

Yeniliğin Belirleyicileri: Yatay Kesit Veri Analizi

Hakan PABUÇCU*

İlyas Kays İMAMOĞLU**

Geliş Tarihi (Received): 29.12.2016 – Kabul Tarihi (Accepted): 15.02.2017

Öz

Bu çalışmada, küresel rekabet raporunda incelenen ülkelere ait yenilik istatistikleri kullanılarak rekabet, Gayri safi yurtiçi hâsıla (GSYH), iş gücü piyasasının etkinliği, patent uygulamaları ve teknolojiye hazırlık düzeyi değişkenlerinin yeniliğin belirleyicilerinden olup olması regresyon analizi yardımıyla araştırılmıştır. Ayrıca bağımlı değişken ‘yenilik’ ile arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunan bağımsız değişkenler kullanılarak yenilik için bir yapay sinir ağı (YSA) modeli tahmin edilmiştir. Regresyon analizi ve YSA sonuçlarının birbirleriyle tutarlı olduğu görülmüştür. Tahmin edilen modellerin değişkenler arasındaki ilişkiyi açıklayabilme performansları kıyaslandığında ise YSA’nın daha üstün olduğu belirlenmiştir. Ülkelerin yenilik performansları ile rekabet, işgücü piyasasının etkinliği, GSYH ve teknolojiye hazırlık düzeyi arasında beklendiği gibi pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir. Patent uygulamaları gerekli istatistiksel varsayımları sağlamadığı için analize dâhil edilememiştir. Ayrıca GSYH katsayısı beklentinin çok altında gerçekleşmiştir. Çalışmanın en önemli sonuçlarından bir tanesi ise; kullanılan iki temel yöntemin birbiri ile karşılaştırılarak, ulaşılmak istenen sonuçların özelliğine göre hangi yöntemin kullanılmasının gerekliliğinin tartışılması olmuştur.

Anahtar Kelimeler: *Yenilik, regresyon analizi, yapay sinir ağları*

* Yrd. Doç. Dr., Bayburt Üniversitesi, İktisadi İdari Bilimler Fakültesi İşletme Bölümü Öğretim üyesi, hpabuccu@bayburt.edu.tr

** Öğr. Gör., Bayburt Üniversitesi, Meslek Yüksek Okulu, Dış Ticaret Bölümü, Öğretim görevlisi, imamoglu@bayburt.edu.tr

Determinants Of Innovation: A Cross-Country Data Analysis

Abstract

In this study investigates, whether competitiveness, gross domestic product (GDP), labor market efficiency, patent applications and technology readiness level are the determinants of innovation by using regression analysis and the data belong to the countries examined in the global competitiveness report. In addition to regression analysis, by using the variables, that have a statistically significant relationship between innovation, it is constructed a neural network (NN) model. In both models, the results are consistent each other and NN model determined as the best to explain the ability of relationship between variables for innovation estimates. The relationship between innovation and other explanatory variable is statistically significant except patent application. The patent applications variable doesn't provide an assumptions related with statistical methods. It excluded from the analysis for this reason. The relationship between variables found positive as expected. But the coefficient of GDP is very low near zero, so the effect is very weak as surprisingly.

Keywords: *Innovation, regression analysis, artificial neural network*

Giriş

Bilim, teknoloji ve ekonomi alanında en çok konuşulan konuların özünü batı literatüründe inovasyon sözcüğü ile anlatılmaya çalışılan olgu oluşturmaktadır. Tam karşılığı olarak bir Türkçe sözcük olmamakla birlikte “yenilenme” ve “yenilik” sözcükleri zaman zaman kullanılmakta, ancak yine de inovasyon terimini karşılamakta yetersiz kalmaktadırlar. Türkçede yenilik, yenileme ve yenilikçilik anlamına gelse de inovasyon yeniliğin kendisinden çok sonucunu; farklılaştırma ve değiştirmeye bağlı ekonomik ve toplumsal bir sistemi ifade etmektedir. Bu kısa açıklamadan hareketle yenilik ve yenileşme; “*ekonomik, toplumsal, kültürel ve idari alanda yeni mal, hizmet ve yöntemlerinin kullanılmaya başlanması*” şeklinde anlamak gerekir (Özsağır, 2012, s. 3). İnovasyon en geniş anlamıyla; teknik, ekonomik ve sosyal süreçlerden oluşan ve bilginin ekonomik-toplumsal faydaya dönüştürülmüş hali olarak tanımlanan bir terimdir (Elçi, 2005, s. 2).

Avrupa Birliği ve OECD tanımlarına göre yenilik, hem bir sürece, hem de bir sonuca işaret eden iki yönlü bir kavramdır. Süreç olarak, “bir fikri pazarlanabilir bir ürün ya da hizmete, yeni ya da geliştirilmiş bir üretim ya da dağıtım yöntemine, ya da yeni bir toplumsal hizmet yönetimine dönüştürmeyi ifade ederken, sonuç olarak ise “pazarlanabilir, yeni ya da geliştirilmiş ürün, yöntem, ya da hizmeti” ifade eder (TUSİAD, 2003, s. 23).

Yenilik, işletmelerin rekabet yarışında, karlılıklarının artmasında ve sektördeki rakiplerinin önünde yer almalarında çok güçlü silahtır. (Tekin, Güleş & Öğüt, 2003, s. 139). Günümüzde yaşanan teknolojik gelişmeler ve artan rekabet sonucu, yenilik yapmak işletmelerin hayatta kalması için zorunluluk haline gelmiştir. Yenilik, ürünleri çeşitlendirmek ve işletme alanlarını genişletmek ya da mevcut ürün hatlarını büyütme ve koruma için kullanılabilir (Durna, 2003, s. 125).

Günümüzde, ülkelerin inovasyon performanslarındaki artış, ekonomik ve toplumsal kalkınma, refah ve gelişme için anahtar rol oynamaktadır. Etkin ve etkili inovasyon politikalarına ve sistemlerine sahip ülkeler gelişmişlik yarışında hızla ilerlemekte, inovasyon sayesinde eşitsizlikleri de en aza indirmeyi başarmaktadırlar (Gümüslüoğlu & Elçi, 2008, s. 86).

1. İnovasyonun Bazı Kavramlarla İlişkisi

Sürdürülebilir iktisadi büyümeyi gerçekleştirmek için ihtiyaç duyulan faktörlerin bir toplamını ifade eden rekabetçilik, inovasyondan ciddi bir şekilde etkilenen ve kalkınmaya da önemi katkılar sunan bir role sahip olmuştur. Girişimcilerin verimliliklerini arttırabilme yetenekleri ve piyasa talebine cevap verebilme yetileri inovasyon ile çok ciddi bir şekilde arttırılabilmekte ve böylelikle ekonomiler sürdürülebilir kalkınmayı sağlayabilmektedir. Aynı zamanda inovasyon, teknolojinin ülkeler arasında yayılmasını da hızlandırmaktadır (Low, 2009, s. 35).

Hızla gelişen ve küreselleşen ülkelerin, ekonomilerinin aynı zamanda hızlı bir şekilde inovasyon ekonomilerine dönüştüğü görülmektedir. Bu tür ekonomilerde hükümet politikalarının temelini deregülasyon oluşturmada ve politika yapıcılar için temel unsuz inovasyon olmaktadır. Bu amaçla, vergi sistemi, teşvikler, bölgesel ve kentsel kalkınma stratejilerine ayrı bir önem atfedilmekte ve uygulanmaya çalışılmaktadır (Elçi, 2007, s. 14). Karar vericilerin sadece maliyetleri azaltmaya çalışmalarının veya fiyat kırma gibi yöntemlere başvurmalarının etkileri işletmeler için çok sınırlı olmaktadır. Yenilik ise bu anlamda hem önemli bir rekabet aracı hem de performans göstergesi olarak karşımıza çıkmaktadır. (Kuczmarsky, 1996, s. 9).

Ülkelerin kendi ihtiyaçlarından ve çok uluslu şirketlerin üretim ağlarının ihtiyaçlarından kaynaklı olarak dünya ülkeleri arasındaki ticaret giderek yaygınlaşmaktadır. Uluslararası yatırım ve ticaretin kolaylaşması ile ulusal piyasalar hızlı bir şekilde birbirine bağımlı hale gelmiş ve rekabet baskısı ciddi ölçüde artış göstermiştir (Çetintaş, 2006, s. 1). Yeni teknolojilerin çok hızlı geliştiği, pazar unsurlarının sürekli değiştiği ve rakiplerin sürekli çoğaldığı günümüz küresel rekabet ortamında faaliyet gösteren işletmeler sürekli olarak yeni arayışlara yönelmektedirler. Bu değişimlere ayak uydurmak için işletmeler amaç ve stratejilerini, organizasyon yapılarını beklentilere uygun şekillerde güncellemek durumundadırlar (Tanyeri ve Fırat, 2005, s. 12).

Bilgi Toplumuna geçiş sürecinde her alanda teknoloji üretimi ve kullanımı ülkelerin rekabet edebilirliklerini önemli ölçüde etkilemektedir. Bir ülkede bilim ve teknolojinin üretimi devlet-hükümet aracılığıyla yönlendirilen bilim ve teknoloji politikaları ile gerçekleştirilir. Bu politikaların etkinliği ilgili alanlarda sonut adımlar atmakla mümkün olmaktadır. (Saatçioğlu,

2005, s. 180). Rekabet edilebilirliğin önemli belirleyicileri olarak ayrıca enerji kaynaklarının çeşitliliği ve kullanımı, yeni teknolojiler, yenilikçi çevre politikaları da gösterilmektedir (Bayramoğlu, 2014, s. 45).

Rekabet: İnsan doğasının gereği olup, ilerleme ve gelişme ile ilişkili olması nedeniyle yıkıcı değil, pozitif sonuçlara açık bir gelişme sürecidir. Bu nedenle rekabet insanoğlunun göçebelikten tarıma, kent yaşamına ve günümüzün sanayileşmiş toplumuna ulaşmasını sağlayan temel güçtür (Tekin vd., 2003, s. 83).

Mutlak suretle, inovasyon, rekabetçilik ve kalkınma arasında karşılıklı bağlantı ve ilişkiler vardır. Kalkınma, inovasyon ve rekabetçilik arasındaki ilişkilerin incelenmesi gittikçe ilgi çeken bir alandır. Lopez (2000)'de kalkınma kavramı yeni gelişmelerle birlikte tekrar incelenmiş ve beşeri sermaye ve entelektüel sermaye açısından bilginin en stratejik kaynak olduğu vurgulanmıştır. Ayrıca Clark ve Guy (1998)'e göre sanayi politikası ve teknolojik gelişim, yenilik ve rekabet konsepti aracılığıyla birbirleriyle sıkı bir ilişki içindedir.

Rekabet üstünlüğü yakalamak için farklılık, yenilik, yaratıcılık ve inovasyon gibi kavramlardan söz edilmesine karşın yeterli düzeyde bir atılım görülmemektedir ki bu da inovasyon kavramının henüz tam olarak anlaşılmadığını gösterir (Kavrakoğlu, 2006, s. 166).

Schumpeter (1951) özel sektörün elde ettiği karın iyi bir inovasyon yönetimi ile gerçekleşeceğini ve başarılı inovasyon yönetiminin de iktisadi büyümeyi getireceğini savunmuş ve bu noktada inovasyonu girişimci ile ilişkilendiren ilk iktisatçı olmuştur. Rekabetçiliğin temelinde inovasyon olduğu anlayışı, ilk kez piyasa dinamiklerini yaratıcı yıkım süreci olarak tanımlayan Schumpeter'in çalışmalarında ortaya atılmıştır.

Rekabetin en önemli unsurlarından biri teknolojidir. Küreselleşmeyle birlikte işletmelerin uluslararası pazarlara girmesi ve teknolojik gelişmeler, ürün çeşitliliğini de arttırmaktadır. Teknolojik değişim yeni sanayilerin oluşmasının yanı sıra var olan sanayi yapılarının değişmesinde de etkili olmaktadır (Akın, 2001, s. 27).

Ülkelerin gelişmişlik düzeylerinin belirlenmesinde Kişi Başına Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (KBGSYH) değerleri kullanılmaktadır. Böylece öncelikle KBGSYH değerlerine göre ülkeler gelişme düzeylerine göre sınıflandırılıp daha sonra rekabetçiliğin temel bileşenlerine farklı ağırlıklar verilerek ülkelerin rekabet gücü belirlenmektedir. (Ovalı, 2014, s. 21).

İşgücü piyasasının etkinliği: Bu bileşen ücretlerin esnekliği ve işgücü kapasitesinin etkin biçimde kullanımı gibi faktörlerden oluşmaktadır. İşgücü piyasasının etkinliği, piyasanın esnekliği ve çalışanları en verimli oldukları alanlara sevk etmek açısından önemlidir(Ovalı, 2014, s. 21). İş gücü piyasası hem yeniliğin boyutlarını ve hem de uygulanabilirliğini etkilemektedir. Bu sebeple etkin çalışan bir işgücünün yenilik üzerinde de önemi geliştirici etkisinin olması beklenir (Bassanini & Ernst, 2002, s. 5).

Teknolojiye Hazırlık Düzeyi: Bu bileşen endüstriler tarafından verimliliğin arttırılabilmesi için teknolojik ortamın ne ölçüde oluşturulduğunu ifade etmektedir (Ovalı, 2014, s. 21). Ayrıca teknolojiye hazırlık düzeyi geliştirilen teknolojinin yetkinliğini diğer teknolojilerle kıyaslayabilmek için geliştirilen 1-9 arası bir ölçüm skalasının kullanıldığı bir sistemdir. Bu sistemin kısaca şu şekilde özetlemek mümkündür (Mankins, 1995, s. 2):

TRL1: Gözlenen ve rapor edilen temel ilkeler,

TRL2: Teknoloji konsepti ve formüle edilmiş uygulamalar

TRL3: Analitik ve deneysel kritik fonksiyonlar

TRL4: Laboratuar ortamında bileşenlerin doğrulanması

TRL5: İlişkili ortamlarda bileşenlerin doğrulanması

TRL6: İlişkili ortamlarda sistemin, alt sistemlerin ve prototiplerin incelenmesi

TRL7: Sistem prototipinin sunumu

TRL8: Mevcut sistemin tamamlanması

TRL9: Gerçek sistemin başarılı sonuçlar ürettiğinin ispatlanması.

Teknolojiye hazırlık düzeyi ile ilgili daha fazla ayrıntı verilmeyecek olup bu konuda Mankins (1995) incelenebilir.

Patent Uygulamaları: İlgili literatür incelendiğinde patent uygulamaları ile yenilik arasındaki ilişkinin incelendiği bir çok çalışmaya Pavitt (1985), Trajtenberg (1990), Jaffe ve Trajtenberg (2002), Lanjouw ve Schankerman (2004) ve Leydesdorff ve diğ. (2015) rastlamak mümkündür. Bu anlamda patent uygulamaları yeniliği etkileyen faktörlerden biri olarak değerlendirilebilir.

Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYH): Ülkeler için büyümenin bir göstergesi olan GSYH yenilik ile çok yakından ilişkili bir kavramdır. Grossman ve Helpman (1993), Crosby (2000), Santacreu (2015) ve Castellacci ve Natera (2016) GSYH ve yenilik arasındaki ilişki ve etkileşimin farklı yöntemlerle irdelendiği çalışmalardan bazılarıdır.

2. Yapay Sinir Ağları

YSA biyolojik sinir hücresinden esinlenerek oluşturulmuş matematiksel bir modeldir. Bir sinir ağı i. işleme birimi, ii. ara bağlantılar, iii. Operasyon, iv. güncelleme birimlerinden oluşur. YSA ara bağlantılar ile birbirine bağlanmış birçok işleme biriminden oluşur ve bu birimler sinir hücresi (nöron) olarak adlandırılır (Yegnanarayana, 2005, s. 24). Sinir ağı modelleri veriler üzerinden değişkenler arasındaki ilişkileri öğrenerek modelleyebilen araçlardır. İlişkilerin öğrenilmesi öğrenme algoritmaları yardımıyla gerçekleşmektedir.

Bu çalışmada YSA modellerinden çok katmanlı algılayıcı (ÇKA) kullanılmıştır. ÇKA modeli girdi, ara ve çıktı katmanından oluşmaktadır. Girdi katmanı gelen verileri alarak herhangi bir değişiklik yapmadan ara katmana gönderir. Ara katman girdi katmanından gelen bilgileri aktivasyon fonksiyonlarında geçirip işleyerek bir sonraki katmana gönderir. Çıktı katmanı ise ara katmandan gelen veriyi işleyerek girdilere karşılık çıktılar üretir. Ardışık olarak katmanlar ve katmanlardaki nöronlar birbirine bağlıdır. Model için tüm veriler eğitim sürecinden geçtikten sonra mevcut çıktılarla ağın ürettiği çıktılar karşılaştırılır ve hata değerleri hesaplanır. Hata kabul edilebilir düzeyde ise eğitim sonlandırılır. YSA modelleri parametrik istatistik yöntemler gibi herhangi bir varsayımın sağlanması şartına ihtiyaç duymazlar. Veri seti (yatay kesit, zaman serisi, panel) ve problem tipine (tahmin, sınıflandırma) göre farklı modeller olmakla birlikte ÇKA modeli genellikle birçok probleme çözüm üretebilmektedir. YSA modelleri ile ilgili ayrıntılı bilgi için Haykin ve Network (2001); Öztemel (2006); Yegnanarayana (2005) incelenebilir.

3. Literatür Araştırması

Yenilik özellikle gelişmekte olan ülkeler açısından ayrı bir öneme sahiptir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde bu durum açıkça görülmektedir. Bunun yanı sıra firmalar açısından da yenilik rekabet ortamında belirleyici olmakta ve firmaları diğer rakiplerine göre öne geçirmekte veya geride bırakabilmektedir. Bu anlamda yapılmış olan bazı çalışmalar incelenmiştir.

Criscuolo vd., (2005)'de patent atıfları üzerine çalışılmıştır. Ev sahibi ülke ve misafir ülke ayrımı yapılarak AR-GE harcamalarının firmaların gelişimi üzerindeki etkisi ve yapılan girişimlerin yoğun bir şekilde ev sahibi ülkenin bilgi kaynaklarına dayalı olarak geliştiği tespit edilmiştir. Firma bazında yeniliğin ve etkilerinin incelendiği Andreeanne ve Sushmita (2007)'de yeniliğin teknoloji ve talebe bağlı iki temel yaklaşım üzerine inşa edildiği ifade edilmiştir. Bahsi geçen modellerin avantaj ve dezavantajları tartışılmıştır. Yeniliğin uluslararası ticaret, evrimsel ekonomi, endüstriye ekonomi ve kurumsal ekonomi ile olan ilişkileri üzerinde durulmuştur. Tebaldi ve Elmslie (2013) patent üretimini yeniliğin belirleyicisi olarak kullanmış ve kurumların kalitesinin yenilik üzerinde etkili olup olmadığını deneysel bir çalışma ile test etmişlerdir. Çalışmada patent üretiminde ülkeler arasındaki değişimin önemli bir kısmı kurumsal düzenlemeler tarafından açıklanmaktadır sonucuna varılmıştır. Ayrıca uzun dönem beşeri sermaye birikiminin kurumları şekillendiren çok önemli bir faktör olduğu belirlenmiştir. Cai ve Hanley (2014) çalışmasında Küresel rekabet raporunda ülkeler için hesaplanan yenilik indeksinin bazı sistematik hatalar içerdiği ifade edilmiş ve bu hataların veri zarflama analizi ile giderilmesi için bir model önerisi yapılmıştır. Ertürk (2014) mikro ölçekli yapılmış olan çalışmada, firmaların yüksek rekabet ortamında varlıklarını devam ettirebilmelerini, yeniliğe karşı olan tutumlarına ve yeniliğe ayak uydurabilme yeteneklerine bağlı olduğunu vurgulamıştır. Bu sebeple Türkiye'de beyaz eşya sektöründe faaliyet gösteren firmalar dikkate alınarak yeniliğin belirleyicileri ve etkileri tartışılmıştır. Sonuç olarak yeniliğin firmaların performans belirleyicileri üzerinde önemli etkilerinin olduğu tespit edilmiştir. Hsu, Tian, & Xu (2014) finansal pazarların gelişiminin teknolojik yeniliği nasıl etkilediğini 32 gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeye ait veri setini kullanarak araştırmışlardır. Sonuç olarak dışsal kaynaklara daha bağımlı olan ve yüksek teknoloji yoğunluklu endüstrilerin daha yüksek düzeyde yenilik performansı sergiledikleri ifade edilmiştir. Song ve Oh (2015)'de yeniliğin önemi ve AR-GE harcamalarının ürün ve süreç yeniliği üzerindeki etkileri imalat sektöründe faaliyet gösteren enerji yoğunluklu işletmeler açısından araştırılmıştır. Çalışmada Kore Yenilik Araştırması 2008 adlı araştırmadan derlenen veriler kullanılmış ve probit regresyon model ile analiz edilmiştir. AR-GE personel oranı değişkeni ürün ve süreç yeniliği üzerinde en yüksek etkiye sahip faktör olmuştur. Wafa (2015) yeniliğin teknolojik ve teknolojik olmayan belirleyicileri üzerinde durmuş ve firmalar üzerindeki etkilerini incelemiştir. 58 firmaya ait veri seti üzerinde lojistik regresyon analizi uygulanmıştır ve yeniliğin belirleyicilerinin teknolojik olan-olmayan olarak birbirinden farklılaştığını ve etkilerinin de farklı olduğunu ortaya koymuştur. Beynon, Jones & Pickernel (2016)'da 47 ülkede imalat sanayinde aktif faaliyet gösteren firmalar ait veri seti

kullanılarak yenilik ve öncülleri arasındaki ilişki analiz edilmiştir. Božić ve Mohnen (2016) gibi birçok çalışmada da firma bazında yeniliğin belirleyici tartışılmıştır.

4. Uygulama

Yenilik ile ilgili yapılan birçok çalışma incelendiğinde genellikle mikro ölçekli ya da firma bazlı uygulama alanları seçilerek çalışmalar yapıldığı görülmektedir. Bu çalışmanın farklılığı ise ülkeler düzeyinde makro ölçekli bir çalışma olmasının yanı sıra kullanılan değişkenlerin nispeten farklılık göstermesidir. Ayrıca yapay zekâ tekniklerinden bir tanesi olan YSA modeli ile de hem regresyon analizi sonuçlarının teyidi sağlanmış ayrıca geleceğe dönük tahminler üretme noktasında başarılı bir model ortaya konulmuştur. Yapılan analizlerin sonuçlarını ayrı ayrı değerlendirmenin mümkün olmasının yanı sıra aşamalı bir yöntem olarak değerlendirilip yorumlanabilir. Yapılan analizlere ilişkin sonuçlar bir sonraki bölümde detaylı olarak sunulmuştur.

4.1. Yöntem ve Veri Seti

Çalışmada dünya ülkelerinin 2015-2016 istatistiklerinden hareketle ‘Yenilik, GSYH, Rekabet, Patent Uygulamaları, Teknoloji Hazırlık Düzeyi’ değişkenlerini kapsayan bir veri seti oluşturulmuştur. Veriler Dünya Ekonomik Forum’u internet sitesinden elde edilmiş ve gerekli düzenlemeler yapılarak analize hazır hale getirilmiştir.

Veri analizinde öncelikle parametrik analizlerin varsayımlarının sağlanması için bazı dönüşümler uygulanmıştır. Bu noktada patent uygulamaları değişkeni ilgili varsayımları gerekli dönüşümler yapılmasına rağmen sağlamadığı için analize dâhil edilmemiştir. Değişkenlere ait dönüşümler ve analiz sonuçları çalışmanın devamında sunulmuştur. Regresyon analizi ile belirleyicileri tespit edilen yenilik için sinir ağı modeli oluşturulmuş ve sinir ağı modeli ile ilgili parametreler de incelenerek modelin başarısı değerlendirilmiştir.

4.2. Tahmin Model Sonuçları

Parametrik yöntemlerin uygulanabilmesi için değişkenlerin belli bazı varsayımları sağlaması gerekmektedir. Bu sebeple ilgili değişkenler için öncelikle normallik sınaması yapılmış ve değişkenlerin normal dağılımadığı gözlenmiştir. Değişkenlerin normal dağılıma uygunluk göstermeleri için, veri yapısına göre bazı dönüşümler uygulanmış ve tekrar uygulanan normallik testi sonucunda patent değişkeni haricindeki değişkenlerin normal dağılım gösterdiği

tespit edilmiştir (Tablo 1). Dönüşüm yapılan değişken kodlarının önüne ‘D’ kodu eklenerek yeniden kodlanmışlardır.

Tablo 1: Normallik testleri

	Kolmogorov-Smirnov		
	İstatistik	sd	Anl.(p)
Rekabet (RK)	,066	138	,200
İş gücü piyasa etkinliği (İŞ)	,059	138	,200
Patent uygulamaları/milyon nüfus(PT)	,386	138	p<,001
Gayri safi yurtiçi hasıla (DGSYH)	,071	138	,085
Yenilik (DYEN)	,064	138	,200
Teknolojiye hazırlık düzeyi (DTHD)	,076	138	,049

Tablo 2’de normal dağılım gösteren değişkenlerin ‘DYEN’ bağımlı değişken olmak üzere regresyon analizi ile elde edilen belirlilik katsayısı istatistikleri sunulmuştur. ‘DYEN’ değişkeni 0,76 düzeyinde ‘RK’, ‘İŞ’, ‘DGSYH’ ve ‘DTHD’ değişkenleri tarafından açıklanmaktadır.

Tablo 2: Regresyon model özeti

Model	R	R ²	Düzeltilmiş R ²	Standart hata
1	,873	,763	,755	,10625

Tablo 3 regresyon modelinin bir bütün olarak anlamlılığını test etmektedir. Model hesaplanan $F = 106,771$ ve $p < ,01$ istatistikleri ile ($,01$) düzeyinde anlamlı bulunmuştur.

Tablo 3: Model anlamlılığı testi (ANOVA)

Model	Hata kare ort. (SSE)	Sd.	Kareler ort(MSE).	F	Anl.
Regresyon	4,822	4	1,205	106,771	P<,01
Artıklar	1,502	133	,011		
Toplam	6,323	137			

Tablo 4 bağımsız değişken katsayıları ve anlamlılıkları yanında çoklu doğrusal bağıllıkla ilgili hesaplanan istatistikleri göstermektedir. VIF istatistikleri incelenirse değişkenler arasında çoklu doğrusallığın olmadığı rahatlıkla görülebilmektedir.

Tablo 4: Katsayılar

Model	Standartlaştırılmamış		Standart	t	Anl.	Çoklu doğrusallık ist	
	B	Std. Hata	Beta			Tolerans	VIF
(Sabit)	,846	,086		9,839	P<,01		
RK	,059	,030	,149	1,967	,050	,312	3,210
İŞ	,074	,024	,192	3,096	,002	,464	2,154
DGSYH	1,56e-5	,000	,165	3,815	P<,01	,950	1,052
DTHD	,105	,011	,589	9,585	P<,01	,473	2,116

Regresyon analizi ile tahmin edilen denklem şu şekildedir.

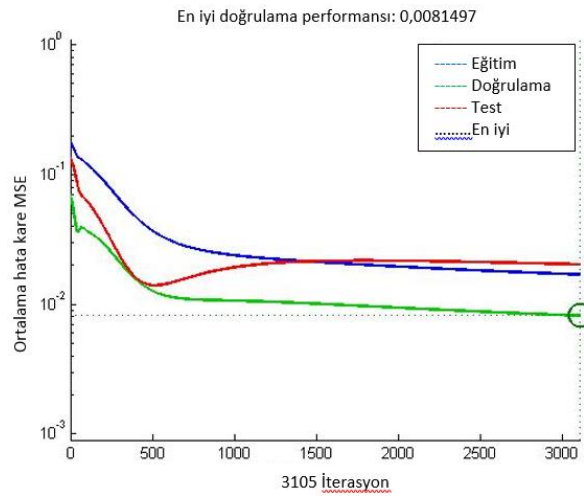
$$DYEN = 0,846 + 0,059RK + 0,074İŞ + 1,56(e - 5)DGSYİH + 0,105DTHD$$

Denkleme göre yenilik (DYEN) ile rekabet (RK), işgücü piyasası etkinliği (İŞ), DGSYH ve teknolojiye hazırlık düzeyi (DTHD) arasında pozitif yönlü bir ilişki vardır. Tüm açıklayıcı değişkenler (p<,05) düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

4.3. YSA Sonuçları

Regresyon analizi ile bazı dönüşümler sonucunda normalleştirilen değişkenlerin tamamı istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Dolayısı ile yeniliğin belirleyicileri tespit edilmiştir. Regresyon analizi ilgili değişkenler arasındaki doğrusal ilişkinin, yapay sinir ağı ise bahsi geçen değişkenler arasındaki doğrusal olmayan ilişkinin tespitinde kullanılmıştır. Yapay sinir ağının 3105 iterasyon ile eğitilmesi sonrasında elde edilen hata grafiği Şekil 1’de sunulmuştur.,

Model seçimi yapılırken gizli katman sayısı, gizli katmandaki nöron sayısı, öğrenme ve momentum sabitleri gibi parametreler değiştirilip en iyi sonuçları veren model tahmin edilmeye çalışılmaktadır. Seçilen öğrenme algoritmasına, öğrenme ve momentum sabitlerine, aktivasyon fonksiyonlarına göre eğitimin süresi ve iterasyon sayısı değişiklik gösterebilmektedir. Bazı öğrenme algoritmaları çok daha hızlı sonuç verirken bazıları ise eğitim için daha fazla zamana ihtiyaç duymaktadır. Ancak her problemin çözümü için aynı öğrenme algoritması veya aktivasyon fonksiyonları kullanılmamaktadır. Bu seçim ise belli bir yöntem olmadığı için deneme yanılma yöntemi ile gerçekleştirilmektedir.



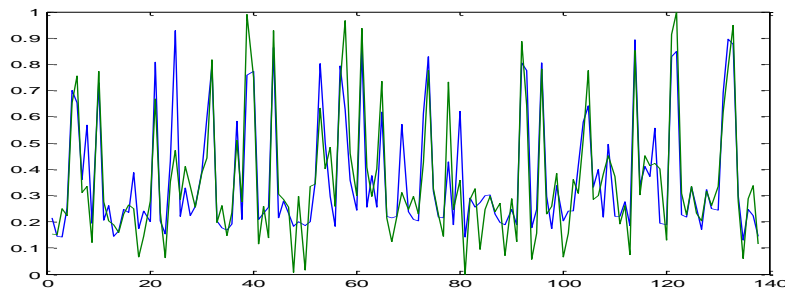
Şekil 1: Hata grafiği

Model seçimi için sinir ağının; öğrenme algoritmaları, aktivasyon ve transfer fonksiyonları, öğrenme ve momentum katsayıları gibi bir çok parametresi değiştirilmiş ve yapılan bir çok deneme sonrasında en uygun ağ yapısının tespiti gerçekleştirilmiştir. Şekil 1’de eğitim, test ve doğrulama veri setleri için hatalar kabul edilebilir düzeyde olduğu için en uygun model olarak belirlenmiştir. Seçilen sinir ağına ilişkin parametreler Tablo 5’ de verilmiştir.

Tablo 5: YSA Model Mimarisi ve Parametreleri

Ağın türü	ÇKA
Ağdaki Katman sayısı	3
Girdi katmanı nöron sayısı	4
Gizli katman sayısı	1
Gizli katman nöron sayısı	7
Çıktı katman nöron sayısı	1
Girdi aktivasyon fonksiyonu	Tanjant sigmoid
Çıktı aktivasyon fonksiyonu	Doğrusal
İterasyon sayısı	3105
Öğrenme oranı	0,07
Momentum sabiti	0,9
Mutlak Hata (ME)	-0,006
RMSE	0,110
MAE	0,084
MSE	0,012
R ²	0,788

Tablo 5’te verilen hata değerleri tüm veri seti için hesaplanan hatalardır. Veri seti program tarafından tesadüfi olarak üç parçaya bölünmekte ve ağın eğitimi bu şekilde gerçekleştirilmektedir. Şekil 1 de eğitim, test ve doğrulama veri setine ilişkin MSE istatistikleri görülmektedir. İlgili hata istatistikleri incelendiğinde regresyon modeli hata kare ortalaması 1,205 ve sinir ağı hata kare ortalaması ise 0,012 olarak gerçekleşmiştir. Bu sebeple sinir ağı modelinin tahmin için uygun bir model olduğunu söylemek mümkündür. Ayrıca bağımlı değişkene ait gerçek değerler ile ağın ürettiği çıktılar Şekil 2 de aynı grafikte sunulmuştur. Grafiğe bakılarak ilgili değerlerin ne denli örtüştüğü görülmektedir.



Şekil 2: Gerçek değerler ve ağ çıktılarının karşılaştırılması

Ağ tarafından üretilen çıktılar ile bağımlı değişkene ait gerçek değerler arasında oluşturulan regresyon denklemi ve grafiği (Şekil 3) sonuçları aşağıda sunulmuştur.

Doğrusal model: Polinomial

$$f(x) = p_1x + p_2$$

Katsayılar (95% güven aralığı)

$$p_1 = 0.935 (0.8529, 1.017)$$

$$p_2 = 0.01775 (-0.01757, 0.05308)$$

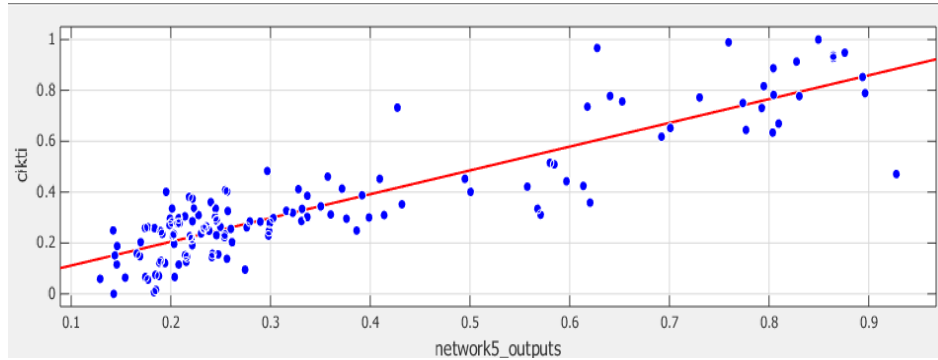
Uyum iyiliği:

Hata kareleri toplamı (SSE): 1.639

$R^2: 0.7885$

Düzeltilmiş $R^2: 0.787$

$RMSE: 0.1098$



Şekil 3: Gerçek değerler ve ağ çıktılarının karşılaştırılması (Regresyon)

Ağın ürettiği çıktılarının gerçek değerlerle karşılaştırılması sonucu elde edilen istatistikler modelin tahmin için uygun olduğunu göstermektedir. Sinir ağı için hesaplanan istatistiklerle, regresyon analizi ile hesaplanan istatistikler birebir örtüşmektedir. Bağımlı değişkenin belirlenen bağımsız değişkenler tarafından ($\bar{R}^2: 0.787$) 78% inin açıklandığı görülmektedir. Başlangıçta regresyon analizi sonucu elde edilen ($R^2: 0.711$) değeri YSA sonucu elde edilen istatistikle ($\bar{R}^2: 0.787$) karşılaştırıldığında önemli bir fark olduğu görülmektedir. YSA ile

belirlenen doğrusal olmayan ilişkiler daha doğru ve güçlü tahminler üretmekte ve regresyon analizi ile karşılaştırıldığında ise YSA modelinin çok daha güçlü olduğu açıkça görülmektedir.

Sonuç

Bu çalışmada dünya bankası tarafından hesaplanan, ülkelere ait yenilik endeksi açıklanan değişken, işgücü piyasası etkinliği, rekabet, GSYH ve teknolojiye hazırlık düzeyi açıklayıcı değişkenler olmak üzere, aralarındaki etkileşim incelenmiştir. Öncelikle doğrusal regresyon ve sonrasında ise YSA modeli ilişkilerin tespiti için uygulanmış ve yenilik endeksi için YSA modelinin çok daha iyi bir model olduğu, daha tutarlı ve geçerli tahminler üretebileceği sonucuna ulaşılmıştır. Analiz sonuçlarına göre rekabet, işgücü piyasasının etkinliği, gayri safi yurtiçi hâsıla ve teknolojiye hazırlık düzeyi değişkenlerinin tamamının beklenildiği gibi yenilik üzerinde pozitif yönlü bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Dikkat çeken bir sonuç ise gayri safi yurtiçi hasılanın yenilik üzerinde etkisinin çok düşük olmasıdır. Bu noktadaki beklenti ise ilişkinin daha güçlü bir ilişki olması yönündedir. İstatistiksel olarak ise bütün katsayılar ve genel olarak modelin anlamlı olduğu sonucuna varılmıştır. YSA modeli ise sonuç odaklı matematiksel bir model olduğu için değişkenler arasındaki ilişkileri modelleyen katsayılar üretememektedir. Dolayısı ile ilişkilerin hangi yönlü olduğu ve şiddeti konusunda bir yorum yapılamamaktadır. Ancak geleceğe dönük tahminler üretme noktasında sinir ağı modelleri genellikle çok daha iyi sonuçlar üretebilmektedir. Bu noktadaki eksikliği giderebilmek için bu çalışmaya iki yönlü bakmak daha doğru olacaktır. i. bahsi geçen değişkenler kullanılarak her iki model ayrı ayrı uygulanmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Bu noktada YSA model sonuçları ile ilişkiler hakkında yorum yapılamazken regresyon analizi için bu durum söz konusu değildir. ii. değişkenler arasındaki ilişkiler regresyon analizi ile tahmin edilmiş ve gerekli yorumlar yapıldıktan sonra istatistiksel olarak anlamlı bulunan değişkenlerle YSA modeli tahmin edilmiştir. Bir anlamda iki aşamalı bir tahmin modeli geliştirilmiştir. Kısaca ilişkileri daha iyi modelleyebilen YSA modeli ile ilişkilerin yönü ve şiddetinin de tespit edilebildiği regresyon analizi bu çalışmada kullanılarak daha güçlü bir model tahmin edilmeye çalışılmıştır.

Çalışmada regresyon analizi hem ilişkilerin yönü ve şiddetinin tespiti için hem de yeniliğin belirleyicisi olabilecek ve istatistiksel olarak anlamlı olan değişkenlerin tespiti için kullanılmıştır. Bu sebeple regresyon analizi ile YSA modelinin karşılaştırılması da yanlış olmayacaktır. Modellerin ilişkileri modelleyebilme ve tahmin performansları açıklayıcılık oranının bir göstergesi olan \bar{R}^2 istatistiği ve modellerin hata oranı istatistikleri ile

değerlendirilmiştir. Hata istatistikleri öncelikle en iyi YSA modelinin tahmini için kullanılmıştır. \bar{R}^2 İstatistiği ve yine hata istatistikleri regresyon analizi ile YSA modelinin karşılaştırılabilmesi için kullanılmıştır. Regresyon analizi ve YSA modeli için hesaplanan \bar{R}^2 istatistikleri sırasıyla 0,75-0,78 hata istatistikleri MSE ise sırasıyla 1,205-0,012 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar daha önce yapılmış olan birçok çalışmayı destekler niteliktedir. Yani YSA modelinin ilişkileri modelleyebilme performansı daha yüksek olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, YSA modeli tahmin edildikten sonra, ilişkileri modelleyebilme performansını test etmek için daha önce görmediği veriler kullanılmış ve MSE=0,018 hata değeri ile çok iyi bir sonuç elde edilmiştir.

Bahsi geçen model karşılaştırmaları ile ilgili sonuçlar ışığında, ilişkilerin yönü ve şiddetinin önemli olduğu durumlarda YSA modelleri yerine diğer modelleri tercih etmek daha akılcı bir yaklaşım olarak değerlendirilebilir. Ancak geleceğe dönük tahminler üretme, zeki ve uzman sistemlerin tasarımı noktasında YSA modelleri çok başarılı sonuçlar üretmektedir. Bu çalışmada her iki modele göre değerlendirmeler yapmak mümkündür. Yeniliğin belirleyicilerini tespit edip, etkileşimin yorumlanması için regresyon modelini, ülkelere ait yenilik endekslerinin geleceğe dönük tahminlerini üretmek için ise YSA modelini kullanmak doğru bir karar olacaktır. Ayrıca araştırmacılara yol göstermesi açısından YSA gibi alternatif yöntemlerin sadece fen bilimleri alanında değil sosyal bilimlerde de başarılı şekilde kullanılabileceğinin gösterilmesi bakımından çalışma önemli görülmektedir. Bundan sonraki çalışmalarda, genetik algoritma, destek vektör makineleri, bulanık modeller ve bu modellerin ortak kullanıldığı hibrit modellerin bu probleme nasıl sonuçlar ürettiğinin tespit edilmesinin ve bu modellerin birbirleriyle karşılaştırılmasının faydalı olacağı düşünülmektedir.

Kaynakça

- AKIN, H. B. (2001). *Yeni ekonomi*, Konya: Çizgi Kitabevi.
- ANDREANNE, L., ve SUSHMITA, S. (2007). *Innovation theories: relevance and implications for developing country innovation*, Berlin.
- TÜSİAD (Türk Sanayicileri ve İşadamları Derneği). (2003), *Ulusal inovasyon sistemi: kavramsal çerçeve, Türkiye incelemesi ve ülke örnekleri*. TÜSİAD.

- BASSANINI, A. ve EKKEHARD, E. (2002). Labour market institutions, product market regulation, and innovation: cross-country evidence, OECD Economics Department, Working Papers, No. 316, OECD Publishing <http://dx.doi.org/10.1787/002243151077>.
- BAYRAMOĞLU, T. (2014). *Biyokütle enerjisi ve yerel ekonomik kalkınma*, Ankara: İmaj Yayınevi.
- BEYNON, M., JONES, P., ve PICKERNELL, D. (2016). Country-level investigation of innovation investment in manufacturing: paired fsQCA of two models, *Journal of Business Research*, 69(11), 5401–5407. <http://doi.org/10.1016/j.jbusres.2016.04.145>.
- BOŽIĆ, L., ve MOHNEN, P. (2016). Determinants of innovation in Croatian SMEs - comparison of service and manufacturing firms, *Market-Tržište*, 28(1), pp. 7–27.
- CAI, Y., ve HANLEY, A. (2014). Innovation rankings: good, bad or revealing? *Applied Economics Letters*, 21(5), 325–328. <http://doi.org/10.1080/13504851.2013.859366>.
- CASTELLACCI, F. ve NATERA, J. M. (2016). Innovation, absorptive capacity and growth heterogeneity: development paths in Latin America 1970–2010, *Structural Change and Economic Dynamics*, 37, 27-42.
- CLARK, J. ve KEN, G. (1998). Innovation and competitiveness: a review: Practitioners' forum. *Technology, Analysis & Strategic Management* 10(3), 363-395.
- CRISCUOLO, P., NARULA, R., ve VERSPAGEN, B. (2005). Role of home and host country innovation systems in r&d internationalisation: a patent citation analysis, *Economics of Innovation and New Technology*, 14(5), 417–433. <http://doi.org/10.1080/1043859042000315285>.
- CROSBY, M. (2000). Patents, innovation and growth, *Economic Record*, 76, 255–262. doi:10.1111/j.1475-4932.2000.tb00021.x
- ÇETİNTAŞ, H. (2006). *Küresel rekabet ve işbirliği*, <http://www.tisk.org.tr/isveren.asp>.
- DURNA, U. (2003). *Yenilik Yönetimi*, Ankara: Nobel yayınevi.
- ELÇİ, Ş. (2005). *İnovasyon, Kalkınmanın ve Rekabetin Anahtarı*, Ankara: Meteksan Bilişim Grubu ve BT Haber Ortak Yayını.

- ELÇİ, Ş. (2007). İnovasyon: Kalkınmanın ve rekabetin anahtarı, Technopolish Group.
- ERTÜRK, M. (2014). Determinants and effects of innovation on the firm level : An empirical investigation, *International Journal of Research in Business and Social Science*, 3(1), 118-129.
- FAN, Q. K., LI, D. Z., ZENG, Y. ve DONG, R. P. (2009). *Innovation For Development and The Role of Government: A Perspective From The East Asia and Pacific Region*: Washington: The World Bank.
- LOW, L. (2009). Innovation for development and the role of government: a perspective from the east asia and pacific region, *Asian- Pacific Economic Literature*, 23(2), 128-129.
- GROSSMAN, G. M., ve HELPMAN, E. (1993). *Innovation and Growth in The Global Economy*. USA: MIT press.
- GÜMÜŞLÜOĞLU, L. ve ELÇİ, Ş. (2008). *How to address the Turkish paradox of innovation to build a competitive economy*. N. Philipson, Aydogan (Ed.), *Innovation Policies, Business Creation and Economic Development*, New York: Springer.
- HAYKIN, S., ve NETWORK, N. (2001). *Neural Networks A comprehensive foundation*. India: Prentice Hall (2nd ed.) Pearson Education. <http://doi.org/0-13-273350-1>
- HSU, P.H., TIAN, X. ve XU, Y. (2014). Financial development and innovation: Cross-country evidence, *Journal of Financial Economics*, 112(1), 116–135. <http://doi.org/10.1016/j.jfineco.2013.12.002>.
- JAFFE, A. B., ve TRAJTENBERG, M. (2002). *Patents, citations, and innovations: A window on the knowledge economy*, USA: MIT press.
- KAVRAKOĞLU, İ. (2006). *İnovasyon*, Birinci Basım, İstanbul: Alteo Yayıncılık.
- KUCZMARSKI, T. D. (1996). What is innovation? The art of welcoming risk, *Journal of Consumer Marketing*, 13(5), 7-11.
- LANJOUW, J. O., ve SCHANKERMAN, M. (2004). Patent quality and research productivity: Measuring innovation with multiple indicators, *The Economic Journal*, 114(495), 441-465.

- LEYDESDORFF, L., ALKEMADE, F., HEIMERIKS, G., ve Hoekstra, R. (2015). Patents as instruments for exploring innovation dynamics: geographic and technological perspectives on “photovoltaic cells, *Scientometrics*, 102(1), 629-651.
- LOPEZ, M. R. (2000). *Innovation, Competitiveness and Development: Searching for the Linkages to Economic Development*, Denmark: IKE Internal Seminar, Aalborg University.
- OVALI, S. (2014). “Küresel rekabet gücü açısından Türkiye’nin konumu üzerine bir değerlendirme”, *Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 7(13), 17-36.
- ÖZSAĞIR, A. (2012) Yenilik ekonomisini öne çıkaran gelişmeler, *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, 4(7), 1-16.
- ÖZTEMEL, E. (2006). *Yapay Sinir Ağları* (2. baskı). İstanbul: Papatya Yayıncılık.
- PAVITT, K. (1985). Patent statistics as indicators of innovative activities: possibilities and problems, *Scientometrics*, 7(1-2), 77-99.
- SAATÇIOĞLU, C. (2005). Ulusal yenilik sistemi çerçevesinde uygulanan bilim ve teknoloji politikaları: İsrail, AB ve Türkiye örneği, *Sosyal Bilimler Dergisi*, 1, 179-198.
- SANTACREU, A. M. (2015). Innovation, diffusion, and trade: Theory and measurement, *Journal of Monetary Economics*, 75, 1-20.
- SCHUMPETER, J. A. (1951). *Essays: On Entrepreneurs, Innovations, Business Cycles, and the Evolution of Capitalism*. Transaction Publishers.
- SONG, C., ve OH, W. (2015). Determinants of innovation in energy intensive industry and implications for energy policy, *Energy Policy*, 81, 122–130, <http://doi.org/10.1016/j.enpol.2015.02.022>
- TANYERİ, M. ve FIRAT, A. (2005). Rekabet değişkeni olarak dış kaynak kullanımı, *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7(3), 268-279.
- TEBALDİ, E., ve ELMSLIE, B. (2013). Does institutional quality impact innovation? Evidence from cross-country patent grant data, *Applied Economics*, 45(7), 887–900, <http://doi.org/10.1080/00036846.2011.613777>

TEKİN, M., GÜLEŞ H. K. ve Öğüt A. (2003). *Teknoloji Yönetimi*, Nobel Yayın: Ankara.

TRAJTENBERG, M. (1990). A penny for your quotes: patent citations and the value of innovations, *The Rand Journal of Economics*, 172-187.

WAFI, M. (2015). Typological Analysis of Non-technological and Technological Innovation Determinants in Tunisia, *Journal of Behavioural Economics, Finance, Entrepreneurship, Accounting and Transport*, 3(2), 71–75, <http://doi.org/10.12691/jbe-3-2-2>

YEGNANARAYANA, B. (2005). *Artificial Neural Networks* (1. baskı). New Delhi: Prentice-Hall of India Private Limited.