

DECOMPOSITION ANALYSIS

(AYRIŞTIRMA ANALİZİ)

HOEKSTRA ve van der Bergh (2003), (Energy Economics)

- ❖ Ekonomi, çevre, istihdam veya diğer sosyo-ekonomik göstergelerdeki tarihsel değişiklikleri analiz etmek ve anlamak için, bu değişikliklerin altında yatan **itici güçleri veya belirleyicileri** değerlendirmek önemlidir.
- ❖ Sektör düzeyinde gösterge değişikliklerini ayrıştırmak için iki teknik bulunmaktadır: **Yapısal ayrıştırma analizi (Structural Decomposition Analysis=SDA)** ve **Endeks (İndeks) ayrıştırma analizidir (Index Decomposition Analysis=IDA)**.
- ❖ Her iki yöntem de ekonomik büyüme, sektörel değişimler ve teknoloji değişiklikleri vb.nin çeşitli **«çevresel ve sosyo-ekonomik göstergeler»** üzerindeki etkisini değerlendirmek için kullanılmıştır.

Ayrışma analizinin bu iki alanı **birbirinden bağımsız olarak** gelişmiş ve sonuç olarak farklı yaklaşımlar ve tekniklerle karakterize edilmiştir.

Genel olarak konuşursak, **IDA** literatürü, indekslerin etkilerini ve ayrıştırmanın spesifikasyonunu sektörel **toplam verilerle** incelerken, **SDA** literatürü, etkileri daha detaylı ayırt etmeye odaklanmıştır.

Temel Farklar-1

İki ayrıştırma yöntemi arasındaki temel fark, **kullanılan modele** dayanmaktadır. Göstergelerdeki değişiklikleri ayrıştırmak için:

SDA → **girdi-çıkıtı** modelini ve verileri kullanırken,

IDA → yalnızca **sektör düzeyinde (toplam) verileri** kullanır.

Tablo 1. SDA veya IDA analizinde kullanılabilen verilerin yapısını göstermektedir. (2 sektörlü)

Table 1
Data used in IDA and SDA

Monetary accounts	Sector 1	Sector 2	Final demand	Output	Auxiliary account Indicator
Sector 1	Z_{11}	Z_{11}	y_1	x_1	m_1
Sector 2	Z_{11}	Z_{11}	y_2	x_2	m_2

SDA'daki ekonomik girdi-çıktı modeli, sektör başına girdi-çıktı katsayılarına ($A_{ij}=Z_{ij}/x_j$) ve nihai talebe (y_j) dayanmaktadır (Miller ve Blair, 1985).

IDA ise ekonomik ayrıştırma için sektör başına çıktıyı (x_i) kullanır.

Temel Farklar-2

- ❖ IDA'nın SDA'ya göre bir avantajı, **daha az veri** gereksinimidir.
- ❖ Bununla birlikte, IDA, ekonomik yapıyı SDA'dan **daha az ayrıntılı ayrıştırma** yeteneğine sahip olduğundan, bu açıkça bir dezavantajdır.
- ❖ SDA, IDA çerçevesinde mümkün olmayan bir dizi **teknolojik etki** ile **nihai talep etkileri** arasında ayırım yapabilir.

Temel Farklar-3

SDA'nın bir diğer avantajı, girdi-çıkıtı modelinin **dolaylı talep etkilerini** içermesidir. **Dolaylı etkiler**, **bir sektördeki doğrudan talep artışının diğer sektörlerden girdi talebinde** artışa yol açması durumunda ortaya çıkar. (Girdi-çıkıtı modelinin Leontief tersi tarafından yakalanan talebin yayılma etkisidir (Miller ve Blair, 1985).)

IDA modeli yalnızca **doğrudan etkilerin** etkisini değerlendirme yeteneğine sahiptir.

SDA ve IDA ayrıştırılmalarında bir takım belirleyici etkiler ayırt edilir.

- 1) Üretim etkisi (production effect) toplam çıktı (D_{xi}) değişikliğinin gösterge üzerindeki etkisini ölçer. → (IDA ve SDA)
- 2) Yapı etkisi (structure effect) ekonomideki sektörlerin üretim paylarındaki (D_{si}) bir kaymanın etkisini değerlendirir. → (yalnızca IDA)
- 3) Leontief etkisi (Leontief effect), Leontief ters katsayılarındaki (D_{Lij}) değişikliklerin etkisini gösterir. Bu matris, sektör çıktı birimi başına ara girdi gereksinimlerinin bir açıklaması olan girdi-çıkıtı katsayı matrisine (A_{ij}) dayanmaktadır. Bu nedenle Leontief etkisi, ara girdi yapısındaki değişikliklerin teknolojik bir etkisi olarak yorumlanabilir. → (yalnızca SDA)
- 4) Diğer bir teknolojik etki, birim çıktı başına göstergenin (D_{ri}) sektör düzeyinde kullanımındaki değişimin etkisini değerlendiren yoğunluk etkisidir (intensity effect) → (SDA ve IDA).
- 5) Son olarak, nihai talep etkisi (final demand effect), her sektörden (D_{yi}) ürünler için nihai talepteki kaymaya atfedilebilecek göstergedeki değişikliği tahmin eder. → (yalnızca SDA)

- ❖ Özetle, SDA ve IDA'da hesaplanabilecek **belirleyici etkiler farklıdır.**
- ❖ **SDA**, teknolojik ve nihai talep etkilerinin **daha ayrıntılı bir analize** izin veren **daha fazla miktarda veri ve daha karmaşık bir ekonomik model** kullanır.
- ❖ Daha ayrıntılı sonuç veren ancak daha ayrıntılı ve güncel veri gerektiren SDA, genellikle **I-O tablolarının geç yayınlanması** sebebiyle de daha az tercih edilebiliyor. (Örnek: son WIOD 2016'da çıktı ve verisi 2014'e kadar)
- ❖ Bununla birlikte, **IDA**, ihtiyaç duyduğu **veriler nispeten bol** olduğu için popüler bir araç olmaya devam etmektedir.
- ❖ IDA literatürü, incelenen **zaman periyotları ve ülkeler hakkında daha fazla ayrıntı** içermesi açısından, daha zengindir.

Uygulamada Farklılıklar

1) Gösterge ve Zaman Periyodu

- ❑ Bir ayrıştırma analizi, **göstergenin** yanı sıra onun itici güçlerinin araştırılacağı **zaman periyodunun** belirlenmesiyle başlar.
- ❑ Genellikle zaman aralığı seçimi, **verilerin mevcudiyetine** göre belirlenir. Birçok ülke için girdi-çıktı tabloları güncel yıllık olarak oluşturulmadığından, **SDA** çalışmaları genellikle **3-10 yıllık zaman periyotları** ile karakterize edilir. **IDA** çalışmaları genellikle **incelenen zaman dilimleri açısından oldukça ayrıntılıdır**. Çünkü toplu sektör düzeyindeki veriler genellikle hazırdır.
- ❑ Hem SDA hem de IDA için, enerji kullanımını ve çevreyle ilgili diğer göstergeleri araştıran oldukça büyük bir literatür koleksiyonu ortaya çıkmıştır.
 - ❑ Ang ve Zhang (2000) bu alandaki 109 IDA ve 15 SDA makalesini özetlerken,
 - ❑ Hoekstra ve van den Bergh (2002) 29 SDA yayını tartışmaktadır.

2) Gösterge formu

- ❑ Üç tür gösterge formu vardır: **mutlak (absolute)**, **yoğunluk (intensity)** ve **esneklik (elasticity)**.
- ❑ Form seçimi, analizin amacına bağlıdır. Örneğin, enerji kullanımını analiz etmek için enerji kullanımındaki **mutlak değişimi** araştırmak mümkündür.
- ❑ Bununla birlikte, ayrıştırma analizi, **enerji yoğunluğundaki** değişikliği de açıklayabilir (yani, ekonomik çıktı veya katma değer birimi başına gereken joule veya BTU'daki değişiklik).
- ❑ Son olarak, **enerji çıktı esnekliği**, belirleyici etkilere ayrıştırılabilir (yani, göstergedeki görelî değişim, çıktıdaki görelî değişime bölünür).

-
- IDA literatürü her üç gösterge formunu da geliştirmiş olsa da, SDA literatürü genellikle kendisini değişkenlerdeki mutlak değişikliklerin araştırılmasıyla sınırlar (SDA için mutlak değişimin kullanılmadığı istisna çalışmalardan örnek → Dietzenbacher vd, 2000).
 - Gösterge biçiminin seçimi araştırmacıyı ilgilendiren etkilere bağlıdır.

3) Toplamsal ve Çarpımsal Form

Her iki metot da matematiksel olarak toplamsal (*additive*) veya çarpımsal (*multiplicative*) kalıpta ifade edilebilmektedir. Toplamsal durumda fark (*difference*), çarpımsal durumda ise oransal (*ratio*) değişim ayrıştırılmaktadır. Başlangıç yılından (0), cari yıla (T) kadar enerji yoğunluğu (I)'ndaki oransal değişim $D_{tot} = I^t / I^0$ çarpımsal ayrıştırma kalıbı ile $D_{tot} = D_{str} D_{int} D_{rsd}$ olarak gösterilmektedir. Aynı şekilde enerji yoğunluğundaki fark değişimi $\Delta I_{tot} = I^t - I^0$ toplamsal ayrıştırma kalıbı ile $\Delta I_{tot} = \Delta I_{str} + \Delta I_{int} + \Delta I_{rsd}$ olarak gösterilmektedir. Alt indiste yer alan *str* yapısal değişimi (*structural change*), *int* yoğunluğu (*intensity*) ve *rsd* hata terimini (*residual terms*) simgelemek üzere D_{str} ve ΔI_{str} yapısal değişim ile ilgili tahmin edilen etkiyi D_{int} ve ΔI_{int} sektörel enerji yoğunluğu değişimi ile ilgili tahmin edilen etkiyi D_{rsd} ve ΔI_{rsd} sırasıyla çarpımsal ve toplamsal formlar için hata terimlerini ifade etmektedir.

-
- ❑ **SDA** çalışmaları **nadiren çarpımsal ayrıştırmayı kullanır** (istisnalar Han ve Lakshmanan, 1994; Dietzenbacher ve diğerleri, 2000 iken),
 - ❑ **IDA** çalışmaları düzenli olarak **hem toplamsal hem de çarpımsal** formları kullanır.

- ❑ Hem toplamsal hem çarpımsal formda **iki indeks kalıbı** kullanılabilir.
- ❑ Bunlar **LMDI (Log Mean Divisia Index)** ve **AMDI (Arithmetic Mean Divisia Index)**'dir. LMDI genel kullanım için önerilmektedir.
- ❑ LMDI **logaritmik ortalama ağırlık fonksiyonu**, AMDI ise **aritmetik ortalama ağırlık fonksiyonu** kullanılmaktadır.
- ❑ AMDI bazı durumlarda geniş hata terimi verebilmektedir. Faktör çevirimi testinde (factor-reversal test) başarısızdır. Aynı zamanda data setinde 0 (sıfır) değeri içeriliyorsa analizde yetersiz kalmaktadır.
- ❑ Oysa **LMDI analizinde sonuçta açıklanamayan bir hata terimi kalmamaktadır**. Ayrıca **data setinde sıfır olması durumunda bu değer küçük pozitif bir sayı ile değiştirildiğinde LMDI'ın yakınsama gösterdiği** izlenmektedir. Fakat AMDI'ın böyle bir özelliği bulunmamaktadır

NOT:: Ang ve Liu (2001) çalışmasında çarpımsal form, Ang et.al. (1998) çalışmasında ise toplamsal form için ayrıştırma formülleri ayrıntılı bir şekilde verilmektedir.

❑ Ang, B. ve Felix Liu, "A New Energy Decomposition Method: Perfect in Decomposition and Consistent in Aggregation", *Energy*, Cilt 26, 2001, s.537-548

❑ Ang, Beng W., Fusuo Zhang ve Ki-Hong Choi, "Factorizing Changes in Energy and Environmental Indicators through Decomposition", *Energy*, Cilt 23, Sayı 6, 1998, s.489-495.

ÖRNEK: Özçağ, Yılmaz ve Sofuoğlu:2017

Bu çalışmada, Türkiye'de 1990-2014 döneminde **sanayi ve tarım sektörlerindeki sera gazı emisyonlarında ortaya çıkan değişim** analiz edilmiştir.

Söz konusu değişim, emisyonu etkileyen faktörler olarak literatürde genel kabul görmüş dört faktöre (**emisyon-faktör etkisi, yoğunluk etkisi, yapısal etki ve faaliyet etkileri**) ayrıştırılmıştır.

Bu faktörlerin değişime katkılarının tek tek ölçülmesinde kullanılacak olan yöntem **LMDI tabanlı IDA ayrıştırma analizi**dir. LMDI analizi denklemleri ise **IPAT/Kaya Identity** temel alınarak oluşturulmuştur.

Kaya Identity nedir?

IPAT modeli ($I = P \times A \times T$), nüfus büyüklüğü (P), refah (A) (yani gelir düzeyi) ve teknolojik gelişme (T) ile antropojenik faaliyetlerden kaynaklanan çevresel etkinin (I) seviyesini açıklar. Kaya Identity denklemi IPAT modeline dayalı olarak yazılır.

Örneğin: Kaya Identity, CO2 emisyonlarını genellikle dört faktör ile açıklar:

(1) nüfus (P),

(2) kişi başına GSYİH (GDP/P),

(3) GSYİH birimi başına enerji tüketimi =enerji yoğ. (toplam enerji tüketimi/GSYİH)

(4) karbon yoğunluğu (CO2 emisyonları/toplam enerji tüketimi)

$$CO_2 = P \cdot \frac{GDP}{P} \cdot \frac{TEC}{GDP} \cdot \frac{CO_2}{TEC} \quad \rightarrow \quad CO_2 = P \cdot \frac{GDP}{P} \cdot \frac{TEC}{GDP} \cdot \frac{CO_2}{TEC} \quad \rightarrow \quad CO_2 = CO_2$$

Son zamanlarda birçok çalışma, geleneksel Kaya kimliğindeki karbon yoğunluğunu, fosil yakıt tüketimine bağlı CO₂ emisyon yoğunluğu ve fosil yakıtın toplam enerji tüketimi içindeki payına ayrıştırarak genişletmiştir.

Genişletilmiş haliyle, Kaya kimliği fosil yakıt CO₂ emisyonlarını beş farklı faktöre böler:

P,

G = GDP/P,

E = TEC/GDP,

M = EC/TEC ve

I = CO₂ emisyonları/EC.

$$\begin{aligned} \text{CO}_2 \text{ emissions} &= \text{Population} \times \frac{\text{GDP}}{\text{Population}} \times \frac{\text{TEC}}{\text{GDP}} \times \frac{\text{EC}}{\text{TEC}} \times \frac{\text{CO}_2 \text{ emissions}}{\text{EC}} \\ &= P \times G \times E \times M \times I \end{aligned}$$

EC: Fosil yakıt tüketimi. G, E ve M faktörleri sırasıyla kişi başına geliri, enerji yoğunluğunu ve TEC'ye göre fosil yakıt tüketiminin payını belirtir. Faktör I, enerjinin fosil karbon yoğunluğunu tanımlar.

Karakaya ve Özçağ (2005) → 6 faktöre çıkarır

Driving Forces of CO₂ Emissions In Central Asia: A Decomposition Analysis of Air Pollution From Fossil Fuel Combustion

(ARID ECOSYSTEMS JOURNAL, Vol. 11, No. 26-27, August 2005, Pages 49-57.)

$$CO_2 = \frac{CO_2}{FOSS} \frac{FOSS}{TPES} \frac{TPES}{TFC} \frac{TFC}{GDP} \frac{GDP}{POP} POP \quad (3.1)$$

The formula links energy-related carbon emissions (CO₂) to fossil fuel consumption (FOSS), total primary energy supply (TPES), total final energy consumption (TFC), level of economic activity, that is gross domestic production (GDP), and population (POP).

GHG toplam seragazi emisyonu,

GHG_i i sektöründe seragazi emisyonu,

TEC_i i sektöründe toplam enerji tüketimi,

TO gayri safi yurtiçi hasıla,

TO_i i sektöründe toplam çıktıyı simgelemek üzere seragazi emisyonu dört ayrıştırma faktörü aracılığı ile açıklanabilir:

$$\sum_i GHG_i = \sum_i \frac{GHG_i}{TEC_i} \frac{TEC_i}{TO_i} \frac{TO_i}{TO} TO$$

$$\sum_i GHG_i = \sum_i \frac{GHG_i}{TEC_i} \frac{TEC_i}{TO_i} \frac{TO_i}{TO} TO$$

Denklemden görülen bu dört ayrıştırma faktörü:

Emf: **emisyon-faktör etkisi** (*emission-factor effect*) $\left(\frac{GHG_i}{TEC_i}\right) \rightarrow$ sektörel enerji tüketimi başına seragazi emisyonundaki değişimi

Int: **yoğunluk etkisi** (*intensity effect*) $\left(\frac{TEC_i}{TO_i}\right) \rightarrow$ sektörün yaratmış olduğu katma değer başına kullanılan enerji tüketimindeki değişimi

Str: **yapısal etki** (*structure effect*) $\left(\frac{TO_i}{TO}\right) \rightarrow$ gayri safi yurtiçi hâsıla içerisinde sektörün katma değer payındaki değişimi

Act: **faaliyet etkisi** (*activity effect*) (TO) \rightarrow gayri safi yurtiçi hasıladaki değişimi

Veri kaynakları

Kısaltmalar	Kullanılan Veri	Veri Kaynağı
GHG	Sektörlere göre toplam seragazi emisyonları (CO2 eşdeğeri, Milyon Ton)	TÜİK
TEC	Sektörlere göre toplam enerji tüketimi (Bin TEP)	T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
TOi	i sektörünün katma değeri (gayri safi yurtiçi hasılanın yüzdesi)	Dünya Bankası
TO	Gayri safi yurtiçi hasıla (Sabit 2005, US\$)	Dünya Bankası

$$\sum_i GHG_i = \sum_i emf.int.str.act$$

$$\sum_i GHG_i = \sum_i E.I.S.A$$

□ Toplamsal formda ayrıştırma denklemi ise şu şekilde gösterilebilir:

$$\Delta GHG_{tot} = \Delta GHG_{emf} + \Delta GHG_{int} + \Delta GHG_{str} + \Delta GHG_{act}$$

□ Seragazi emisyonundaki değişimi ayrıştırmak için kullanılan LMDI formülleri aşağıdaki şekildedir:

$$\Delta GHG_{i,emf} = \sum_i \frac{GHG_i^T - GHG_i^{T-1}}{\ln GHG_i^T - \ln GHG_i^{T-1}} \ln\left(\frac{E_i^T}{E_i^{T-1}}\right)$$

$$\Delta GHG_{i,int} = \sum_i \frac{GHG_i^T - GHG_i^{T-1}}{\ln GHG_i^T - \ln GHG_i^{T-1}} \ln\left(\frac{I_i^T}{I_i^{T-1}}\right)$$

$$\Delta GHG_{i,str} = \sum_i \frac{GHG_i^T - GHG_i^{T-1}}{\ln GHG_i^T - \ln GHG_i^{T-1}} \ln\left(\frac{S_i^T}{S_i^{T-1}}\right)$$

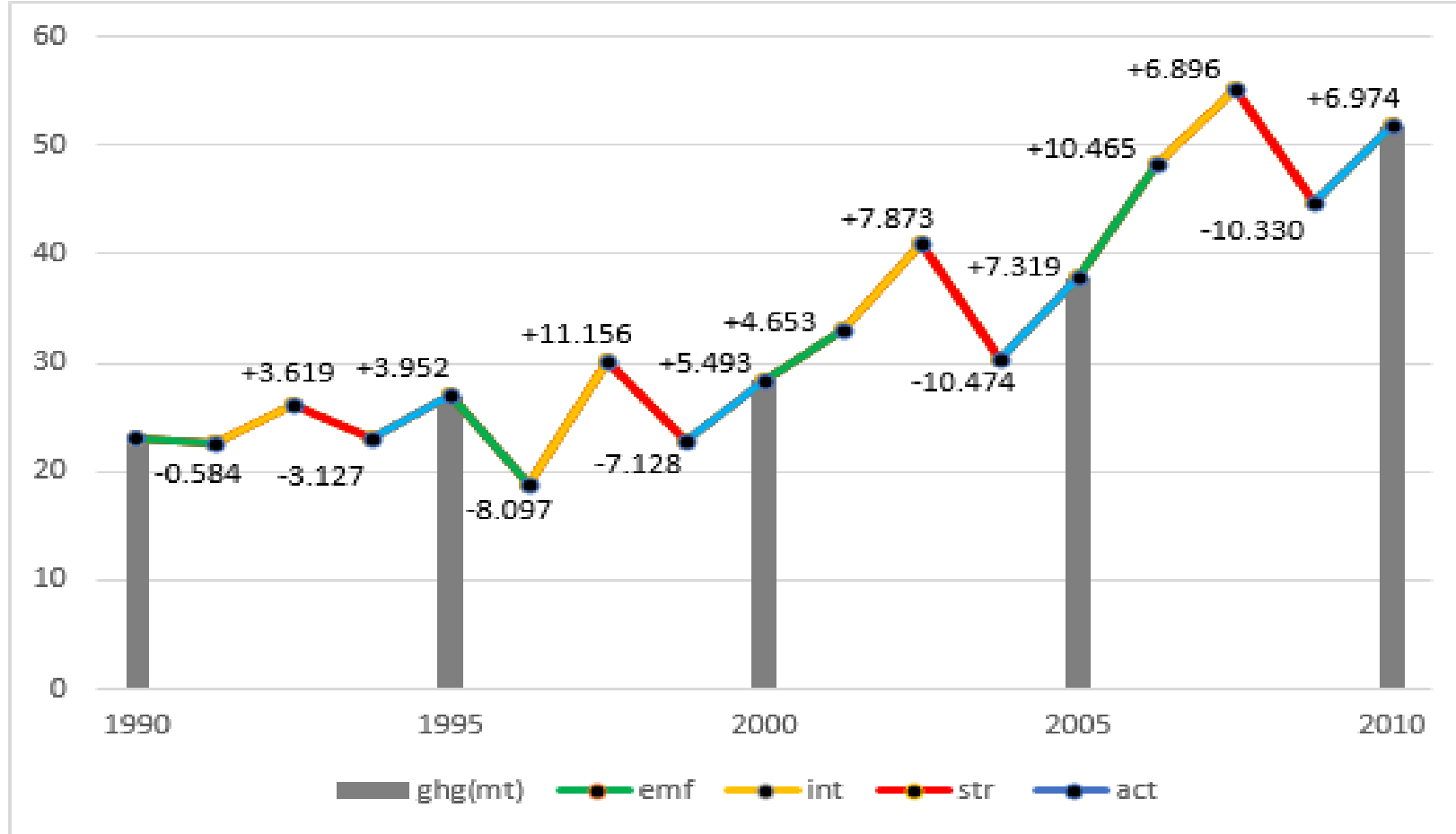
$$\Delta GHG_{i,act} = \sum_i \frac{GHG_i^T - GHG_i^{T-1}}{\ln GHG_i^T - \ln GHG_i^{T-1}} \ln\left(\frac{A^T}{A^{T-1}}\right)$$

Analiz sonuçları incelendiğinde; Türkiye’de 1990-2014 arası dönemde sanayi ve tarım sektörlerinde sera gazı emisyonlarındaki değişimi etkileyen en baskın ayrıştırma faktörün “yoğunluk etkisi” olduğu görülmektedir.

Beşer yıllık ve Yıllık Etkiler

Dönemler	ΔGHG_{emf}		ΔGHG_{int}		ΔGHG_{str}		ΔGHG_{act}		ΔGHG_{tot}	
	Sanayi	Tarım	Sanayi	Tarım	Sanayi	Tarım	Sanayi	Tarım	Sanayi	Tarım
1990-1995	-0.58	-12.28	3.61	15.08	-3.12	-10.65	3.95	6.40	3.86	-1.45
1995-2000	-8.09	-7.43	11.15	21.79	-7.12	-22.36	5.49	7.87	1.42	-0.12
2000-2005	4.65	-5.16	7.87	5.26	-10.47	-10.44	7.31	8.63	9.37	-1.71
2005-2010	10.46	-14.65	6.89	21.16	-10.33	-11.17	6.97	6.06	14.00	1.39
2011	6.08	-3.20	-1.84	6.90	-2.41	-5.33	4.62	3.38	6.44	1.74
2012	5.08	51.78	0.88	-46.28	-3.06	-1.71	1.26	0.91	4.17	4.69
2013	1.28	11.83	-0.34	-5.45	-2.71	-4.77	2.58	1.95	0.80	3.55
2014	3.08	-7.17	-4.66	9.30	-0.63	-3.34	1.81	1.42	-0.40	0.20

Sanayi Sektöründe Dönemler İtibariyle Etkilerin Gelişimi



Tarım Sektöründe Dönemler İtibariyle Etkilerin Gelişimi

