

ENERJİ - EKONOMİ ETKİLEŞİMİNİN ANALİZİ

H.Ahmet AKDENİZ(*)

ÖZET

Bu çalışmada; öncelikle enerji - ekonomi etkileşimleri için kullanılan kantitatif yaklaşımlar; enerji analizi, enerji modellemesi enerji politikası ve planlaması analizi problemlerindeki kullanımına bağlı olarak incelenmiştir. Daha sonra; başlıca karar verme süreç analizlerinin gelişimi ve kantitatif modelleme yaklaşımlarında kullanılan çözüm teknikleriyle ilgili yeni araştırma yönleri sunulmuş, sonuçlandırılmıştır.

1 . GİRİŞ

1973 yılından itibaren başlayan enerji fiyatlarının alışlageldiğinin dışında değişmesinden önce enerji sistemi ile ekonomi arasındaki ilişki tek yönlüydü. 1973 yılına kadar geçerliliğini koruyan tek yönlü ilişkinin nedeni, enerji fiyatlarının çok küçük miktarlarda değişmesi ve enerji sektörünün, gayri safi milli hasıla (GSMH)'nin küçük bir oranını teşkil etmesindedir. 1973'den sonra, enerjinin ekonomik mal ve hizmet üretimi üzerindeki olumsuz etkilerinin görülmesi ile enerji-ekonomi modelleri geliştirilmeye başlandı. 1973 ve 1979'daki iki petrol krizinden sonra, enerji fiyatının toplam ekonomik aktivitedeki oranı ve yenilenebilir enerji kaynakları politikası önem kazandı. Ekonomik teoride, talebin enerji fiyatı ve milli gelirle orantılı olarak değişim gösterdiği dikkate alınarak, bu durum Cobb-Douglas tipi bir fonksiyonla ifade edildi.

$$ET = C \cdot Y^b \cdot p^a$$

ET: Enerji talebi

(*) Dr. Müh. E.Ü. Güneş Enerjisi Enstitüsü

Y : GSMH

p : Enerji fiyatı

b : Talebin gelir esnekliği

a : Talebin fiyat esnekliği

c : Sabit

Genellikle, enerji-ekonomi modelleri birden fazla modelden oluşmaktadır. Genellikle bu modeller,

I. Büyüme modeli-makroekonomik model

II. Input-Output modeli-arz modeli

III. Enerji talep modeli

IV. Enerji arz modeli olarak kısımlara ayrılabilir.

Büyüme modeli, diğer modelleri bir araya getiren ve sistemin bugünkü ve gelecekteki durumu arasında ilişki kuran bir model olmaktadır.

Input-Output modeli, ekonominin değişik sektörlerindeki değer akışlarını ve bunların denge durumlarının hesabını tutar.

Tüketim modeli, toplam talebi input-output modelinin ekonomik sektörlerine uygun olarak avrıştırmaktadır.

Enerji talep modeli, her mal için gerekli enerji talebini, enerji fiyatı ve teknik değişkenler gibi ekonomik göstergelere ilişkilendirmektedir.

Enerji arz modeli, enerji arz sisteminin yapısının bir veya birden fazla ekonomik hedeflerle ilişkisini kurar.

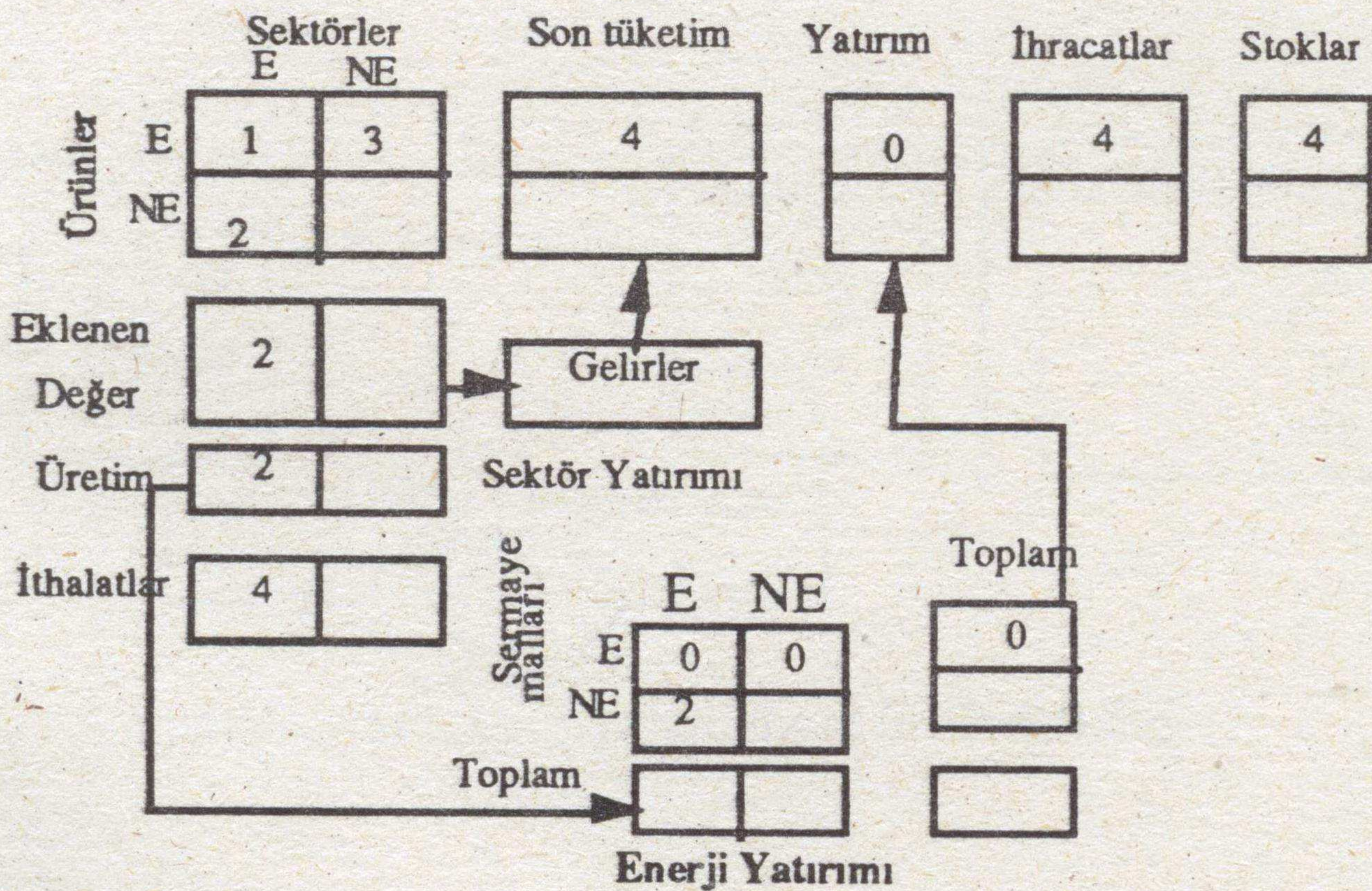
Geliştirilen enerji-ekonomi modellerinin çoğu dinamik modellerdir. Geliştirilen modellerin hepsinde dış değişkenler bulunmakta ve bu değişkenler modelin itici parametreleri olmaktadır. Bu parametreler, genellikle, nüfus, işgücü, enerji dışı kaynaklar v.b. olmaktadır.

Sözkonusu bu açıklamadan sonra, bu makalede, enerji-ekonomi etkileşimleri için kullanılan kantitatif yaklaşımlar, enerji analizi, enerji

modellemesi, enerji politikası ve planlaması sorunlarındaki kullanımına bağlı olarak incelenecek ve karar verme süreç analizlerinin gelişimi ile kantitatif modelleme yaklaşımlarında kullanılan çözüm teknikleriyle ilgili yeni araştırma yönleri sunularak neticesi verilecektir.

2. ENERJİ - EKONOMİ ETKİLEŞİMİNİN ANALİZİ

Enerji kararına tesir eden en önemli belirleyici faktör, enerji politikası çalışmalarının makroekonomik karışıklığıdır. Enerji talebi ve/veya enerji arzı üzerindeki kısmi analizlerin sonuçları enerji-ekonomi etkileşimlerini içermiyorsa bu sonuçlar geçerlilik taşımayabilir. Bununla beraber, enerji arzı ve talebi kısmi analizi enerji-ekonomi analizinin bir hazırlayıcı ve zorunlu safhası olarak düşünülmesi gereklidir. Bir gayri safi milli hasılda mal ve hizmetlerin enerji ekonomi akışı şekil 1'de gösterilmiştir. Söz konusu bu enerji ve ekonomi akışı, enerji-ekonomi etkileşimlerinde tüm kantitatif yaklaşımların temelini teşkil eder. Enerjinin ekonomik doğası, bir endüstri olarak enerji, bir üretim faktörü olarak enerji ve bir son üretim olarak enerji olmak üzere üçlü bir yapı gösterir.



E; enerji, Ne; enerji olmayan, 1; Enerji arz sistemi, 1,2; Bir endüstri olarak enerji, 3; Bir üretim faktörü olarak enerji, 4; Bir son üretim olarak enerji.

Şekil 1. Bir milli hasılda mal ve hizmetlerin enerji ekonomi akışları.

Enerji çalışmalarının ekonomik karşılığının analizi, sözkonusu enerjinin ekonomik doğasını dikkate almıştır. Enerji-ekonomi modelleri analizin ana araçlarıdır. Ve genellikle 4 elemanı vardır.

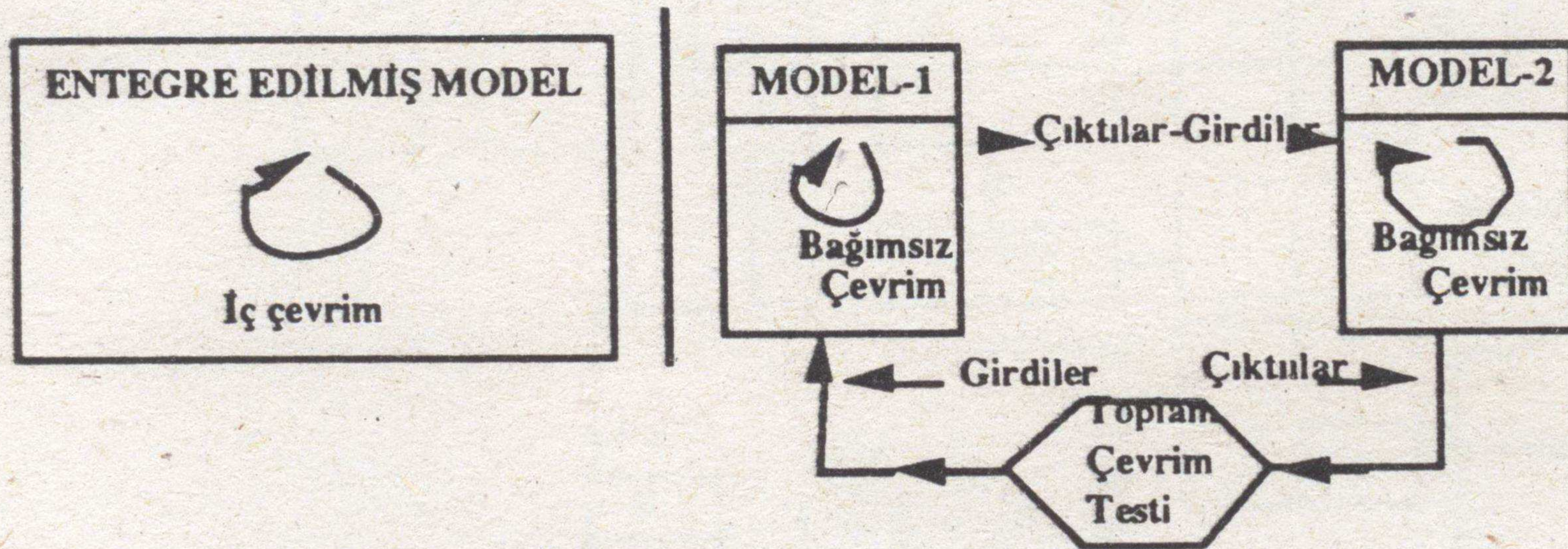
I . Bir enerji arz sistem modülü

II . Bir enerji talep modülü

III . Bir input-output çerçevesi

IV . Bir entegre edilmiş makroekonomik modül.

Enerji-ekonomi modellerinin ayrıntısı için metodoloji; 1950'den beri ekonomik politika analizinde kullanılan geleneksel makro ekonomik modeller birikmiş deneyimleri temel almıştır. Bir enerji arz sistemi için modelleme iki alternatif şekil alabilir. Birinci alternatif, bir özel enerji-ekonomi modelinde arz modülünün entegre edilmesi, ikinci alternatif, enerji-ekonomi ile bir enerji arz modelinin bağlantısı veya yalnızca bir ekonomik modeldir. Sözkonusu bu özel modeller ve modellerin sistemleri Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Özel modeller ve modellerin sistemleri

Bir özel enerji modelinde arz modülünün entegre edilmesiyle ilgili olarak iki temel teknik problem vardır. Enerji hasılası sistemi ve makro-ekonomik hasıla sistemi arasında esas açısından farklılıklar vardır. Ekonometrik ve mühendislik ilişkilerini birleştiren bir karmaşık modelin çözümünde çoğunlukla çevrim problemleri vardır. Modellerin bir sistemin ayrıntılı incelemesini temel alan yaklaşım, toplam çevrim testinin şiddeti ve doğasına ağırlıklı olarak dayanan sistemin sonuçlarındaki gerçekten dolayı bir başka sınırlamaya sahiptir. Bundan dolayı modellerin bir sistemi daima sıkıcı ve kullanımı maliyetlidir. Çoğu enerji-

ekonomi modelinde, enerji talep modülü makro-ekonomik model ile entegre edilmiştir. Çünkü, üreticiler ve tüketicilerin davranışlarında bir ürün veya bir üretim faktörü olarak enerjinin doğrudan bağlantısı modele alınmıştır. Bu modelleme seçimi, enerji talebinde kullanılan ekonometrik formülasyonunda kullanılan modellemeyi sınırlar. Bir çok faktörü içeren üretim fonksiyonları (KLEM üretim fonksiyonları: Sermaye, işgücü, enerji ve materyal) endüstriyel enerji talebinin ekonometrik modelleri olarak sıklıkla kullanılmıştır. Bir "KLEM" üretim fonksiyonunun kullanımı üreticinin karını maksimum düzeye çıkarmak istemesinden dolayı neo-klasik teoriden kaynaklanır. Bundan başka, KLEM üretim fonksiyonu, enerji ve ekonomik büyüme etkileşimlerinin ana çerçevesi olarak bir enerji-ekonomi modelinde kullanılabilmiştir. Bu modelleme yaklaşımı, uzun süreli analiz için başarılı olur. Bu nedenle, orta ve kısa dönem modelleri KLEM fonksiyonlarınca belirlenen optimum seçime uygulanan bir dağıtılmış dar-bazlı düzeltmeyi formüle eder. Bunun yanısıra, bunun gibi bir düzeltme sürecinin kullanımı bir neo-keynesyan ekonomik modelindeki KLEM fonksiyonlarının entegre edilmesine olanak verir. KLEM üretim fonksiyonları, enerji sermaye bağlantılarının teknik açıdan koşulları ile ilgili açıklığın eksikliğinden dolayı enerji talebinin ekonometrik formülasyonları gibi aynı dezavantajlara sahiptir. Süreç analizi, enerji talebinin formülasyonu için kullanıldığında bir özel modele enerji talep modülünün bir başarılı entegrasyonu seyrek olarak vardır. Bu durumda, enerji talep modülü bir ayrı model olarak formüle edilmiştir. Sözü edilen bu durum, enerji talep ve ekonomik büyüme arasındaki bağlantıların tamamlayıcı ve tutarlı modellemesinin olmadığını izah eder. Entegre edilmiş makro ekonomik modüllerin üç ayrı tipi vardır.

I. GSMH büyümesine tüm enerji değişkenlerinin geri besleme etkilerini modelleyen tüm makroekonomik modüller. Bu modül ayrılmış enerji modelleri için bir entegre edilmiş çerçeve olarak iş görür.

II. Mevcut detaylı makroekonomik modüller bağımsız ekonomik modeller olarak kullanılabilmiştir.

III. Mevcut tüm makroekonomik modüller bir kantitatif programlama çerçevesi ile enerji arz ve talep modülleri ile entegre edilmiştir.

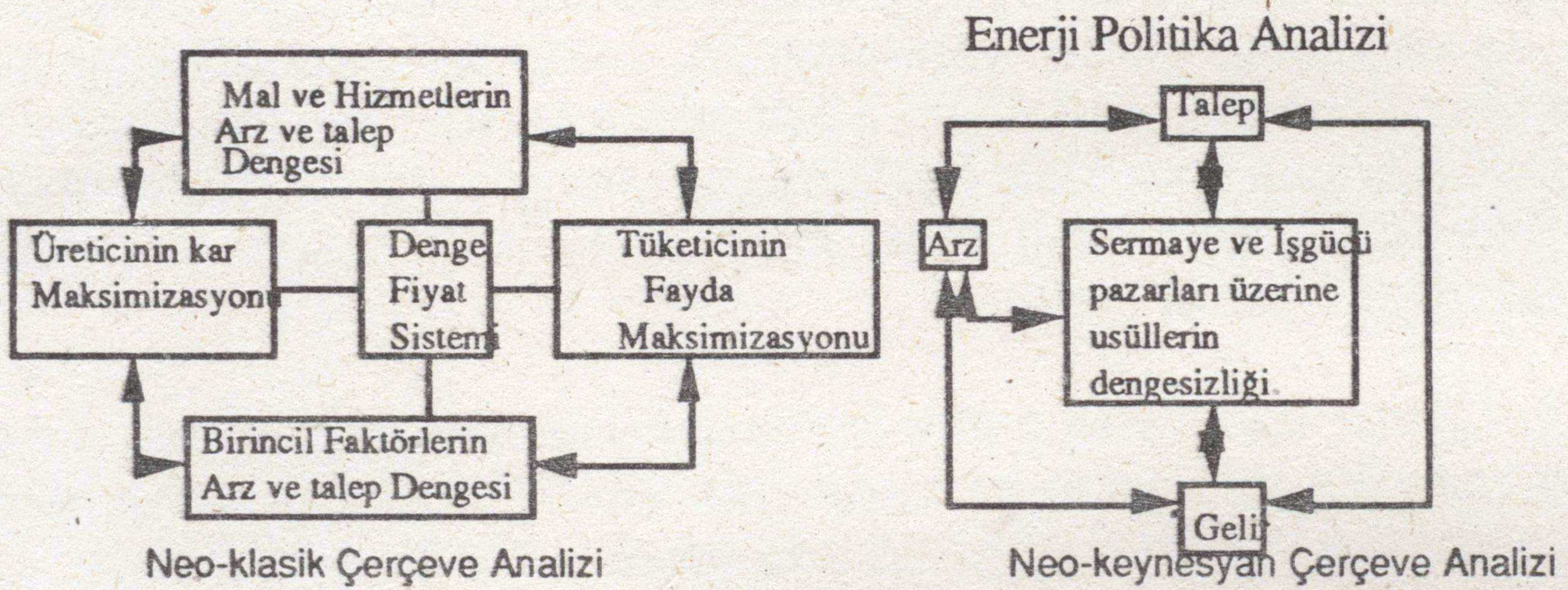
Ekonomik teoriye göre, enerji-ekonomi modelleri üç kategoride sınıflandırılabilmiştir.

I. Neo-klasik modeller

II. Neo-keynesyan modeller

III. Dengesiz analiz modelleri

Neo-klasik modeller, bir sistem dahilinde tüketicinin fayda maksimizasyonunu ve üreticinin kar maksimizasyonunun denge fiyatlarını hesaplar. Bu modeller, sürekli dengeli olan ekonomiye enerji-ekonomi etkileşimlerini adapte ederler. Bu nedenle bunun gibi modeller uzun-dönem dengesine yönelik dengelenmemiş yolların analiz edilmesinin, ne de dengesizliğin kısa veya orta-dönem simülasyonunu yapamazlar. Bununla beraber, sözkonusu bu modeller uzun-dönem analizinin teoriksel tutarlılığını garanti ederler. Bu modelde kullanılan matematiksel formülasyonlar çeşitlidir: Simülasyon, lineer ve lineer olmayan programlama ve optimal kontroldür. Diğer taraftan, neo-keynesyan modeller işgücü ve sermaye pazarlarındaki bir sürekli dengesizliğin formülasyonunu temel almıştır. Ücretler ve faiz oranları bu pazarların ifadesinin bir neticesi olarak ayrıca hesaplanmıştır. Bu modeller uzun dönem makroekonomik gelişmenin analiz edilmesini sağlayabilir. Fakat, bu modeller uzun dönem dengeleme teknikleri simülasyonunu sağlayamazlar. Bu durum, bir ciddi sınırlama olarak enerji planlama analizini ilgilendirmiştir. Şekil 3'de neo-klasik ve neo-keynesyan çerçeveleri arasındaki farklılıklar gösterilmektedir.



Şekil 3. Neo-klasik ve neo-keynesyan modeller arasındaki farklılıklar

Leontief'in "input-output çerçevesi" enerji-ekonomi analizlerinde yaygın bir şekilde kullanılır. Bu çerçeve, bir detaylı bütünleştirilmiş yolla analiz edilebilen bir tutarlı hesaplama sistemini aşağıda verilen süreçlerle sağlar.

- I. Enerji dönüşümleri için enerji ihtiyacı
- II. Enerji tesisleri için sermaye malları gereksinimleri

III. Enerji projelerinin istihdam karışıklıkları

IV. Maliyetler ve fiyatlandırma propagandası

V. Endüstriyel sektörün yeniden organizasyonunun enerji açısından karışıklıkları

VI. Bölgesel etkiler.

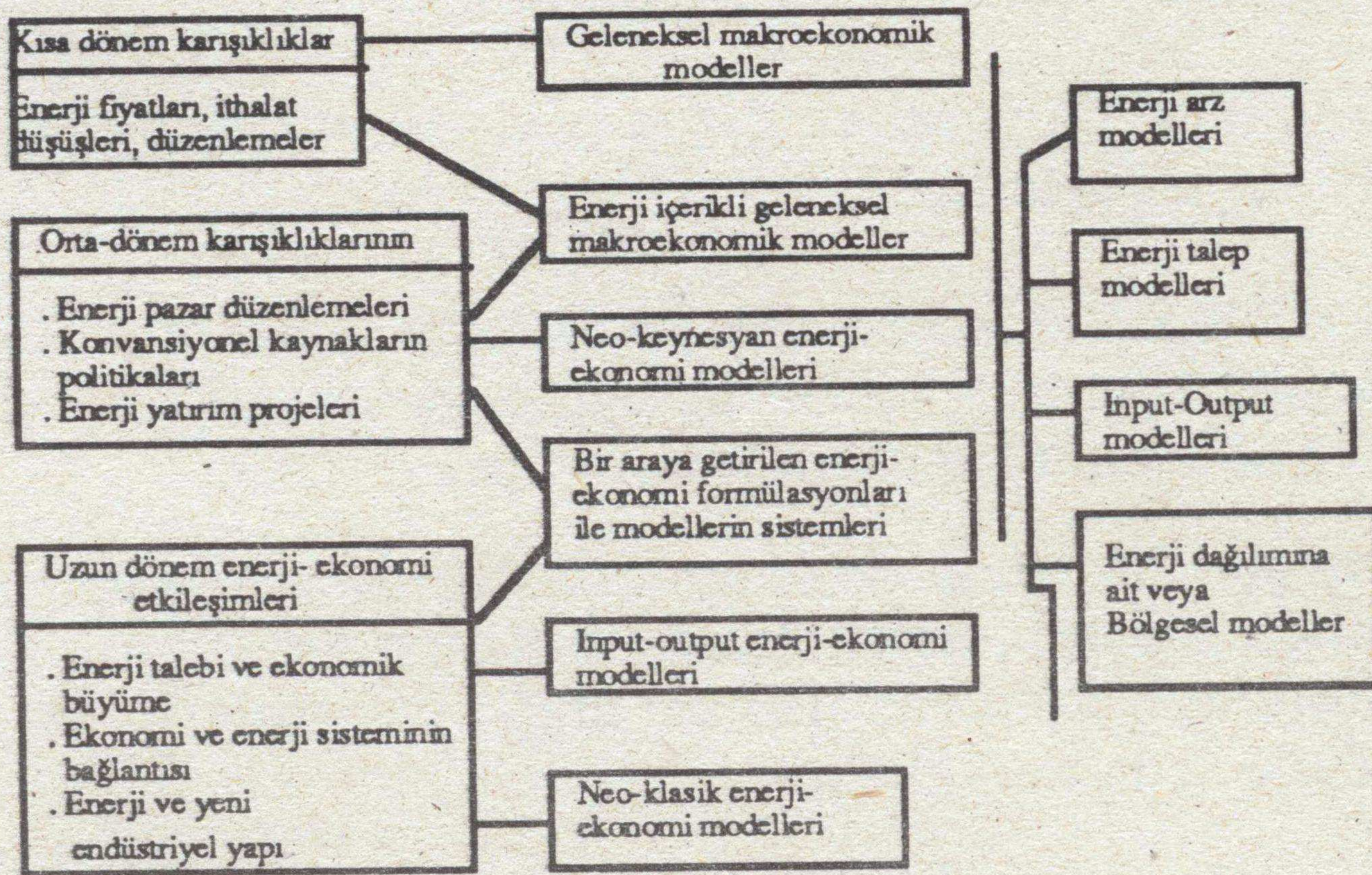
Input-output analizleri üç farklı yolla kullanılmaktadır.

I. Bir ayrılmış enerji-ekonomi modeli ile bütünlenmiş bir başlangıç analizi olarak

II. Modellerin bir sistemi dahilinde bir ayrılmış model olarak

III. Makroekonomik davranışsal ilişkiler yoluyla bütünlenmiş bir örnek enerji-ekonomi modeli olarak.

Tekniksel katsayıların dışsallığı-girdi çıktı yaklaşımlarının ana sınırlamasıdır. Şekil 4' de çeşitli enerji-ekonomi yaklaşımlarının kullanımı gösterilmiştir.



Şekil 4. Enerji-ekonomi etkileşimlerinin analizi.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Enerji politika analizi geçmiş yıllara nazaran önemli bilgi birikimine sahip olmasına rağmen yeni araştırma oryantasyonlarına ihtiyaç vardır. Enerji politika analizinde, gelişme sağlayan bazı yeni araştırma yönleri şöyle sıralanabilir.

I. Tutarlı tahminler sağlayabilmek için kısa, orta ve uzun dönem analizlerin entegrasyonu

II. Teknolojiksel modülleri ve ekonomik davranış formülasyonlarını aynı modele entegre etmek amacıyla bir kavramsal çerçeve geliştirilmesi

III. Uzun dönem dengeli ekonomik büyüme kısa dönem dengesiz ekonomik gelişmeyi entegre etmek amacıyla bir kavramsal çerçeve geliştirilmesi

IV. Çok uzun dönem enerji ve sosyo-ekonomik sistemin ortak gelişimi tahminlenmesi için metodlar geliştirilmesi

V. Bir sektörel, bölgesel ve dağıtımsal bütünlenemeyen seviye üzerine detaylı veri sağlanması

VI. Çok yönlü kriter analizi, çok yönlü karar vericiler ve karar destekli metodolojileri içeren metodları bir uygun kavramsal çerçevede entegre etmek ve enerji karar sürecinin analizini geliştirmek.

Tüm sonuçlar bir arada değerlendirildiğinde analistler ve politikacılar arasında giderek artan etkileşim nedeniyle birçok disiplin dalından oluşturulmuş konunun uzmanı araştırma grubu yaklaşımına gereksinim olduğu açıkça ortadadır.

SUMMARY

In this study, firstly the quantitative approaches of the methodology used for energy-economy interactions are discussed in relation to their use in energy analysis, energy modelling, energy policy and planning analysis problems. Then, this study are concluded by proposing some new research directions concerning mainly the improvement of the methodologies and the development of energy decision process analysis.

KAYNAKÇA

ALTUNBAY, S. (1984), Enerji üretim ve tüketim dengesi için simulasyon modeli, İ.T.Ü Doktora Tezi, İSTANBUL.

ASKIN, A.B. (1978), How energy affects the economy, Lexington books, Lexington, USA.

CAPROS, P.; LADDUX, N. (1981), Presentation du modele Interindustriel el energetique de long terme: Zérne journées Internationales: Economeine et crise de l'Energie association d'Econometric appliquée, Aix-en-provance, FRANCE.

CONNOLY, T.J.; DANTZIG, G.B.; PARIKH, S.C. (1977), The Stanford University Technical report, SOL 77-19, Stanford University Press, Stanford, USA.

D'ALCANTARA, G.A (1981) Italianer, European project for a Multinational macrosectoral model: General Features, CEE Central Group.

FECHTEL, R.B.; NOVISKY, E.R. (1980), An overview of I/O Analysis and its application to Energy Issues, report of STSC Inc, US Department of Energy, WASHINGTON.

SAMOULIDIS, J.E.; CAPROS, P. (1980) "Energy Policy Analysis", Energy Policy, pp. 36-48.