, X_n) arasındaki korelasyonlara dayanarak ölçülemeyen ve objeyi çok boyutlu uzayda daha az sayıda boyut ile temsil edebilen, yeni bir dizi faktör veya temel öge ($F_1, F_2, \dots, F_p, \dots, F_m$) türeten, matematiksel teknikler dizisidir (Harman, 1967; Rummel,

1970; Bennet and Bowers, 1977; Mucuk, 1978; Daşdemir, 1987). Çok sayıdaki değişkeni temsil eden çok boyutlu uzayda birbirine dik veya eğik eksenler halinde bir vektör uzayı oluşturulur. Faktör analizi; veri indirgemesi yapmak, olaylar arkasında yatan gerçek nedenleri belirlemek, olayları veya objeleri tiplere ayırmak, karmaşık ilişkileri yalınlaştırmak, varsayım kurmak ve geliştirmek gibi çok değişik amaçlara hizmet etmektedir (Kalıpsız, 1981; Daşdemir, 1990). Faktör analizi her ne kadar psikologlar tarafından geliştirilmiş ise de günümüzde sosyoloji, politika, ekonomi, işletme, planlama, yönetim, taksonomi, biyoloji, tıp, jeoloji, meteoroloji, doğa bilimleri vb. alanlarda veri indirgemesi ve sınıflama amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. Faktör analizinin değişik modelleri esas alan *principal components*, *unweighted least squares*, *generalized least squares*, *maximum likelihood*, *principal axis factoring*, *alpha factoring* ve *image factoring* şeklinde alt çözüm teknikleri vardır.

3.19. Uyum (Correspondence) Analizi (UA)

Uyum analizi, $r \times c \times m$ gibi çok boyutlu tablolaştırılabilen kategorize edilmiş sürekli değişkenlerin ($i=1,2,\dots,r$; $j=1,2,\dots,c$; $k=1,2,\dots,m$...) arasındaki birlikte değişimleri, tabloların ki-kare değerlerinden ya da değişken kategorileri arasındaki oklid uzaklıklarından hesaplanan varyans öğeleri yardımıyla grafiksel olarak incelemeyi amaçlayan bir veri indirgeme yöntemidir. Yani UA, değişkenlerin ve bu değişkenlerin alt sınıflarının birlikte değişimlerini daha az boyutlu bir uzayda grafik yardımıyla göstermeyi amaçlayan çok değişkenli bir analizdir. Diğer bir deyişle UA, değişkenlerin kategorileri arasındaki benzerliklerin ya da farklılıkların uzaklıklar cinsinden ifade edilmesi ve hangi alt kategorinin diğer kategorilere göre daha çok benzer olduklarını bulmayı, çapraz tablolardaki (değişkenlerin birlikte oluşturduğu tablo, içice girmiş tablo veya uyum tablosu) değişkenlerin alt kategorileri arasındaki benzerlikleri daha az sayıdaki boyutta grafiksel olarak görüntülemeyi amaçlamaktadır (Özdamar, 1999). Uyum analizi, kategorik ve tablolaştırılmış verilerin ki-kare ve loglinear analiziyle değerlendirilmesinin yetersiz kaldığı durumlarda kullanılan kategorik bir veri indirgeme yöntemidir. Bazı ülkelerde *optimal scaling*, *optimal scoring*, *quantification method*, *homogeneity analysis* ve *dual scaling* gibi isimlerle de kullanılabilir. Uyum analizi iki değişik biçimde uygulanmaktadır:

1. Basit uyum analizi (simple correspondence analysis): Uyum tablosunun içerdiği kategorik değişken sayısının iki olması halinde uygulanır.

2. Çoklu uyum analizi (multiple correspondence analysis, optimal scaling): Kategorik değişken sayısının üç veya daha fazla olması halinde uygulanır.

Basit uyum analizinde her bir değişken başka bir boyutta ağırlıklı temsil edilirken, çoklu uyum analizinde iki ya da daha fazla değişken bir boyutta temsil edilir. Çoklu uyum analizinin amacı nesnelere bir p boyutlu uzayda temsil etmektir. Başka bir deyişle değişkenlerin ölçüm düzeyleri tarafından konan kısıtlamaları dikkate alan p sayıda ölçek oluşturmaya çalışmaktadır (Bayram ve Ertaş, 2001). Böylece $r \times c \times m$ biçiminde içice değişik biçimlerde çaprazlanmış tablolarda yer alan değişkenlerin alt kategorileri arasındaki birlikteliği ve ilişkiyi ortaya koymak amacıyla başvurulmuş bir yöntemdir (Özdamar, 1999). Çoklu uyum analizinin (optimal scaling) SPSS’de uygulanması halinde *Homogeneity* (HOMALS), *Nonlinear Principal Components* (PRINCALS) ve *Nonlinear Canonical Correlations* (OVERALS) şeklinde üç alt çözüm tekniği vardır.

3.20. Diskriminant (Ayırma) Analizi (DA)

Diskriminant analizi, X adet bireyin veya birimin çok sayıda (n tane) özelliğine göre iki veya daha çok gruba ayrılmasını sağlayan ve buna ilişkin fonksiyonları veren çok değişkenli bir analizdir. Çok sayıda birey, çok sayıdaki özelliklerine göre, bu özelliklerin oluşturduğu çok boyutlu bir uzayda birer nokta olarak temsil edilirler. Çok sayıdaki bireylerden bazıları bazen birbirlerine benzer özelliklere sahiptirler. Bu durumda, çok boyutlu uzayda birer nokta olarak gösterilen bireyler birbirlerine benzeyen özelliklerinden dolayı bir gruplaşma veya birbirlerine benzemeyen özelliklerinden dolayı uzaklaşma ve sonuçta tekrar bir gruplaşma gösterebilmektedirler. Çok boyutlu uzayda gruplaşma gösteren bireyler topluluklarının birbirlerinden ayırt edilip edilmeyeceği, kaç tane grup ayırt edilebileceği, her grupta hangi bireylerin bulunacağı ve gruplara ayırmada etkili olan özelliklerin neler olacağı soruları diskriminant (ayırma) analizi ile yanıtlanmaktadır (Daşdemir, 1987). Burada analiz gereğince bireyler esas alınan (bağımlı) değişkene göre önceden tahmini olarak iki veya daha fazla gruba ayrılırlar. Diskriminant analizinde çok sayıda değişken dikkate alınarak böyle bir gruplaşmanın yapılıp

yapılmayacağı ve grupların birbirlerinden farklı olup olmadıkları belirlenir (tanımlama amaçlı diskriminant analizi). Keza yeni ölçülen bir bireyin hangi gruba gireceği de belirlenebilmektedir (karar verme amaçlı diskriminant analizi). Bu özelliklerinden dolayı günümüzde diskriminant analizi pazarlama, planlama, işletme, ekonomi, tarih, sosyoloji, psikoloji, antropoloji, arkeoloji, tıp, biyoloji, eğitim ve ormancılık gibi pek çok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır.

3.21. Kümeleme (Cluster) Analizi (KA)

KA, birim ya da değişken gruplaşmaları hakkında kesin olarak bilinmeyen karma toplulukları, çok sayıda özelliği dikkate alınarak hesaplanan benzerlik ve farklılık ölçütlerine göre daha homojen alt kümelere ayırmak, her bir kümeyi tanımlamak ve profilini ortaya koymak amacıyla uygulanan çok değişkenli bir sınıflama metodudur. Faktör analizinde olduğu gibi kümeleme analizinde de bağımlı ve bağımsız değişken ayrımı yapılmaksızın, tüm değişkenler dikkate alınarak homojen kümeler oluşturulur. Diskriminant analizinden farklı olarak kümeleme analizi birim ya da değişken gruplaşmalarının kesin olarak bilinmediği durumlarda uygulanmakta ve analiz öncesinde tahmini bir sınıflama yapılmamaktadır. Kümeleme analizi de hemen hemen tüm bilim alanlarında kullanılan bir yöntem olmakla beraber tıp, biyoloji, sosyoloji, psikoloji, arkeoloji ve ormancılık gibi belirsizliklerin ve karmaşık yapıların fazla olduğu bilim alanlarında daha yoğun kullanılmaktadır.

3.22. Çok Boyutlu Ölçekleme (Multi Dimensional Scaling) Analizi (MDS)

MDS, n nesne yada birim arasındaki p değişkene göre belirlenen uzaklıklara dayalı olarak nesnelerin k boyutlu ($k < p$) bir uzayda gösterimini elde etmeyi ve böylece nesneler arasındaki ilişkileri belirlemeyi amaçlar. MDS, nesneler arasındaki ilişkilerin bilinmediği, fakat aralarındaki uzaklıkların hesaplanabildiği durumlarda uzaklıklardan yararlanarak nesneler arasındaki ilişkileri ortaya koymaya yardımcı olan çok değişkenli bir istatistiksel yöntemdir (Özdamar, 1999). MDS esas olarak FA'ne alternatif olarak geliştirilmiştir. Ancak, FA'de değişkenler ve aralarındaki korelasyonlardan yararlanılırken, MDS'de birimler arasındaki benzerlik yada farklılıklardan yararlanılarak daha az sayıda boyutta nesnelerin açıklanması amaçlanmaktadır. Diğer yandan MDS, yakınlık matrisleri ve onların görüntülenmesi ile ilgili olduğundan, bu özelliğe sahip olan kümeleme analizine benzemektedir. Ancak MDS ile KA arasındaki temel fark, MDS yakınlıkları uzaysal görüntülerken, KA yakınlıkları ağaç biçiminde görüntülenmektedir (Kruskal (1977)'ye atfen Oğuzlar, 2000). Dolayısıyla MDS hem bir veri indirgemesi hem de nesneleri farklılıklarına göre sıralama ve sınıflama yapan çok değişkenli bir analizdir. Bu özelliğinden dolayı MDS tıp, psikoloji, sosyoloji, eğitim, pazarlama gibi pek çok alanda uygulanabilen bir yöntemdir.

3.23. Çok Boyutlu Varyans Analizi (MANOVA)

Çok boyutlu varyans analizi (MANOVA), tek boyutlu varyans analizinin (ANOVA) genelleştirilmiş halidir. Her iki varyans analizi modelleri, Tek- yönlü, iki-yönlü, üç-yönlü, vb. şeklindedir. En basit anlamda Tek-yönlü ANOVA' da tek bağımsız değişken (faktör) ve tek bağımlı değişken yer almaktadır. Bağımlı değişken sayısı tek kalmak üzere, bağımsız değişken sayısı iki olduğunda İki-yönlü ANOVA olarak tanımlanır. Buna göre Tek-yönlü ANOVA Basit Regresyon Analizine, iki veya daha fazla yönlü ANOVA ise Çoklu Regresyon Analizine benzemektedir. Tek-yönlü MANOVA da ise, bağımsız değişken sayısı tek iken, bağımlı değişken sayısı iki veya daha fazladır. Eğer bağımsız değişken sayısı iki tane olursa İki-yönlü MANOVA söz konusu olur. O halde ANOVA ile MANOVA arasındaki temel fark; ANOVA'da yön sayısının bağımsız değişken sayısına, MANOVA'da ise bağımlı değişken sayısına bağlı olmasıdır (Aytaç ve Bayram, 2001). MANOVA normal dağılım gösteren iki veya daha fazla toplumda iki ve daha fazla değişkenin direkt etkisine ve karşılıklı etkileşimlerine yönelik olarak kurulmuş hipotezleri (iki toplum birbirinin aynısı mı? değişkenler direkt veya karşılıklı etkili mi? vb.) test etmek amacıyla kullanılan çok değişkenli bir analizdir. MANOVA günümüzde pazarlama, işletme-ekonomi, sosyoloji, psikoloji, tıp biyoloji, eğitim, tarım ve ormancılık gibi pek çok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır.

3.24. Çok Boyutlu Regresyon Analizi

Çok boyutlu regresyon analizi, Y bağımlı değişken ile X_1, X_2, \dots, X_n bağımsız (serbest) değişkenleri arasındaki, $Y=f(X_1, X_2, \dots, X_n)$ şeklindeki fonksiyonel ilişkiyi inceleyen ve bağımsız değişkenler yardımıyla bağımlı

değişkeni kestirmeye yarayan bir yöntemdir. Eğer Y bağımlı değişkeni ile sadece bir bağımsız değişken arasındaki bağıntı inceleniyorsa buna basit regresyon analiz adı verilir. Bağımlı değişken ile bağımsız değişkenler arasındaki ilişkilerin doğrusal veya eğrisel (parabol, üslü ve üssel) olmasına göre çok boyutlu doğrusal veya eğrisel regresyon modelleri söz konusudur (Kalıpsız, 1981; Batu, 1995). Çok boyutlu regresyon analizi günümüzde eğitim, sağlık, biyoloji, tarım, ormancılık, işletme-ekonomi, pazarlama, sosyoloji, psikoloji vb. gibi pek çok alanında yaygın olarak kullanılmaktadır.

3.25. Kümelerarası (Kanonikal) Korelasyon Analizi

Kümelerarası korelasyon analizi, iki veya daha çok değişken kümesi arasındaki ilişkiyi maksimum yapan doğrusal kombinasyonları bulmak ve yorumlamak amacıyla kullanılan çok değişkenli bir istatistiksel tekniktir. Bu analiz çok sayıda değişkeni iki veya daha çok alt kümeye ayırıp, az sayıda doğrusal bileşenlere indirgeyerek, değişkenler arasındaki ilişkinin yorumlanmasında kolaylık sağlamaktadır. Ayrıca bağımlı (kriter) ve bağımsız (tahmin) değişken setleri arasında ilişki araştırıldığı zaman kullanılan tekniklerden biridir. Bu açıdan kanonikal korelasyon analizi, aslında çok boyutlu regresyon analizinin özel bir halidir. Çok boyutlu regresyon analizi bir bağımlı, birden fazla bağımsız değişken arasındaki ilişkiyi araştırmasına karşın, kanonikal korelasyon analizi p ($p>1$) tane bağımlı ve q ($q>1$) tane bağımsız değişkeni içeren iki değişken kümesi arasındaki ilişkiyi bulmaktadır (Şen ve Kalyoncu, 2001; Kalıpsız, 1981; Özdamar, 1999). Kanonikal korelasyon analizi eğitim, sağlık, biyoloji, tarım, ormancılık, işletme-ekonomi, pazarlama, sosyoloji, psikoloji vb. gibi pek çok alanında kullanılan ve diğer alanlarda da kullanılması mümkün olan bir tekniktir.

4. ÇOK BOYUTLU KARAR VERME METOTLARININ ÜLKEMİZ ORMANCILIĞINDA KULLANIM ÖRNEKLERİ

Çok boyutlu karar verme metotlarının gelişmiş ülkelerde ormancılık alanında kullanım örnekleri bir hayli fazladır. Özellikle orman kaynaklarının planlanmasında ve yönetiminde çağdaş planlama tekniklerinden ve çok boyutlu karar verme metotlarından yararlanılmaktadır. Ülkemiz ormancılığında üretimi büyük ölçüde odun üretimi temelinde ve tek boyutlu olarak ele alan geleneksel planlama yaklaşımları söz konusu iken, gelişmiş ülkelerde matematik ve istatistik temelli çok boyutlu karar verme metotlarını kullanan planlama yaklaşımları geçerlidir. Ancak ülkemizde de orman kaynaklarının yönetimi, planlanması vb. alanlarda son yıllarda yapılan bazı araştırmalarda çok boyutlu karar verme metotlarından yararlanıldığı görülmektedir. Çalışmanın amacına uygun olarak, burada söz konusu metotların ülkemiz ormancılığındaki kullanım örnekleri üzerinde durularak, mevcut ve olası kullanım alanları belirlenmiş ve böylece bu alanda çalışacaklara yardımcı olunmaya çalışılmıştır. Bu amaçla çok boyutlu karar verme metotlarının ülkemiz ormancılığındaki kullanımına ilişkin bazı temel çalışmalar aşağıdaki gibi incelenmiştir.

Orman kaynaklarının çok boyutlu bir yapıda olduğu ve anlamlı sonuçların elde edilmesi için bu kaynağın çok boyutlu analizlerle planlanması gerektiği düşüncesinden hareketle ele alınan bir çalışmada (Geray, 1982); ormancılıkta planlamanın hazırlık aşamasında **faktör** ve **diskriminant analizlerinden** yararlanılmıştır. Bu amaçla Akdeniz Bölgesindeki 36 orman işletmesinde ölçülen 25, 21 ve 18 değişkene göre orman işletmeleri daha az karakteristik ile homojen planlama üniteleri halinde tanımlanmaya çalışılmıştır. Planlama konusunda bir diğer çalışma orman köyleri kalkınma planlarının hazırlanması üzerine yapılmıştır (Gümüş, 1996). Ekonomik bakımdan geri kalmış olan Gümüşhane ilindeki orman-köylü ilişkilerinin düzeltilebilmesi için orman köyleri kalkınma planlarının yapılmasında çok boyutlu yöntemlerden yararlanılan bu çalışmada elde edilen veriler **diskriminant** ve **faktör analizleri** ile değerlendirilmiştir. Araştırmada ilçelerin birbirlerinden anlamlı ve önemli farklılıklar göstermediği ve bu nedenle ilçe bazında köy kalkınma planları yapmanın fazla geçerli olmadığı belirlenmiştir. Keza orman köylülerinin ormanlar üzerindeki baskısının azaltılması amacıyla günümüze kadar alınan önlemlerin başarılı olamamasının nedenlerinin araştırıldığı bir başka çalışmada (Gümüş, 1993) ise, orman suçu oluşturan tutum ve davranışlarının nedenleri ve bu konuda alınacak önlemler **faktör** ve **diskriminant analizleri** ile belirlenmeye çalışılmıştır.

Orman amenajmanı ve planlaması konusunda ülkeler itibariyle ortaya çıkan farklılıkları irdeleyen bir çalışmada (Geray, 1985) ise, Türkiye'deki dar kapsamlı amenajman planı uygulaması, ormancılıkta mekan ve zaman boyutunun önemi ile çok sayıda alternatif türetme gerekleri üzerinde durulmuştur. Ayrıca bu çalışmada, orman

işletme planlarındaki karar odakları, ağaç türü, orman birimi, idare süresi, teknoloji ve talep merkezi seçimi konularına değinilmiştir. Orman birimleriyle taleplerin bütünleşmesi için bu çalışma kapsamında bir model kurulmuş ve bu modelde amaç denklemi (**amaç programlama**) ve gölge fiyatlarından yararlanılarak çözüm yolları aranmıştır. Keza SUN (1986) çok boyutlu yararlanmanın ekonomik anlamı, üretim ve planlamaya temel olabilecek işletme büyüklükleri, orman işletmelerinin çok yönlü yararlanılmaya göre düzenlenmesinde hesaplamalara dahil edilecek öğeleri ve bunların sayısallaştırılması hakkında açıklamalar yaparak, üretim ve üretim nitelikli faaliyetlere ilişkin amaçlarla bunlara ait alınan kararların sayısal irdelemesini **amaç programlama** tekniği ile gerçekleştirmiştir. Orman kaynaklarının çok amaçlı kullanım amenajmanı konusunda yapılan bir çalışmada (İspirli, 1995) ise, **amaç programlama** tekniği kullanılarak orman kaynaklarının uzun dönem yönetim amaçlarını en iyi şekilde karşılayan yönetim alternatiflerinin seçimi ve bu alternatiflere orman arazi kaynaklarının tahsisi süreci araştırılmıştır.

Türkiye ormancılığında doğrusal programlama tekniğini ilk kullanan çalışmalardan birisi de GERAY (1978) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada orman kaynaklarından yararlanmanın planlaması konusunda tarife bedelinin optimizasyonu amacıyla **doğrusal programla** tekniği kullanılmıştır. Orman kaynaklarından maksimum yararlanmak konusunda ele alınan bir başka çalışmada (Soykan, 1979) ise, aktüel kuruluşu optimal kuruluşa yaklaştırmak için **doğrusal programlama** ve **simülasyon** tekniklerinden yararlanılmıştır. Bu teknikleri uygulamak için SESİMOD, KASİMOD ve GRASİMOD adlı üç ayrı bilgisayar programı geliştirilmiştir. Çalışmada aktüel kuruluşu optimal kuruluşa ulaştırmanın yolları ve en yüksek para hasılatının nasıl sağlanacağı araştırılmıştır. Bu amaçla kızılçam, sedir ve karaçam için çeşitli yıllara ilişkin bilanço değerlerinin ortalamaları kullanarak analizler yapılmıştır. Bu konuda Kahramanmaraş Orman Bölge Müdürlüğü, Suçatı Orman İşletme Şefliği kızılçam ormanlarında üretimin planlanması amacıyla yapılan bir çalışmada (Görücü, 1995) ise; işletme sınıflarına ait giderler ile gelirler **doğrusal programlama** mantığıyla FORPLAN programı çerçevesinde hesaplanmıştır. Analizler sonucunda aktivite alanları net bugünkü değer kriterine göre periyotlar halinde hasat ve ağaçlandırma sırasına konulmuştur. **Doğrusal programlama** tekniğinin orman kaynakları üretim planlamasında kullanıldığı bu çalışmada, hacim ve değer yönünden en büyük periyodik ürün akışı düzenlenmiştir. Hesaplamalar sonucunda her periyottaki aralama ve son kesim hasılatları, toplam üretimin hacmi, gelir, gider, kâr ve net bugünkü değer düzeyleri bulunmuştur. Farklı etalar, farklı idare süresi ve aralama entansitesi denemek suretiyle de en uygun idare süresi ve aralama entansitesi seçilmiş, çok çeşitli üretim planları ve bunlara ilişkin duyarlılık analizleri yapılmıştır (Görücü, 2001). Benzer şekilde optimizasyon amacıyla (net gelir maksimizasyonu, maliyet minimizasyonu vb.) **dinamik programlamanın** ormancılıkta silvikültürel planlama, faydalanmanın düzenlenmesi (amenajman), taşıma ve dağıtım, koruma-orman yangınları ve kaynak tahsisi problemlerinde kullanılabileceği belirtilerek, tekniğin silvikültürel planlamada maliyetlerin minimizasyonu amacıyla kullanımı bir örnekle gösterilmiştir (Asan, 1982).

Diğer yandan GÜL (1995) aktüel kuruluşu, kararlaştırılan düzenleme süresi içinde optimal kuruluşa ulaştırmak, uzun süreli planlama boyunca alınacak eta miktarının dengeli olmasını sağlamak, planlama dönemi boyunca elde edilen toplam net bugünkü değeri maksimize etmek ve ilk on yıllık plan dönemi içinde orman işletme planı öğelerini saptamak için **doğrusal programlama** tekniğinden yararlanmıştır. Diğer yandan OK (1997), ormanların düzenlenmesi ve planlanması sürecinde geleneksel yaklaşımların benimsemiş olduğu biyolojik ve fiziksel değişkenlere ek olarak, ekonomik ve sosyal değişkenleri de kullanarak idare süresini ve yıllık kesim alanlarının sırasını belirlenmeye çalışmıştır. Bu amaçla **simülasyon tekniğine** dayanan EKODÜS adlı bir bilgisayar programından yararlanılmıştır. Bu program sayesinde ormanların düzenlenmesi ve planlanması sürecinde etkili olan en uygun idare süresi ve buna bağlı olarak yıllık kesim alanları, periyot içinde elde edilecek gelirlerin bugünkü değerini maksimum yapacak şekilde sıralanmıştır.

Türkiye'deki doğu ladinini meşcerelerinin gelişimini etkileyen yetişme ortamı faktörlerinin saptanması amacıyla yapılan bir çalışmada (Daşdemir, 1987); 65 deneme alanına ait fizyografik ve edafik faktörlerden 17'si serbest ve bonitet endeksi (BE) değerleri de bağımlı değişken alınarak **faktör** ve **diskriminant analizleri** yapılmıştır. Bu analizler sonucunda, ladinin boy artımını etkileyen en önemli çevre faktörleri ve buna göre ladinin ekolojik istekleri ortaya konulmaya çalışılmıştır. Ayrıca, çok sayıda değişkenin bileşkesine göre bonitet sınıfları oluşturulmuş ve ağaçlandırmada öncelikli alanların da benzer şekilde belirlenebileceği ifade edilmiştir. Bu bağlamda Türkiye'nin önemli yetişme bölgelerinde saf sarıçam ormanlarının gelişimini etkileyen bazı edafik ve fizyografik faktörler **faktör** ve **diskriminant analizleri** ile araştırılmıştır (Çepel-Dündar ve Günel, 1977).

Benzer şekilde Türkiye’de Güney Anadolu’daki kızılçam meşcerelerinin gelişimi etkileyen en önemli yetiştirme ortamı faktörleri **faktör ve diskriminant analizleri**yle belirlenmiştir (Zech ve Çepel, 1972).

Türkiye’deki Devlet Orman İşletmeleri’nin başarı düzeylerinin belirlenmesi amacıyla ele alınan bir araştırmada (Daşdemir, 1996); orman işletmelerinde başarının çok boyutlu olarak tanımlanması, en önemli başarı değişkeninin belirlenmesi, başarının ölçülmesi, değerlendirilmesi ve buna uygun örgüt yapısının esasları araştırılmıştır. Bu amaçla Kuzeydoğu Anadolu ve Doğu Karadeniz Bölgesindeki 32 orman işletmesinde ölçülen toplam 58 değişkene göre **faktör ve diskriminant analizleri** yapılmış ve 14 adet en önemli başarı (performans) kriteri belirlenmiştir. Geliştirilen çok boyutlu IB modeline göre işletme başarıları yıllık ve ortalama olarak ölçülmüştür. Başarıyı geliştirmede ve değerlendirmede en önemli faktör olan rekabetin primli çalışma sistemi ile sağlanabileceği belirlenmiştir. Ayrıca ÇAĞLAR ve ÖNCER (1990), işletmenin teknik ve kaynak kullanım yönünü tanımlayan 43 değişkene göre **faktör analizini** kullanarak Türkiye’deki devlet orman işletmelerini başarı düzeylerine göre sıralamaya çalışmıştır. Diğer yandan DAŞDEMİR (1998a), Türkiye’deki Devlet Orman İşletmelerinin yönetsel ve örgütsel boyutlarını belirlemek amacıyla Kuzeydoğu Anadolu ve Doğu Karadeniz Bölgesindeki 32 orman işletmesinde yönetici olarak çalışan 52 denek üzerinde yaptığı anket çalışmasından elde ettiği verileri korelasyon ve **faktör analizleri** ile değerlendirerek, devlet orman işletmelerinin en önemli yönetsel ve örgütsel boyutlarını belirlemiş, bu boyutların işletme başarısı ile olan ilişkilerini inceleyerek halihazır yönetim anlayışı ve düzenini ortaya koymuştur.

Devlet orman işletmelerinin işlevsel sınıflandırılmasını yapmak ve böylece planlamaya ve yönetime altlık olacak homojen karar birimlerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada (Çağlar, 1990); Türkiye’deki 201 devlet orman işletmesinden ölçülen yapısal, ekonomik, toplumsal ve kültürel nitelikteki toplam 23 değişkenle **kümeleme (cluster)** ve **Q-tipi faktör analizleri** yapılmıştır. Genel durum, orman yapısı, koruma ve orman işletme ekonomisi bakımından benzer özelliklere sahip çeşitli homojen sınıflar oluşturulmuş ve sınıflar bazında karar alma, planlama ve uygulama yapılması gerektiği belirtilmiştir. Ülke genelinde herhangi bir dönemde yapılacak ormancılık yatırımlarının bölgesel önceliklerini belirlemek ve nesnel bir biçimde dağıtımını sağlamak amacıyla ele alınan bir araştırmada (Çağlar, 1983) ise; 32 değişkene göre **sınıflama (taksonomi)** ve **faktör (temel veya ana bileşenler) analizleri** uygulanarak daha az boyuta göre yörelerin ekonomik ve toplumsal gelişmişlik düzeyleri saptanmış ve buna göre orman bölge müdürlüklerinin yatırım öncelikleri ortaya konmuştur.

Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğünde asli orman ürünlerinde açık artırmalı satışlarda fiyat oluşum sürecini inceleyen bir pazarlama araştırmasında (Daşdemir, 2003) ise; fiyatı etkileyen en önemli faktörler işletmeler bazında tanımlanan 10’ar değişkene göre varyans ve **faktör analizleri** ile belirlenmiştir. Böylece bölge ve işletme düzeyinde yöresel koşullara uygun, esnek ve dinamik optimum pazarlama karmaları oluşturulması, uygun pazarlama politikaları ve stratejileri geliştirilmesi ve böylece ekonomik sürdürülebilirliğin güvenceye alınması amacıyla ışık tutacak bulgulara ulaşılmıştır.

Devlet ormanlarından yasa dışı yollarla sağlanan yakacak odun tüketimi üzerinde etkili olan faktörleri belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada (Türker M.F. ve Türker E.S., 1994); 50 bireyden ölçülmüş 10 değişken, **faktör (ana bileşenler) analizi** yardımıyla incelenmiştir. Buna göre köyün rakımı, hane başına düşen hayvan sayısı ve ilçe merkezine olan uzaklığının yakacak odun tüketimini pozitif yönde etkilediği saptanmıştır. Benzer şekilde **ana bileşenler analizi** kullanılarak, Doğu Karadeniz bölgesinde 25 devlet orman işletmesinin ekonomik yapısı 11 adet değişkene göre incelenmiş (Türker M. F. ve Türker E. S., 1999) ve personel başına odun üretimi, gelir ve gider değişkenlerinin işletmelerin toplam gelirlerini ve dolayısıyla başarılarını pozitif etkilediği belirlenmiştir.

KONUR ve ÇAĞLAR (1979), ormancılık kesiminde üretilen odun hammaddesinin dağıtım maliyetini en düşük tutacak biçimde dağıtılmasını **ulaştırma modeli** ile incelemiştir. Bu model ile odun hammaddesi üretimi ile orman ürünleri işleyen ya da yeni kurulacak sanayiler arasında uyumlu bir ilişkinin sağlanmasına çalışılmıştır. Araştırma sonuçlarının yaşama geçirilmesinin, büyük ölçüde ilgili birimler arasındaki işbirliğine bağlı olduğu belirtilmiştir. Benzer şekilde fiziksel dağıtım maliyetlerinin minimizasyonu amacıyla yapılan bir araştırmada (İlter, 1979); Türkiye genelinde orman işletmelerinde tomruğun fiziksel dağıtımının optimizasyonu konusu çalışılmıştır. Bu konuda devlet orman işletmelerinde kullanılabilir bir **stok yönetimi (envanter) modelinin** geliştirilmesi amacıyla ele alınan bir başka araştırmada (Çağlar, 1986) ise; ormancılıkta üretim planlamasında stok yönetiminin ve alt sistemlerinin (modellerinin) önemi ortaya konularak, orman işletmeciliğinin evrensel nitelikte ayırt edici özellikleriyle Türkiye ormancılığının özgün koşullarından hareketle, devlet orman

işletmelerinde etkin bir **stok yönetimi (envanter modeli)** düzeninin kurulmasına yönelik bir model geliştirilmiş ve bunun uygulanmasına ilişkin önerilere yer verilmiştir.

ERKAN (1990), **markov zincirlerinin** ormancılıkta uygulamasına ilişkin bir örnek çalışma yapmıştır. Bu çalışmada sarıçam+gökmar+ladin karışık meşcerelerinin zaman içerisindeki değişimlerini araştırmak için değişik yaş basamaklarına ait 60 sabit deneme alanına ilişkin verileri Markov analiziyle değerlendirmiştir. Buna göre değişik periyotlar sonunda ağaç türlerine göre hakimiyette bulunma olasılıkları hesaplanmış, ayrıca denge durumundaki hakimiyet durumu, durum değişimi için gerekli adım sayısı, zincirin ergotik, düzenli ve yutucu durumunun olup olmadığı araştırılmıştır. Diğer yandan ERKAN (1996) Türkiye'deki aynı yaşlı doğal kızılçam meşcerelerinde **simülasyon tekniği** ile artım-büyüme ilişkilerini inceleyerek, bonitet ve hasılat tablosu hazırlamıştır. Ayrıca AKALP (1983) değişik yaşlı meşcerelerde artım ve büyümenin **simülasyonu** için bir model geliştirmiş ve modeli doğu ladini meşcerelerinden alınmış deneme alanlarına ilişkin verilerle sınımıştır. SUN (1983) ise, bir kızılçam ağacının çap ve boy gelişimine ilişkin özellikleri inceleyerek, yaş, yetiştirme yeri ve taç etkileşim endekslerine dayalı olarak kurduğu modele göre, tek ağacın büyümesini **simülasyon** tekniği ile incelemiştir.

Bolu ilinin ekonomik kalkınmasında ormancılık sektörünün rolünü tespit etmek amacıyla **input-output tekniği** kullanılmıştır (Çakır, 1987). Çalışmada Ulusal Kalkınma Planlarının hedefleri çerçevesinde 17 değişken input-output analizine dahil edilmiştir. Her bir sektörün ileri ve geri bağlantıları, üretim, gelir, katma değer ve istihdam çarpanları ile sektörler itibariyle toplam sermaye ihtiyacı, sermaye/üretim oranları, sermaye/istihdam katsayıları ve sermaye/katma değer oranları hesaplanmıştır. Keza bu konuda orman kaynaklarından sağlanan mal ve hizmetlerin (odun hammaddesi, tali ürünler, avlanma hizmeti, ot-yaprak yararlanması vb.) ülke ekonomisine tanimsal ve analitik etkilerini ortaya koymak ve diğer sektörlerle karşılaştırmak amacıyla **input-output** tekniğini kullanan bir başka çalışma da yapılmıştır (Kayacan, 2004). Bu çalışmada, özellikle orman kaynaklarından sağlanan çevresel nitelikteki hizmetlerin sisteme dahil edilmesi ve ulusal ekonomi açısından muhasebeleştirilmesi halinde, ormancılık sektörünün ülke ekonomisi içerisindeki etkilerinin ve öneminin arttığı ortaya konmuştur.

TÜRKER (1986); değişik seçeneklere göre ağaçlandırma alanlarının öncelik sırasını **ELECTRE I tekniği** ile belirlemiştir. Bu amaçla sekiz kriter (ölçüt) kullanmış ve ağaçlandırmaya aday alanlar arasında bir sıralama yapmaya çalışmıştır. Böylece ekonomik açıdan en uygun ağaç türü, idare süresi ve üretim teknolojisi tespit edilmiştir.

Pek çok alanda uygulanan **AHS** tekniği ülkemizde, Türkiye'nin kısıtları, kalkınma hedefleri ve ormancılık sektörünün özellikleri dikkate alınarak odun hasadında çok amaçlı bir teknoloji seçimi yapmak amacıyla kullanılmıştır (Engür, 1996). Geliştirilen temel, ara ve ileri teknoloji alternatiflerinden temel ve ara teknoloji esaslı bir sistemin odun hasat işleri için uygun olduğunu belirlemiştir. Ayrıca, çok sektörlü, çok ölçekli, çok boyutlu, çok amaçlı, çok kriterleri ve çok aktörlü bir arazi kullanım planlaması ve orman kaynaklarının işlevsel planlaması modelinin geliştirilmesi amacıyla ele alınan bir araştırmada (Yılmaz, 2004); dört aşamalı bir süreç içerisinde AHS tekniği kullanılarak en uygun arazi tahsisi alternatifi seçilmiş ve orman arazisinin farklı işlevlere tahsisi gerçekleştirilmiştir.

Fidanlık ve ağaçlandırma konusunda değişik amaçlarla yapılmış pek çok araştırmada çok boyutlu tekniklerin kullanımına rastlamak mümkündür. Örneğin; Türkiye'nin değişik bölgelerinden alınan 53 söğüt klonu üzerinde ölçülen 14 değişkene göre yapılan **faktör ve diskriminant analizleri** sonucunda, klonların ayrımını en fazla etkileyen değişkenin hacim olduğu ve bu değişkene göre klonları 4 sınıfa ayırmanın anlamlı olduğu belirlenmiştir (Tuçtaner, 2002). Diğer yandan Karaçamın coğrafik alt varyasyonlarını belirlemek amacıyla **diskriminant analizinden** yararlanılmıştır (Alptekin, 1986). Keza Burdur yöresinde morfolojik olarak daha kaliteli kızılçam ve karaçam fidanı elde etmek amacıyla yapılan bir çalışmada (Üçler ve ark., 2000); fidanlar boy ve kök boğazı çapı ölçülerine göre **diskriminant analizi** yardımıyla kalite sınıflarına ayrılmıştır. Ayrıca ülkemizde fidanlık ve ağaçlandırma alanındaki denemelerde pek çok hipotezin testi amacıyla **çoğul varyans analizinin** yaygın olarak kullanıldığı ve bu konuda pek çok örneğin mevcut olduğu bilinmektedir.

Diğer yandan, ülkemizde ormancılığında pek çok alanda proje değerlendirme amacıyla fayda-masraf analizi, ormancılık araştırma projelerinin önceliklerini belirleme konusunda Delphi benzeri bir metot (Daşdemir, 1998b),

havza ıslahında (Görcelioğlu, 1982), toprak, ekoloji ve yetiştirme ortamının analizinde (Kantarıcı, 1981) diskriminant analizi, hasılat-amenajman alanında optimizasyon teknikleri (Asan, 1980; 1985; 1993), orman amenajmanı planlarının yapımında CPM ve PERT teknikleri (Asan, 1981), orman fidanlığındaki faaliyetlerin planlanmasında PERT tekniği (Erkan, 1988) ve ulusal parkların kuruluşunda ve park içi rekreasyonel düzenlemelerde PERT tekniği (Akesen, 1977) kullanıldığı gibi, ormancılığın diğer alanlarında da değişik amaçlarla çok boyutlu analizlerin kullanım örneklerine de rastlamak mümkündür.

Diğer yandan tüketici tercih yapısını belirlemede önemli bir araç olan tercih (konjoint) analizi gelişmiş ülkelerde, diğer alanların yanında, ormancılık alanında rekreasyonel alanların ve orman içi su ürünleri avlama alanlarının belirlenmesi, rekreasyonel gezi alanlarının seçimi, avcılarının avlak tercihlerinin önem sırasının belirlenmesi, doğa turizminin orman ekosistemine etkisinin incelenmesi, orman ürünlerinin sertifikasyonu, ekosistem yönetimine karşı ödeme eğiliminin ve pazarı olmayan orman ürünlerinin değerinin belirlenmesi vb. amcalarıyla (Holmes at all., 1996; Mackenzie, 1990; 1992; Othman, 2000; Stevens at all., 2000; Hearne and Salinas, 2002) kullanılmasına karşın, ülkemiz ormancılığında henüz kullanılmamaktadır. Bu teknik ülkemizde daha çok pazarlama araştırmalarında tüketici tercih yapısını belirlemek amacıyla kullanılmaktadır.

Bütün bu örnekler ve açıklamalar topluca değerlendirildiğinde; özellikle son yıllarda bilgisayar teknolojisinin gelişmesiyle birlikte, Türkiye’de ormancılık uygulamalarında olmasa bile, ormancılık biliminde pek çok alanda çok boyutlu analizlerin yaygın olarak kullanıldığı anlaşılmaktadır. Özellikle fidanlık, ağaçlandırma, toprak, ekoloji ve hasılat, üretim planlama, silvikültürel planlama, taşıma ve dağıtım planlaması, sektör planlaması, işletme-ekonomi, yönetim ve organizasyon, pazarlama, kaynak tahsisi, orman köyleri, çok yönlü yaralanma, işlevsel sınıflama, proje değerlendirme, başarı ölçümü vb alanlarında değişik amaçlarla çok boyutlu karar verme metodlarına başvurulduğu söylenebilir. Bu konuda kullanım yoğunluğuna göre: 1) Çok boyutlu varyans analizi, 2) Çok boyutlu regresyon analizi, 3) Fayda-masraf analizi, 4) Faktör analizi, 5) Doğrusal programlama, 6) Simülasyon, 7) Diskriminant analizi, 8) Ulaştırma ve envanter modelleri, 9) Şebeke analizi (PERT ve CPM teknikleri), 10) AHS tekniği, 11) ELECTRE tekniği, 12) Input-Output tekniği, 13) Amaç programlama, 14) Dinamik programlama, 15) Delphi tekniği 16) Markov zincirleri, 17) Kümeleme analizi 18) Kümelerarası korelasyon analizi şeklinde bir sıralama vermek mümkündür. Bu listede yer almayan *tercih analizi*, *tamsayı* ve *doğrusal olmayan programlama*, *Lagrange çarpanları*, *uyum* ve *çok boyutlu ölçekleme* analizlerinin ise Türkiye ormancılığında henüz kullanılmadığı anlaşılmaktadır.

Türkiye’de ormancılık dışında “sanayi işletmelerinde” yapılan bir araştırmada (Kurtuluş, 1983), çok boyutlu karar verme metodlarının kullanım yoğunluğu: 1.Doğrusal programlama, 2.PERT/CPM, 3.Çok boyutlu regresyon, 4.Envanter modelleri, 5.Çok boyutlu varyans analizi, 6.Simülasyon, 7.Dinamik programlama, 8.Faktör analizi, 9.Kanonical korelasyon analizi, 10.Diskriminant analizi, 11.Doğrusal olmayan programlama, 12.Markov analizleri, 13. Çok boyutlu ölçekleme ve 14. Diğer analizler şeklinde belirlenmiştir. Diğer yandan, 1995-2002 yılları arasında 20 adet uluslararası dergiden pazarlama ile ilgili yaklaşık 50 adet makale taranarak yapılan bir çalışmada (Çetin, 2003) ise; araştırma makalelerinin %33’ünde faktör analizinin, %30’unda regresyon analizinin %28’inde kümeleme analizinin, %28’inde ANOVA-MANOVA analizlerinin ve %20’sinde de diskriminant analizinin tek başına veya diğer tekniklerle müştereken kullanıldığı saptanmıştır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada çok boyutlu karar verme metodlarının sınıflandırılması, her bir metodun kısa açıklanması ve bunların genel kullanım alanları ile ülkemiz ormancılığındaki uygulama örnekleri ele alınmıştır. Böylece mevcut ve olası kullanım alanları ortaya konularak bu alanlarda çalışacaklara, ormancılık bilimine ve pratiğine yardımcı olunmaya çalışılmıştır. Kullanım amaçlarına göre 5 başlık altında toplanan, toplam 25 adet çok boyutlu karar verme metodu araştırmada inceleme konusu yapılmıştır.

Bu çalışmadan da anlaşıldığı gibi amaca, konuya ve sektöre bağlı olarak kullanılacak çok sayıda, çok boyutlu karar verme metodundan bahsetmek mümkündür. Ancak burada, en yaygın kullanılan ve en önemli olanlara yer verilmiştir. Makalede ele alınan tekniklerin genel kullanım alanları; tıp, eğitim, psikoloji, sosyoloji, biyoloji, antropoloji, arkeoloji, inşaat, tarım, ormancılık, pazarlama, işletme, ekonomi, ekonometri, planlama, kaynak

tahsisi, proje değerlendirme, yönetim vb. şeklinde çeşitlilik göstermektedir. Yani hemen her alanda çok boyutlu karar verme metotları kullanılmaktadır.

Çok boyutlu karar verme metotlarının özellikle gelişmiş ülkelerde ormancılıkta kullanım örnekleri de bir hayli fazladır. Ülkemizde ise son yıllarda bilgisayar kullanımının artmasıyla birlikte, ormancılık araştırmalarında bu tekniklerin yaygın olarak kullanılmaya başladığı anlaşılmaktadır. Sürdürülebilir kalkınma amaçlarına ulaşmada ormancılığın hemen her alanında olduğu gibi, özellikle orman kaynaklarının planlanması ve yönetimi sürecinde çok boyutlu karar verme tekniklerinden yararlanmak büyük önem arz etmektedir. Bu konuda son yıllarda yapılan pek çok araştırmada söz konusu tekniklerden yararlanılmasına rağmen, ormancılık pratiğinde henüz bu tekniklerden yararlanılmamaktadır. Özellikle fidanlık, ağaçlandırma, botanik, toprak, ekoloji ve hasılat araştırmalarında çok boyutlu varyans ve regresyon analizleri yoğun olarak kullanılmakla beraber, simülasyon, doğrusal programlama ve diskriminant analizlerinden de yararlanılmaktadır. Üretim planlama, silvikültürel planlama, taşıma ve dağıtım planlaması, sektör planlaması, havza ıslahı, işletme-ekonomi, yönetim ve organizasyon, pazarlama, kaynak tahsisi, proje değerlendirme, orman köyleri, çok yönlü yararlanma, işletmelerin işlevsel sınıflaması, başarı ölçümü vb. alanlarda ise doğrusal programlama, amaç ve dinamik programlama, simülasyon, Input-Output tekniği, şebeke analizi, ELECTRE tekniği, AHS tekniği, fayda-masraf analizi, Delphi tekniği, faktör, diskriminant ve kümeleme analizlerine başvurulduğu anlaşılmaktadır. *Tercih (konjoint) analizi, tamsayı ve doğrusal olmayan programlama, Lagrange çarpanları, uyum analizi ve çok boyutlu ölçekleme analizlerinin* ise, Türkiye ormancılığında henüz kullanım örneklerine rastlanılmamış olup, uygulanmaya ve araştırılmaya değer tekniklerdir. Söz konusu tekniklerin pek çoğundan ormancılığın hemen her alanında değişik amaçlarla yararlanmak ve böylece objektif kararlar vermek ve değerlendirmeler yapmak mümkündür.

6. KAYNAKLAR

- o Akalp, T. 1983. Değişik Yaşlı Meşcerelerde Artım ve Büyümenin Simülasyonu. İ.Ü.O.F Yayın No:327, 170 s., İstanbul.
- o Akesen, A. 1977. PERT yönteminin ulusal park kuruluş çalışmalarında uygulanması. İ.Ü. O.F. Dergisi, Seri B, Cilt 27, Sayı 2, s.146-165, İstanbul.
- o Aktan, C. C. 1999. Yönetimde yeni konseptler ve yeni teknikler. Türkiye Günlüğü, Sayı 56, s. 78-88. Ankara.
- o Alptekin, E. 1984. Yöneylem Araştırmasında Yararlanılan Karar Yöntemleri. Gazi Üniversitesi Yayınevi, Ankara.
- o Alptekin, Ü. 1986. Anadolu Karaçamının Coğrafik Varyasyonları. (Yayınlanmamış Doktora Tezi), İstanbul.
- o Asan, Ü. 1980. Yöneylem araştırma metotlarının ormancılıkta kullanılabileceği alanlar ve bazı uygulama örnekleri. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 30, Sayı 2, s-184-195, İstanbul.
- o Asan, Ü. 1981. Kritik yörünge metodu (CPM) ile programları değerlendirme ve gözden geçirme tekniği (PERT)'nin tanıtılması ve amenajman planı yapımında kullanılması. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 31, Sayı 2, s-221-241, İstanbul.
- o Asan, Ü. 1982. Dinamik programlamanın ormancılıktaki önemi ve uygulanma örnekleri. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 32, Sayı 1, s-248-264, İstanbul.
- o Asan, Ü. 1985. Orman amenajmanında karşılaşılan karar problemleri ve bunların çözümünde yararlanılan yöneylem araştırması teknikleri. Yöneylem Araştırması Bildiriler 85 Kitabı, s.440-455, Gebze.
- o Asan, Ü. 1993. Türkiye'de orman amenajmanının yeni yönelimleri ve çağdaş planlama teknikleri. (I. Ormancılık Şurası Tebliği), Orman Bakanlığı Yayın No:6, Cilt 3, s.17-25, Ankara.
- o Aytaç, M. ve Bayram, N. 2001. Çok değişkenli varyans analizi ve akademisyenler üzerine bir uygulama. Uludağ Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Cilt:19, Sayı:3, Bursa.
- o Batu, F. 1995. Uygulamalı İstatistik Yöntemler. KTÜ, Orman Fakültesi Yayın No:22, 312 s. Trabzon.
- o Bayram, N. ve Ertaş, S. 2001. Tüketim harcamaları davranış biçimi: PRINCALS ve OVERALS yaklaşımı. (V. Ulusal Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu), Adana.
- o Bennet, S. and Bowers, D. 1977. An Introduction to Multivariate Techniques for Social and Behavioural Sciences, ISBN 0 333 18277 4. The MacMillan Press, London, 149 pp.
- o Çağlar, Y. 1983. Kimi Ormancılık Yatırımlarına İlişkin Bölgesel Önceliklerin Belirlenmesi. MPM Yayın No: 288, Ankara.

- Çağlar, Y. 1986. Devlet Orman İşletmelerinin Temel Ürünlerinde Stok Sorunu ve En Uygun Stok Düzeyinin Belirlenmesi. MPM Yayın No: 342, Ankara.
- Çağlar, Y. 1990. Devlet Orman İşletmelerinin İşlevsel Sınıflandırılması. MPM Yayın No: 427, Ankara.
- Çağlar, Y. ve Öncer, M. 1990. Devlet Orman İşletmelerinde Başarı Düzeylerinin Belirlenmesi. MPM Yayın No: 420, Ankara.
- Çakır, M. 1987. Bölgesel Planlama ve Ormanlık Sektörlerinin Önemi (Bolu Bölge Müdürlüğü Örneği). Ormanlık Araştırma Enstitüsü, Yayın No: 189, Ankara.
- Çemrek, F. 2001. Tüketici Tercihlerinin Belirlenmesinde Kullanılan Konjoint Analizi ve Kredi Kartı Tipi Tercihlerine İlişkin Bir Uygulama. (Yüksek Lisans Tezi). Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstatistik Anabilim Dalı, 62 s., Eskişehir.
- Çepel, N., DüNDAR, M. ve Günel, A. 1977. Türkiye'nin Önemli Yetiştirme Bölgelerinde Saf Sarıçam Ormanlarının Gelişimiyle Bazı Edafik ve Fizyografik Etkenler Arasındaki İlişkiler. TÜBİTAK Yayın No:354, TOAG Serisi No:65, Ankara.
- Çetin, E.İ. 2003. Çok değişkenli analizlerin pazarlama ile ilgili araştırmalarında kullanımı:1995-2002 arası yazın taraması. Akdeniz İ.İ.B.F. Dergisi (5), s.32-47. Antalya.
- Çetmeli, E. 1982. Yatırımların Planlanmasında Kritik Yörünge (CPM) ve PERT Metotları. Teknik Kitaplar Yayınevi, 160 s. İstanbul.
- Daşdemir, İ. 1987. Türkiye'deki Doğu Ladini Ormanlarında Yetiştirme Ortamı Faktörleri- Verimlilik İlişkisi. İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 122 s. İstanbul.
- Daşdemir, İ. 1990. Ağaçlandırmada öncelikli arazi parçalarını belirlemede kullanılacak modern bir araştırma tekniği: Faktör analizi. OAE Dergi No:72, Ankara.
- Daşdemir, İ. 1996. Orman İşletmelerinin Başarı Düzeylerinin Belirlenmesi (Kuzeydoğu Anadolu ve Batı Karadeniz Bölgesi Örneği). Doğu Anadolu Ormanlık Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten No:1, 161 s., Erzurum.
- Daşdemir, İ. 1998a. Devlet Orman İşletmelerinin Yönetmel ve Örgütsel Boyutlarının Belirlenmesi. Doğu Anadolu Ormanlık Araştırma Müdürlüğü, Teknik Rapor No: 3, 70 s., Erzurum.
- Daşdemir, İ. 1998b. Türkiye'de ormanlık araştırma projelerinde öncelik belirleme. Orman Bakanlığı Doğu Anadolu Ormanlık Araştırma Müdürlüğü Dergisi, Sayı: 2, s.7-32, Erzurum.
- Daşdemir, İ. 2003. Asli Orman Ürünlerinde Fiyat Analizi (Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü Örneği). ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Yayınları, Üniversite Yayın No: 26, Fakülte Yayın No: 12, ISBN 975-7138-22-7, 119 s., Bartın.
- Engür, M.O. 1996. Orman Ürünlerinin Hasadında Teknoloji Seçimi ve Mekanizasyon Olanakları. İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi (Yayınlanmamış), İstanbul.
- Erkan, N. 1988. Bir Orman Fidanlığındaki Faaliyetlerin PERT Metodu ile Planlanması. (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), İstanbul.
- Erkan, N. 1990. Markov zinciri ve analizleri ile ormanlıkta uygulamaları. Ormanlık Araştırma Enstitüsü Dergisi, Cilt 36, No:72, s. 85-106, Ankara.
- Erkan, N. 1996. Kızılçamda Meşcere Gelişmesinin Simülasyonu. GAOAM, Teknik Bülten No: 1, Elazığ.
- Esin, A. 1984. Yöneylem Araştırmasında Yararlanılan Karar Yöntemleri (İkinci Basım). Gazi Üniversitesi Yayın No:41, 370 s., Ankara.
- Geray, A.U. 1978. Ormanlıkta Gerçek Tarife Bedeli ve Bunun İşletmenin Entansitesini Tayin Hususunda Bir Kriter Olarak Kullanılması Üzerine Araştırmalar. İ.Ü.O.F. Yayın No:255, İstanbul.
- Geray, A.U. 1982. Ormanlıkta Planlamanın Hazırlık Aşamasında Çok Boyutlu Analizler (Akdeniz Bölgesi Örneği). İ.Ü.Yayın No.2910, O.F. Yayın No.315. 158 s., İstanbul.
- Geray, A.U. 1985. Orman işletmelerinin amaçlandırılmasına ilişkin bir model. Yöneylem Araştırması X. Ulusal Kongresi Bildirisi, s. 415-426, İzmir.
- Geray, A.U. 1986. Planlama (Basılmamış Ders Notları). 122 s., İstanbul.
- Görçelioğlu, E. 1982. Türkiye'de Akarsu Havzalarının Sediment Verimlerini Etkileyen Başlıca İklim, Havza ve Akım Özellikleri Üzerine Araştırmalar. İ.Ü.O.F Yayın No:314, İstanbul.
- Görücü, Ö. 1995. Orman İşletmelerinde Üretim Planlamasının Geliştirilmesi Konusunda Araştırmalar. (Basılmamış Doktora Tezi), İstanbul.
- Görücü, Ö. 2001. Orman kaynakları üretim planlamasında lineer programlama kullanımı. V. Ulusal Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu, Adana.
- Gül, A.U. 1995. Orman Amenajmanında Uzun Süreli Eta Kesiminin Doğrusal Programlama İle Gerçekleştirilmesi. (Basılmamış Doktora Tezi), Trabzon.

- Gümüş, C. 1993. Orman suçlarının nedenlerine yönelik çok boyutlu yaklaşımlar. Orman Bakanlığı, I. Ormancılık Şurası, Cilt I, s. 83-94, Ankara.
- Gümüş, C. 1996. Orman Köyleri Kalkınma Planlarında Çok Boyutlu Yöntemlerden Yararlanma Olanakları (Gümüşhane İli Orman Köyleri Örneği). Ekspres Ofset, 80 s., Trabzon.
- Hair, J. F., Anderson, R. E., Tatham, R. L. and Black, W. C. 1995. Multivariate Data Analysis: With Readings. McMillan Book Company, 745 p. London.
- Halaç, O. 2001. Kantitatif Karar Verme Teknikleri (Yöneylem Araştırması). (5. Baskı) Alfa Kitabevi, Bursa.
- Harman, H. H. 1967. Modern Factor Analysis (2. Rev. Ed.). The University of Chicago Press, p.474, Chicago and London.
- Hearne, R. R. and Salinas, Z. M. 2002. The use of choice experiments in the analysis of tourist preferences for ecotourism development in Costa Rica. Journal of Environmental Management 65: 153-163, USA.
- Holmes, T., Zinkham, C., Alger, K. and Mercer E. 1996. Conjoint analysis of nature tourism values in Bahia, Brazil. FPEI Working Paper No. 57, 19 pp, USA.
- İltter, E. 1979. Orman İşletmelerinde Dağıtımın Optimizasyonu ve Ana Orman Ürünlerinden Tomruğa İlişkin Türkiye Düzeyinde Uygulanması. OGM Yayın No:652/17, Ankara.
- İspirli, E. 1995. Goal Programlama ile Orman Kaynaklarının Amenajmanı Üzerine Araştırmalar. İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi (Yayınlanmamış), İstanbul.
- Kalıpsız, A. 1981. İstatistik Yöntemler. İ.Ü.O.F. Yayın No : 2837/294, 558 s., İstanbul.
- Kantarcı, M.D. 1981. Aladağ kütlesinin (Bolu) kuzey yamacındaki Uludağ göknarı ekosistemlerinde ekolojik araştırmalar. Orman Ekosistemi Sempozyumu, İstanbul.
- Kayacan, B. 2004. Orman Kaynaklarına İlişkin Mal ve Hizmetler Kapsamında Ekonomik Etki Çözümlemesi. İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi (Yayınlanmamış), İstanbul.
- Konur, E. ve Çağlar, Y. 1979. Devlet Orman İşletmelerince Üretilen Hammadde Odunun Ülkede Kurulu Bulunan Odun Kökenli Ürün Sanayilerine En Uygun Dağılımı. MPM Yayın No:234, Ankara.
- Kruskal, J. 1977. The Relationship Between Multidimensional Scaling And Clustering, Classification And Clustering, Academic Press, New York.
- Kurtuluş, K. 1983. İşletmelerde Araştırma Yöntemleri (Araştırma Yöntemleri). İ.Ü. Yayın No:3128, İstanbul.
- Mackenzie, J. 1990. Conjoint analysis of deer hunting. Northeastern Journal of Agricultural and Resource Economics, 19 (2): 109-117, USA.
- Mackenzie, J. 1992. Evaluating recreation trip attributes and travel time via Conjoint Analysis. Journal of Leisure Research, 24 (2): 171-184, USA.
- Mucuk, İ. 1978. İşletmelerde Modern Bir Araştırma Tekniği Olarak Faktör Analizi. (Yayınlanmamış Doçentlik Tezi), İstanbul.
- Oğuzlar, A. 2000. Çok boyutlu ölçekleme ve kümeleme analizi arasındaki ilişkiler. Uludağ Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Cilt 18, Sayı 2, Bursa.
- Ok, K. 1997. Aynıyaşlı Ormanlarda Kesim Düzeninin Ekonomik Analizi. (Basılmamış Doktora Tezi), 228 s., İstanbul.
- Othman, J. 2000. Non-use values and resource use options: Application of choice modelling on Matang Mangroves Forests, 18 pp, Malaysia.
- Öney, E. 1987. İktisadi Planlama (5.Baskı). Savaş yayınları, Baran Ofset, Ankara.
- Özdamar, K. 1999. Paket Programlar İle İstatistiksel Veri Analizleri (Çok Değişkenli Analizler). ISBN 975-6786-00-7, Kaan Kitabevi, Eskişehir.
- Öztürk, A. 2002. Yöneylem Araştırması. ISBN 975-7657-53-03, Ekin Kitabevi, Bursa.
- Richardson, D. 1995. Turkey Forestry Research Master Plan. July, p.131, Ankara.
- Rummel, R. J. 1970. Applied Factor Analysis. Northwestern University, Press Evanston.
- Saaty, T.L. 1980: The Analytic Hierarchy Process. McGraw-Hill International Book Company, USA.
- Saraçlı, S. 2004. Müşteri Tercihlerinin Araştırılmasında Konjoint Analizi ve Bireysel Emeklilik Sistemi Üzerine Bir Uygulama. (Yüksek Lisans Tezi), Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 88 s., Eskişehir.
- Soykan, B. 1979. Aynıyaşlı Ormanların Aktüel Kuruluşunun Optimal Kuruluşlara Yaklaştırılmasında Yöneylem Araştırması Metotlarından Yararlanma Olanaklarının Araştırılması. K.T.Ü.O.F. Yayın No:106/5, 252 s., Trabzon.
- Stevens, T. H., Belkner, R., Dennis, D., Kittredge, D. and Willis C. 2000. Comparison of contingent valuation and conjoint analysis in ecosystem management. Ecological Economics 32: 63-74, USA.

- Sun, O. 1983. Bir Kızılçam (*P. brutia* Ten.) Ağacının Simülasyonu İçin Büyüme Modeli. Ormanlık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten No:119, Ankara.
- Sun, O. 1986. İşletme Düzeyinde Ormandan Çok Yönlü Yararlanmanın Saptanması. Ormanlık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten No:164, Ankara.
- Şen, H. ve Kalyoncu, C. 2001. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesindeki beslenme bozukluğu ile ilgili araştırmanın kanonik korelasyon analizi ile çözülmesi. V. Ulusal Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu, Adana.
- Taha, H. A. 1987. Yöneylem Araştırması, (6. Basımdan Çeviri). İkinci basım (Çev: Ş. Alp Baray- Şakir Esnaf, 2002), ISBN 975-8431-06-4, 910 s., Literatür Yayıncılık, İstanbul.
- Tatlıdil, H. 1995. Konjoint Analizi. (Yayımlanmamış Ders Notları), Hacettepe Üniversitesi, İstatistik Bölümü, 20 s. Ankara.
- Tuçtaner, K. 2002. Primary selection of willow clones for multi-purpose use in short rotation plantations. *Silva Genetica* 51, Heft 2-3, 105-112, Germany.
- Türker, A. 1986. Ağaçlandırmalarda Çok Ölçütlü Karar Verme. İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi (Yayımlanmamış), İstanbul.
- Türker, A. 2001. Ormanlıkta idare süresinin belirlenmesinde yeni bir yaklaşım. I. Ulusal Ormanlık Kongresi, s.3-17, Ankara.
- Türker, M.F. ve Türker, E.S. 1994. Ana bileşenler analizi yardımıyla odun tüketiminin sosyo-ekonomik analizi. TÜBİTAK, Turkish Journal of Agricultural and Forestry, s.155-159, Ankara.
- Türker, M.F. ve Türker, E.S. 1999. Çok değişkenli istatistiksel analiz yardımı ile orman işletmelerinin ekonomik analizi (Doğu Karadeniz Bölgesi 25 devlet işletmesi örneği). TÜBİTAK, Turkish Journal of Agricultural and Forestry, s.169-177, Ankara.
- Üçler, A., Gülcü, S. ve Bilir, N. 2000. Anadolu karaçamı [*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe.] ve kızılçamda (*Pinus brutia* Ten.) tohum kaynağı-morfolojik fidan kalitesi ilişkileri. II. Ulusal Fidancılık Sempozyumu, Bildiri Özetleri, s. 39, İzmir.
- Yılmaz, E. 1999. Analitik Hiyerarşi Süreci kullanılarak çok kriterli karar verme problemlerinin çözümü. Doğu Akdeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü Dergisi Yayın No: 16, Sayı 5, ISSN: 1300-8544, s.95-122, Tarsus.
- Yılmaz, E. 2004. Orman Kaynaklarının İşlevsel Bölümlemesine İlişkin Çözümler. İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi (Yayımlanmamış), İstanbul.
- Zahedi, F. 1986, The Analytic Hierarchy Process: A Survey of the Method and Its Applications. *Interfaces*, 16 (4), July-August, 96-108.
- Zech, W. ve Çepel, N. 1972. Güney Anadolu'daki Bazı *Pinus brutia* Meşcerelerinin Gelişimi ile Toprak ve Relief Özellikleri Arasındaki İlişkiler. İ.Ü.O.F. Yayın No:191, İstanbul.