

## OECD Ülkelerinin Endüstri 4.0 Performanslarının Çok Boyutlu Ölçekleme Yöntemi ile İncelenmesi\*

Cem GÜRLER\*\*, Umman Tuğba GÜRİSOY\*\*\*

### Öz

Endüstri 4.0 kavramı ilk kullanıldığı andan itibaren, ülkelerin ve şirketlerin dikkatini çekmiştir. Şirketler Endüstri 4.0'a uygun olarak dönüşümlerini gerçekleştirmektedir. Ülkeler de benzer şekilde gerekli yatırımları yaparak, kendilerini rekabetçi bir konuma getirmeye çalışmaktadır. Mevcut çalışmada, Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı'na (OECD) üye ülkelerin (Letonya, İsrail ve İzlanda hariç, 33 ülke), Huawei tarafından yayınlanan Küresel Bağlanabilirlik Endeksinde yer alan geniş bant, bulut, nesnelerin interneti ve yapay zekâ değişkenlerine göre birbirlerine yakın konumlanan ülkelerin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda, çok boyutlu ölçekleme yöntemi kullanılarak veriler analiz edilmiştir. Çok boyutlu ölçekleme analizi sonucunda stress değeri 0,09599 ve R<sup>2</sup> değeri 0,96953 olarak hesaplanmıştır. Verilerden elde edilen sonuçlara göre ülkeler, 2 boyutlu düzlemde gösterilmiştir. Elde edilen bulgulara göre, birinci boyutta en yüksek pozitif değere sahip olan ülke Amerika Birleşik Devletleri, negatif en yüksek değere sahip olan ülke ise Türkiye'dir. Türkiye'nin en yakın olduğu ülkeler sırasıyla Polonya, Meksika, Slovenya ve Yunanistan'dır.

**Anahtar Kelimeler:** Endüstri 4.0, Dördüncü Sanayi Devrimi, Çok Boyutlu Ölçekleme, Küresel Bağlanabilirlik Endeksi, OECD Ülkeleri

### Investigating Industry 4.0 Performances of OECD Countries by Multidimensional Scaling Method

#### Abstract

Industry 4.0 has attracted the attention of countries and companies from the first it was used. Companies try to transform themselves in the context of Industry 4.0. Countries also try to make themselves competitive by making the investments. This study uses a multidimensional scaling method to examine the countries of Economic Cooperation and Development (OECD) (33 countries, excluding Latvia, Israel and Iceland)



#### Özgün Araştırma Makalesi (Original Research Article)

Geliş/Received: 01.07.2020

Kabul/Accepted: 02.10.2020

DOI: <https://dx.doi.org/10.17336/igusbd.757384>

\* Bu çalışma, Cem GÜRLER'in İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Sayısal Yöntemler Bilim Dalı'nda, Prof. Dr. Umman Tuğba GÜRİSOY danışmanlığında, 23 Haziran 2020 tarihinde kabul edilen, "Endüstri 4.0 ve Bir Kümeleme Analizi Uygulaması" başlıklı doktora tezinden türetilmiştir.

\*\* Arş. Gör. Dr., Yalova Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, Yalova, Türkiye. E-posta: [cem.gurler@yalova.edu.tr](mailto:cem.gurler@yalova.edu.tr) ORCID <https://orcid.org/0000-0001-5127-6726>

\*\*\* Prof. Dr., İstanbul Üniversitesi, İşletme Fakültesi, Sayısal Yöntemler Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye. E-posta: [tuğbasim@istanbul.edu.tr](mailto:tuğbasim@istanbul.edu.tr) ORCID <https://orcid.org/0000-0002-5143-4058>

in the Industry 4.0 era. Four variables (the broadband, cloud, internet of things and artificial intelligence variables in the Global Connectivity Index published by Huawei) were used in the analysis. As a result of multidimensional scaling analysis, stress value was calculated as 0.09599 and R2 value as 0.96953. Based on the country scores, countries projected on a two-dimensional plane. While the highest country that has a positive value in the first dimension is United States, the country with the highest negative value is Turkey. Countries close to Turkey are, respectively, Poland, Mexico, Slovenia and Greece.

**Keywords:** Industry 4.0, Fourth Industrial Revolution, Multidimensional Scaling, Global Connectivity Index, OECD Countries

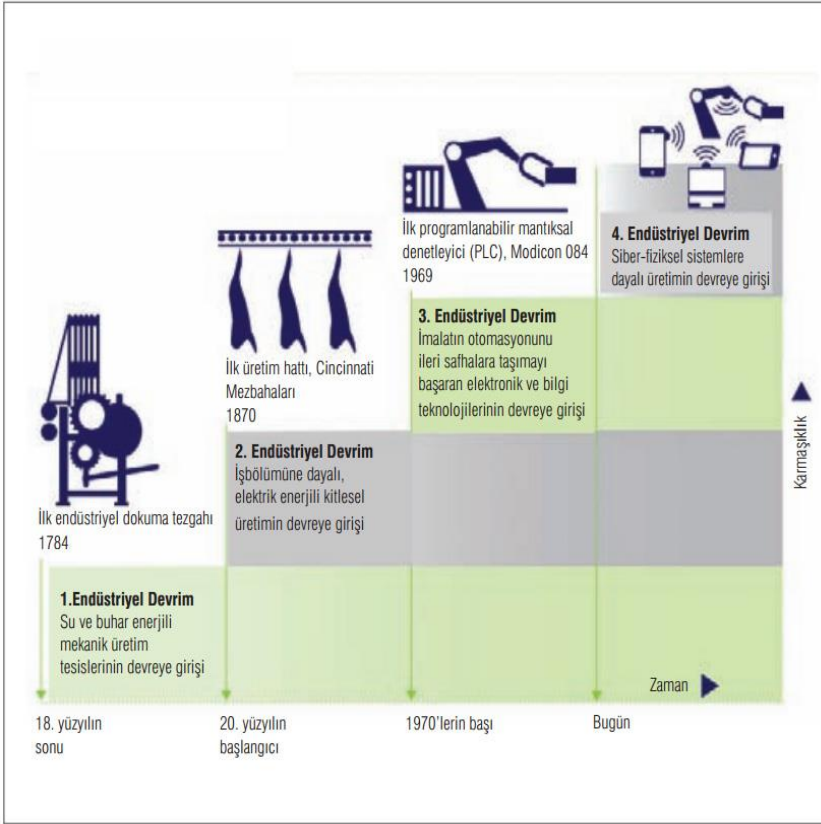
## Giriş

Avrupa ülkeleri son yıllarda, yaşlı nüfus ve gelişmekte olan ülkelerle rekabet gibi sorunlarla karşılaşmaktadır. 1990 yılında gelişmekte olan ülkelerin (Çin, Hindistan ve Brezilya gibi) sanayi değeri payı %22 civarındayken, 2011 yılına gelindiğinde bu ülkelerin toplam payı %40'lara çıkmıştır. Buna karşılık, Batı Avrupa Ülkelerinin sanayi değeri payı %36'dan %25 oranına düşmüştür. Özellikle Batı Avrupa Ülkelerinin, gelişmekte olan ülkelere karşı rekabette geri kalması, endüstriyel teknolojilerin gelişiminin önünü açmıştır (Qin vd., 2016, 173).

Rekabette geri kalmaya başlayan Batı Avrupa Ülkelerinden harekete geçen ilk ülke Almanya olmuştur. Alman hükümetinin Kasım 2011 tarihinde yayınladığı makalede, 2020 yılının yüksek teknoloji stratejisi olarak, Endüstriyel 4.0 kavramı ilk defa ortaya çıkmıştır. Nisan 2013 tarihinde Hannover'de yapılan bir fuarda, Endüstri 4.0 olarak yeniden ortaya çıkmış ve Almanya ulusal stratejisi olarak hızla değer kazanmıştır (Zhou, Liu ve Zhou, 2015). Endüstri 4.0'ı oluşturan dokuz temel teknoloji mevcuttur. Bu teknolojiler otonom robotlar, simülasyon, yatay ve dikey sistem entegrasyonu, endüstriyel nesnelerin interneti, siber güvenlik, bulut, katkılı üretim, artırılmış gerçeklik, büyük veri ve analitiğidir. Endüstri 4.0 dönüşümünde sensörler, makineler, iş parçaları ve bilişim teknolojileri sistemleri, değer zinciri boyunca tek bir kuruluşa bulunacaklardır. Siber fiziksel sistemler olarak da adlandırılan bu bağlı cihazlar standart internet tabanlı protokolleri kullanarak birbirleriyle etkileşime girebilmekte ve hataları tahmin etmek, kendilerini yapılandırmak ve değişikliklere uyum sağlamak için verileri analiz edebilmektedir. Endüstri 4.0, makineler arasında veri toplama ve analiz etmeyi mümkün kılarak, daha düşük maliyetlerle daha yüksek kaliteli mallar üretmek için daha hızlı, daha esnek ve daha verimli süreçleri mümkün kılmaktadır. Bu da üretim verimliliğini, vardiya ekonomisini, sanayinin büyümesini destekleyecek, işgücünün profilini değiştirerek, şirketlerin ve bölgelerin rekabet gücünü değiştirecektir (Rüßmann vd., 2015, 1). Endüstri 4.0, özerkliğe sahip, kendi kendini izleyebilen ve iyileştirme yapabilen akıllı sistemler tarafından yönlendirilen üretim ekosistemlerini mümkün kılacaktır. Ayrıca daha önce görülmemiş düzeyde operasyonel verimlilik ve büyümeye ulaşılmasını sağlayacaktır. Endüstri 4.0 makineden insana iş birliği ve simbiyotik ürün gerçekleştirme etrafında dönen yeni tip gelişmiş üretim ve endüstriyel süreçler ortaya çıkaracaktır (Thames ve Schaefer, 2017, 2).

Sanayileşmenin başlangıcından günümüze, teknolojik gelişmeler "Sanayi Devrimi" olarak adlandırılan değişimlere yol açmıştır: mekanizasyon (1.Sanayi Devrimi), elektrik enerjisinin yoğun kullanımını (2. Sanayi Devrimi) ve dijitalizasyonun yaygınlaşması (3. Sanayi Devrimi) (Lasi vd., 2014: 239). Günümüzde 4. Sanayi Devrimi olarak da adlandırılan Endüstri 4.0'ın, geçmiş devrimlerden ayırt edici en önemli özelliği ise, üretim

süreçlerinde yer alan fiziki faktörlerin birbirleriyle etkileşim içinde olmasıdır (Alçın, 2016). İlk üç sanayi devriminde buhar, elektrik ve bilgisayar, üretim süreçlerine dahil olmuşlardır. 2000'li yıllarda ortaya çıkan nesnelerin interneti (IoT), siber fiziksel sistemler gibi teknolojiler Endüstri 4.0'ın temellerini oluşturan teknolojilerdir (Kabaklarlı, 2016: 40). Endüstri 4.0, aslında yeni bir kavram değildir. Endüstri 4.0 yeni bir kavramdan ziyade, yeni geliştirilen teknolojiyi kullanan eski bir konseptin yeniden doğuşu olarak tanımlanabilir. Endüstri 4.0, en güncel teknolojik buluşları ve yenilikleri, özellikle operasyonel bilgi ve iletişim teknolojilerini birleştirerek kullanan, revize edilmiş bir üretim yaklaşımıdır (Gilchrist, 2016, 198). Şekil 1'de sanayi devrimlerinin gelişimleri gösterilmiştir (Selek, 2016).



**Şekil 1: Sanayi Devrimlerinin Gelişimi**

Yeni teknolojilerin istihdam üzerinde oluşturacağı etkiler üzerine iki farklı görüş vardır. Bir grup gelişen teknolojiye dolayı ciddi bir işsizliğin oluşacağını söylerken, bir diğer grup bu teknolojilerin yeni meslekler, yeni sektörler meydana getirerek yeni istihdam oluşturacağını savunmaktadır (Schwab, 2016: 44-45). Buhar makinelerinin bulunmasıyla birlikte, bu yeni icadı kullanabilen işçiler yeni bir meslek kolunu oluşturmuşlardır. Günümüzde de benzer şekilde, siber fiziksel sistemlerin yaygınlaşmasıyla birlikte yeni meslek grupları ortaya çıkacaktır. Burada önemli olan, işçilerin yeteneklerinin ve yetkinliklerinin, gelişen teknolojiye uyumlu olarak yüksek

olmasıdır (Özdoğan, 2017: 60). Frey ve Osborne (2017) çalışmalarında, otomasyon tehdidi altında bulunan meslek gruplarını değerlendirmişlerdir. Örneğin, tele pazarlamacıların, kargo ve nakliye acentalarının %99, taksiciler ve şoförlerin %89, marangozların %72, ekonomistlerin %43, itfaiyecilerin %17, avukatların %0,035 olasılıkla otomasyondan etkileneneceği görülmektedir. Institute for Spatial Economic Analysis'ın yayınladığı rapora göre, kadınların işlerini otomasyona kaybetme ihtimali erkeklere kıyasla iki kat daha fazladır. Bunun nedeni ise kadınların, erkeklere kıyasla otomasyona daha yatkın işlerde çalışmalarıdır. Örneğin, gelecekte, kasiyerlerin %97'sinin işini kaybedeceği tahmin edilmektedir (2016 yılında kasiyer çalışanlarının %73'ü kadındır). Ayrıca beyaz işçiler kıyasla, İspanya ve Afrika-Amerika kökenli işçilerin, işlerini kaybetme olasılığı sırasıyla %25 ve %13 daha fazladır. Asyalı işçilerin ise beyaz işçilere kıyasla işlerini kaybetme olasılığı %11 daha azdır (Taylor, 2017).

Endüstri 4.0'la birlikte, üretimde esneklik artacak, yüksek üretkenliğe ulaşılabilecek ve %50 oranında kaynak verimliliği sağlanacaktır. Toplu üretimdeki maliyetlerle, özelleştirilmiş ürünler yapmak mümkün olacaktır. Ekonomik krizlerin veya altyapı arızalarının yol açtığı bozulmalara karşı direnç ve iyileşme yeteneği olarak tanımlanabilecek esneklik artacaktır çünkü daha doğru verilerle birlikte daha doğru tahminler yapılacaktır. Gerçek zamanlı bilgi, önemli sorunlara anında çözüm bulunmasını kolaylaştıracaktır. Bu esneklik, ekonominin, olası zararları hafifletmek için daha etkili ve hızlı önlemler almasını sağlayacaktır (Kagermann, 2015, 34).

Önümüzdeki beş ila on yıl boyunca, Endüstri 4.0, tüm Alman imalat sektörlerinde daha fazla şirket tarafından benimsenecek ve verimlilik artacaktır. Malzemelerin maliyetini içermeyen dönüşüm maliyetlerinde verimlilik artışı, yüzde 15 ila 25 arasında değişecektir. Malzeme maliyetleri hesaba katıldığında, yüzde 5 ila 8'lik verimlilik artışları sağlanacaktır. Bu gelişmeler endüstriye göre değişecektir. Endüstri 4.0 gelirde yaşanan büyümeyi de artıracaktır. Üreticilerin artan ekipman, yeni veri uygulamaları talepleri ve daha geniş çeşitlilikte giderek daha fazla özelleştirilmiş ürünlere yönelik tüketici talebi, yılda yaklaşık 30 milyar Euro veya Almanya'nın GSYİH'sinin yaklaşık yüzde 1'i kadar ek gelir artışı sağlayacaktır (Rüßmann vd., 2015, 5). Endüstri 4.0 teknolojileriyle birlikte tahmini bakım programlarında gelişmiş analitik teknikler kullanarak, imalat şirketleri fabrikadaki makine arızalarını önleyebilir ve kesinti süresini yaklaşık %50 oranında azaltarak, üretimi %20 oranında artırabilir. Bu durum verimliliğin de artmasını sağlamaktadır (Davies, 2015, 4).

Çalışmada ilk bölümde Endüstri 4.0 ile ilgili bilgiler verilmiştir. İkinci bölümde sırasıyla küresel bağlanabilirlik endeksi ve verilere uygulanacak olan çok boyutlu ölçekleme analizi anlatılmıştır. Sonrasında bulgular aktarılmış ve sonuçlar paylaşılmıştır.

### **Küresel Bağlanabilirlik Endeksi**

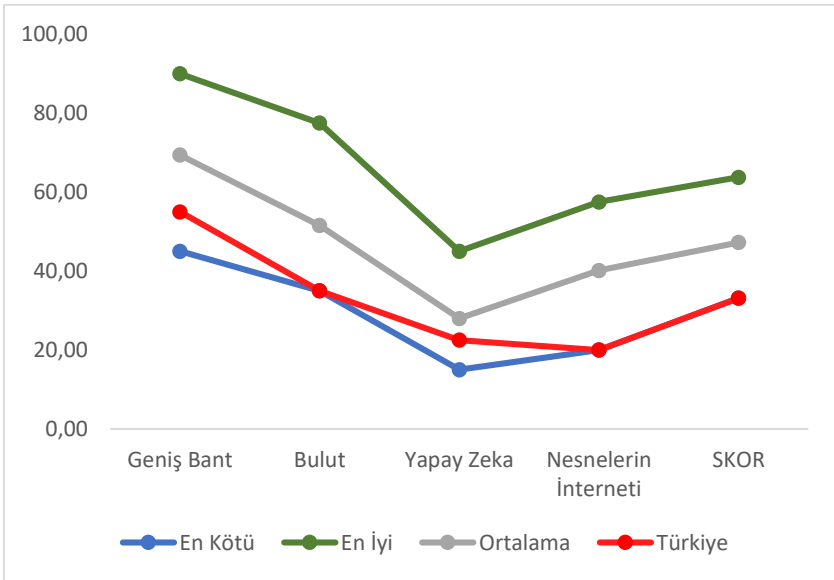
Çalışmada, Huawei tarafından yayınlanan Küresel Bağlanabilirlik Endeksi (Global Connectivity Index) kullanılmıştır. Küresel Bağlanabilirlik Endeksi, küresel dijital ekonominin kapsamlı bir haritasının belirlenmesi için, bilgi iletişim teknolojileri altyapısını ve dijital dönüşümü analiz etmek için oluşturulmuş bir endekstir. Endekste 40 gösterge kullanılarak 79 ülke sıralanmaktadır ve endeks 2014 yılından beri hesaplanmaktadır. OECD ülkelerinden İsrail, İzlanda ve Letonya 2019 yılında yayınlanan, en güncel endekste yer almamaktadır. Bu bağlamda mevcut çalışmaya 33 OECD ülkesi dâhil edilmiş ve 2019 yılı verileri kullanılmıştır. Endekste yer alan ve analizde kullanılmış olan değişkenler Tablo 1'de gösterilmiştir (Huawei, t.y.).

Geniş Bant	- fiber optik - 4g bağlantısı	- sabit geniş bant abonelikleri - mobil geniş bant abonelikleri	- sabit geniş bant ödenabilirliği - mobil geniş bant ödenebilirliği	- geniş bant potansiyeli - mobil potansiyeli
Bulut	-bulut yatırımı	- buluta geçiş	- bulut tecrübesi	- bulut potansiyeli
IoT	- IoT yatırımı	- IoT kurulu taban	- IoT analitiği	- IoT potansiyeli
Yapay Zekâ	- yapay zekâ yatırımı	- yapay zekâ uyumlu robotik	- veri oluşturma	- yapay zekâ potansiyeli

**Tablo 1:** Küresel Bağlanabilirlik Endeksinde Yer Alan Değişkenler ve Açıklamalar

Endekste yer alan değişkenlerin hepsi Endüstri 4.0 kapsamında önemli ve birbirleriyle bağlantılı değişkenlerdir. IoT’de, nesnelerin birbirleriyle iletişime geçebilmesi için bulut altyapısının gerekli olduğu söylenebilir. IoT ile toplanan ve bulutta saklanan verilerin analizi için yapay zekâdan faydalanılmaktadır. Son olarak tüm bu süreçlerin sağlıklı bir şekilde yürütülebilmesi için güçlü ve hızlı bir internet altyapısı gerekmektedir.

Şekil 2’de, Küresel Bağlanabilirlik Endeksinde yer alan değişkenlerde ve endeks skorunda, analizde bulunan 33 ülkenin ortalaması, en iyi ile en kötü değerler ve Türkiye’nin değerleri yer almaktadır. Türkiye tüm değerler için ortalamasının altında değerlere sahiptir. Ayrıca Türkiye, bulut ve nesnelerin interneti değişkenlerinde en kötü değere sahip ülkelerden biriyken, endeks skorunda da en kötü 2. ülke durumundadır.



**Şekil 2:** Çok Boyutlu Ölçekleme

Çok boyutlu ölçekleme (ÇBÖ), çok boyutlu verileri bilgi kaybı olmadan daha düşük boyutlarla gösteren bir boyut azaltma yöntemidir. Temel bileşenler analizi, faktör analizi gibi boyut azaltma yöntemlerine kıyasla, çok boyutlu ölçekleme analizi basit, kolay ve pek çok alana uygulanabilir olduğu için oldukça popülerdir (Saeed, Nam, Haq ve Muhammad Saqib, 2018). ÇBÖ, nesnelere, iki veya üç boyutlu uzayda benzerliklerine ya da benzerliklerine göre görselleştirme yöntemi olarak ifade edilebilir. Bir ÇBÖ algoritması, her bir nesne için benzerlik matrisi oluşturarak başlamakta, sonrasında ise bu matristen faydalanarak her bir nesne çok boyutlu uzayda yerini almaktadır (Mukherjee vd., 2018: 113).

ÇBÖ, benzer nesnelere tespiti için kullanıldığı durumlarda kümeleme analizi ile benzerlik göstermektedir. ÇBÖ'da, kümeleme analizinden farklı olarak yakınlıklar iki veya üç boyutlu uzayda gösterilmektedir. Bunun yanı sıra, ÇBÖ analizinde tüm nesnelere birbirlerinden bağımsız olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca, ÇBÖ analizinde değişken yerine nesnelere arasındaki benzerliklerin global ölçümleri kullanılmaktadır (Kalaycı, 2010: 381-382).

ÇBÖ pek çok farklı kategoriye ayrılabilir. Bunlardan en sık kullanılan ayrımlardan biri metrik ve metrik olmayan ÇBÖ'dür. Metrik olmayan ÇBÖ'nün en önemli avantajı sadece bir varsayımın olmasıdır. Metrik olmayan ÇBÖ'de tek varsayım, kullanılacak verinin ordinal olmasıdır (Steyvers, 2006: 2). Bunun yanı sıra metrik ÇBÖ noktalar arası uzaklığı kullanırken, metrik olmayan ÇBÖ noktalar arası uzaklıkların sıralamasını (benzerlik matrisi) kullanılmaktadır (Nemlioğlu, 2005: 36).

Çok boyutlu ölçekleme analizinde, nesnelere ya da birimler arasındaki uzaklıklar hesaplanarak, bu nesnelere olabildiğince az boyutla geometrik bir gösterim amaçlanmaktadır. Hesaplanan uzaklıklar ile gerçek uzaklıklar arasındaki uyum, 1 numaralı eşitlikte gösterilen Stress değeri ile ölçülmektedir (Ersöz, Türkoğlu Elitaş ve Ersöz, 2015: 5).

$$\text{Stress} = \sqrt{\frac{\sum \sum (\hat{d}_{ij} - d_{ij})^2}{\sum \sum d_{ij}^2}} \quad (1)$$

Stress değerinin yanı sıra, analizden güvenilirliğinin testi için  $R^2$  değeri hesaplanmaktadır ve bu değer 0.60'dan yüksek olması beklenmektedir (Yenidoğan, 2008: 154). Genel olarak, stress değerinin 0'a,  $R^2$  değerinin ise 1'e yakın olması beklenmektedir (Bülbül ve Köse, 2010: 86). Gerçek uzaklık ile hesaplanan uzaklık arasındaki uyumu gösteren stress değeri Tablo 2'deki gibi yorumlanmaktadır (Tüzüntürk, 2009: 80).

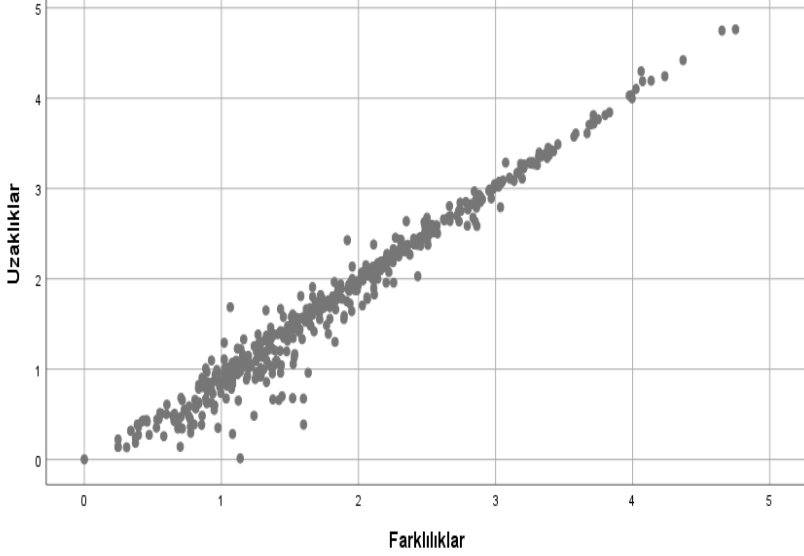
Stress değeri	
$\geq 0,20$	Uyumsuz
0,10 'a kadar	Düşük uyum
0,05'e kadar	İyi uyum
0,025'e kadar	Mükemmel uyum
0,000	Tam uyum

**Tablo 2:** Stress Değer Yorumları

## Bulgular

Çalışmanın amacı, Endüstri 4.0 çağında, benzer ülkelerin belirlenmesidir. Bu bağlamda çok boyutlu ölçekleme analizi kullanılmıştır. Çalışmanın analizleri SPSS 25.0 programında yapılmıştır.

Scatterplot of Linear Fit grafiğinde, birimler arası uzaklıkların, farklılıklara göre doğrusal bir ilişkiye sahip olduğu söylenebilir. Bu ilişkinin doğrusal olması, tahmini uzaklıkların gerçek değerlerle uyumlu olduğunu göstermektedir (Kalaycı, 2010: 396).



**Şekil 3:** Öklid Uzaklık Modeli Serpilme Diyagramı

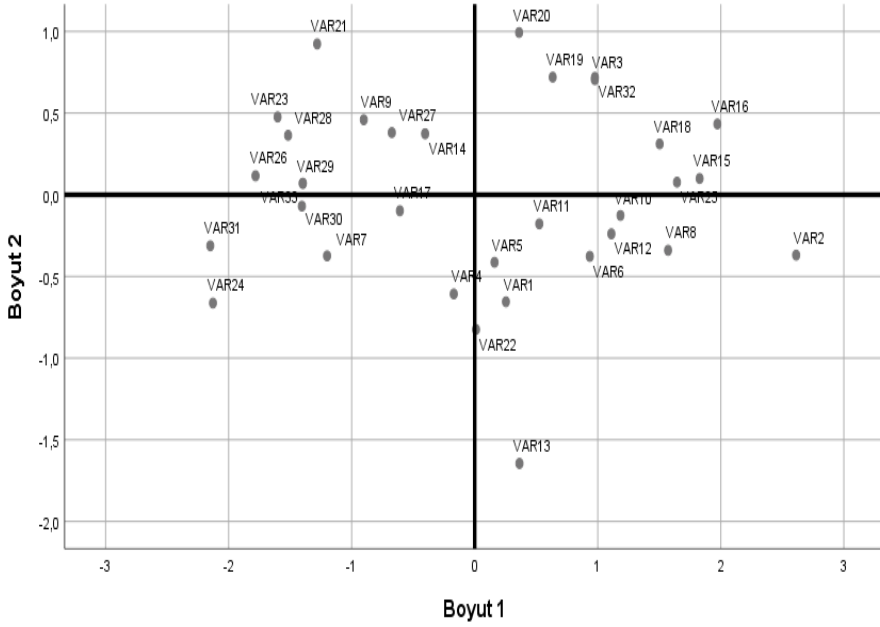
Boyut çözümlerinin ve analiz sonuçlarının uygunluğunun, güvenilirliğinin ve geçerliğinin göstergesi olarak stress değeri hesaplanmaktadır. Hesaplanan bu stress değerinin 0'a yakın olması beklenmektedir (Kalaycı, 2010: 392). Stress değerinin yanı sıra, modelin verileri temsil gücünü gösteren  $R^2$  değeri hesaplanmaktadır (Bülbül ve Köse, 2010: 87). Mevcut çalışmada, 2 boyut için stress değeri 0,09599 ve  $R^2$  değeri 0,96953 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre stress değeri konfigürasyon uzaklıkları ile tahmini uzaklıklar arasında iyi düzeyde uyum olduğunu,  $R^2$  değeri ise modelin, verileri çok iyi şekilde temsil ettiğini göstermektedir. Uyum değerlerinin uygun olmasından dolayı veriler iki boyutlu düzlemde gösterilmiştir. Birinci boyutta en yüksek pozitif değere sahip olan ülke Amerika Birleşik Devletleri (2,6123), negatif en yüksek değere sahip olan ülke ise Türkiye'dir (-2,1493) (Tablo 3). Amerika Birleşik Devletleri, diğer ülkelere kıyasla birinci boyutta en önemli ayırıştırıcıdır. EK2'de uzaklıklar kullanılarak hesaplanan farklılıklar matrisi yer almaktadır. Bu matristen elde edilen bilgilere göre Türkiye'ye en fazla benzerlik gösteren ülke Polonya'dır. Bu iki ülke arasındaki matris değeri 0,813'tür (EK2). Polonya haricinde Türkiye'ye en fazla benzeyen ülkeler sırasıyla Meksika (0,975), Slovenya (0,986) ve Yunanistan (0,986)'dır. Türkiye ile en az benzerlik gösteren ülke ise Amerika Birleşik Devletleri'dir. Bu iki ülke arasındaki matris değeri 4,751'dir. Amerika Birleşik Devletleri'nden sonra Türkiye ile en az benzeyen ülkeler sırasıyla İsviçre (4,073), Norveç (3,799) ve Danimarka (3,718)'dir.

Ülke	Şekil 4'teki adı	Boyut 1	Boyut 2
Almanya	VAR1	0,2537	-0,6551
Amerika Birleşik Dev.	VAR2	<b>2,6123</b>	-0,3695
Avustralya	VAR3	0,9759	0,7052
Avusturya	VAR4	-0,1707	-0,6072
Belçika	VAR5	0,1609	-0,4135
Birleşik Krallık	VAR6	0,9351	-0,377
Çek Cumhuriyeti	VAR7	-1,2003	-0,3739
Danimarka	VAR8	1,5712	-0,3398
Estonya	VAR9	-0,9023	0,4594
Finlandiya	VAR10	1,1843	-0,1265
Fransa	VAR11	0,5246	-0,1778
Hollanda	VAR12	1,1103	-0,2393
İrlanda	VAR13	0,3632	-1,6448
İspanya	VAR14	-0,4032	0,3736
İsveç	VAR15	1,8274	0,0997
İsviçre	VAR16	1,9718	0,4333
İtalya	VAR17	-0,6088	-0,0979
Japonya	VAR18	1,5028	0,3111
Kanada	VAR19	0,6337	0,7201
Kore Cumhuriyeti	VAR20	0,3604	0,9932
Litvanya	VAR21	-1,2808	0,9236
Lüksemburg	VAR22	0,0102	-0,8245
Macaristan	VAR23	-1,6022	0,4766
Meksika	VAR24	-2,1277	-0,663
Norveç	VAR25	1,6437	0,0771
Polonya	VAR26	-1,7818	0,1159
Portekiz	VAR27	-0,6742	0,3805
Slovak Cumhuriyeti	VAR28	-1,5169	0,3639
Slovenya	VAR29	-1,3977	0,0691
Şili	VAR30	-1,4048	-0,0696
Türkiye	VAR31	<b>-2,1493</b>	-0,3124
Yeni Zelanda	VAR32	0,9765	0,7184
Yunanistan	VAR33	-1,3973	0,0708

**Tablo 3:** Ülkeler için hesaplanan koordinat değerleri

Tablo 3'te yer alan değerlerin, koordinat sisteminde gösterimi Şekil 4'te yer almaktadır. İki boyutlu düzlemde, ABD'nin (VAR2) ve İrlanda'nın (VAR13) diğer ülkelerden farklı konumlandığı görülmektedir. Türkiye'ye en yakın ülke Meksika'dır.





Şekil 4: Ülkelerin iki boyutlu düzlemde gösterimi

### Sonuç ve Tartışma

Mevcut çalışmada, OECD ülkelerinin, Huawei tarafından yayınlanan Küresel Bağlanabilirlik Endeksinde yer alan geniş bant, bulut, nesnelerin interneti ve yapay zeka değişkenleri kullanılarak, benzer ve farklı ülkelerin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Analizde kullanılan 4 değişken kapsamında, en iyi skora sahip olan ülke Amerika Birleşik Devletleri'dir. Amerika Birleşik Devletleri'ni İsviçre ve İsveç takip etmektedir. En kötü performansı ise aynı puanı paylaşan Türkiye ve Meksika göstermektedir. Ayrıca Türkiye, OECD ülkeleri arasında bulut ve nesnelerin interneti değişkenlerinde en düşük değere sahip ülke konumundadır. Bu iki ülkeden sonra en kötü performansı gösteren ülkeler ise sırasıyla Polonya, Slovak Cumhuriyeti ve Macaristan'dır.

Verilerin analiz edilmesi için çok boyutlu ölçekleme yöntemi kullanılmıştır. Yapılan çok boyutlu ölçekleme analizi sonucuna göre, Amerika Birleşik Devletleri tüm ülkelerden farklı olarak konumlanmaktadır. Amerika ile benzer şekilde tüm ülkelerden farklı konumlanan bir diğer ülke ise İsviçre'dir. Bu iki ülke aynı zamanda en yüksek skora sahip ilk 2 ülkedir. Ayrıca endeks skoruyla uyumlu olarak Türkiye'nin en benzediği ülkeler olarak Polonya, Meksika, Slovenya ve Yunanistan bulunmuştur. Tüm ülkeler arasında birbirine en az benzeyen ya da birbirlerinden en farklı olan ülkeler Türkiye ile Amerika Birleşik Devletleri'dir. Sonrasında en az benzeyen ülkeler ise Meksika ile Amerika Birleşik Devletleri ve Polonya ile Amerika Birleşik Devletleri'dir. En fazla benzeyen ülkeler ise sırasıyla Şili ile Yunanistan, Finlandiya ile Hollanda, Slovak Cumhuriyeti ile Yunanistan'dır.

Türkiye'nin endekste kendisinden daha iyi skor alan ülkelerle arasındaki fark, çok boyutlu ölçekleme sonucunda görsel olarak da ortaya konulmuştur. Türkiye'nin daha iyi bir skor elde edebilmesi için tüm değişkenlere yönelik ciddi yatırımlar yapması gerekmektedir. Türkiye bu değişkenlerde göstereceği gelişimle birlikte, Endüstri 4.0

çağında rekabetçi bir konuma gelebilmesi ve Endüstri 4.0'ın oluşturacağı refahtan pay alacağı da yadsınamaz bir gerçektir.

## KAYNAKÇA

- ALÇİN, S. (2016). Üretim için yeni bir izlek: Sanayi 4.0. *Journal of Life Economics*, 3(2), 19-30.
- BÜLBÜL, S., & KÖSE, A. (2010). Türkiye'de bölgelerarası iç göç hareketlerinin çok boyutlu ölçekleme yöntemi ile incelenmesi. *Istanbul University Journal of the School of Business Administration*, 39(1).
- DAVIES, R. (2015). Industry 4.0 Digitalisation for productivity and growth. *European Parliamentary Research Service*, 10.
- ERSÖZ, T., ELİTAŞ, M. T., & ERSÖZ, F. (2015). OECD Ülkelerinde Biyokütle Enerji Üretimini Çok Boyutlu Ölçekleme Analizi İle İncelenmesi. *TÜBAV Bilim Dergisi*, 8(3), 1-11.
- FREY, C. B., & OSBORNE, M. A. (2017). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? *Technological forecasting and social change*, 114, 254-280.
- GILCHRIST, A. (2016). Introducing Industry 4.0. In *Industry 4.0* (pp. 195-215). Apress, Berkeley, CA.
- HUAWEI. (ty.). GCI 2019: Igniting the Growth that Counts. (ty.) Erişim Tarihi Aralık 16, 2019, from <https://www.huawei.com/minisite/gci/en/methodology.html>
- KABAKLARLI, E. (2016). *Endüstri 4.0 ve paylaşım ekonomisi: Dünya ve Türkiye ekonomisi için fırsatlar, etkiler ve tehditler*. Nobel Akademik Yayıncılık.
- KAGERMANN, H. (2015). Change through digitization—Value creation in the age of Industry 4.0. In *Management of permanent change* (pp. 23-45). Springer Gabler, Wiesbaden.
- KALAYCI, Ş. (2010). SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri (Vol. 5). Ankara, Turkey: Asil Yayın Dağıtım.
- MUKHERJEE, S. P., SINHA, B. K., & CHATTOPADHYAY, A. K. (2018). Multidimensional Scaling. In *Statistical Methods in Social Science Research* (pp. 113-122). Springer, Singapore.
- NEMLİOĞLU, A. K. (2005). Benzerlik analizleri: varsayımlara uymayan kategorik verilerde çok değişkenli analiz: correspondence & homogeneity. Beşir Kitabevi.
- QIN, J., LIU, Y., & GROSVENOR, R. (2016). A categorical framework of manufacturing for industry 4.0 and beyond. *Procedia Cirp*, 52, 173-178.
- RUßMANN, M., LORENZ, M., GERBERT, P., WALDNER, M., JUSTUS, J., ENGEL, P., & HARNISCH, M. (2015). Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries. *Boston Consulting Group*, 9(1), 54-89.
- SAEED, N., NAM, H., HAQ, M. I. U., & MUHAMMAD SAQIB, D. B. (2018). A survey on multidimensional scaling. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 51(3), 47.
- SCHWAB, K. (2016). *Dördüncü sanayi devrimi*. Optimist Yayın Grubu.
- SELEK, A. (2016). Endüstri Tarihine Kısa Bir Yolculuk. *Türkiye'nin Endüstri*, 4.
- STEYVERS, M. (2006). Multidimensional scaling. *Encyclopedia of cognitive science*.
- TAYLOR, K. (2017). Automation will affect women twice as much as men. This is why. Erişim Tarihi 4 Aralık 2018, from <https://www.weforum.org/agenda/2017/07/why-women-are-twice-as-likely-as-men-to-lose-their-job-to-robots#:~:text=Twice%20as%20many%20women%20than,face%20the%20highest%20automation%20risks>

- THAMES, L., & SCHAEFER, D. (2017). Industry 4.0: an overview of key benefits, technologies, and challenges. In *Cybersecurity for Industry 4.0* (pp. 1-33). Springer, Cham.
- TÜZÜNTÜRK, S. (2009). Çok boyutlu ölçekleme analizi: suç istatistikleri üzerine bir uygulamaya. *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 28(2), 71-91.
- YENİDOĞAN, T. G. (2008). Pazarlama Araştırmalarında Çok Boyutlu Ölçekleme Analizi: Üniversite Öğrencilerinin Marka Algısı Üzerine Bir Araştırma. *Akdeniz Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8(15), 138-169.
- ZHOU, K., LIU, T., & ZHOU, L. (2015, August). Industry 4.0: Towards future industrial opportunities and challenges. In *2015 12th International conference on fuzzy systems and knowledge discovery (FSKD)* (pp. 2147-2152). IEEE.

### Summary

*Up till today, there are three industrial revolutions that transformed production and society. The first industrial revolution started in the 18th century, the second industrial revolution started in the early 19th century and the third industrial revolution started in the 1970s. In the first industrial revolution, production was mechanized. Electrical energy started to be used in production in the second industrial revolution and internet and computer production took their place in production in the third industrial revolution.*

*Today, the fourth industrial revolution commonly known as Industry 4.0 has begun. As the industrial revolutions progress, it can be said that the complexity in production increases and the human factor in production decreases. Nowadays, with smart production systems, it is now possible lights-out factories that are fully automated and require no human. With Industry 4.0, resource efficiency will increase. It is also expected that the welfare of the countries will increase. However, these investments differ from country to country. Countries should make the necessary investments to keep up with Industry 4.0. According to priorities, some countries invest more than others. While some countries attach importance to infrastructure investments, some countries give importance to artificial intelligence. In the current study, it is aimed to identify similar and different countries from OECD countries within the scope of Industry 4.0. For this purpose, the Global Connectivity Index published by Huawei was used in the study. The Global Connectivity Index is an index created to analyze the information communication technologies infrastructure and digital transformation to determine a comprehensive map of the global digital economy. The index lists 79 countries using 40 indicators and has been calculated since 2014. Israel, Iceland and Latvia, one of the OECD countries, are not included in the current index published in 2019. In this context, 33 OECD countries are included in the current study. Multidimensional scaling technique is used to visualize the data and identify similar countries. Data management and analysis were performed using SPSS 25.0.*

*Multidimensional scaling revealed that the country with the best score within the scope of the 4 variables used in the analysis is the United States. Switzerland and Sweden follow the United States. Multidimensional scaling method was used to analyze the data. According to the multi-dimensional scaling analysis result, the United States is positioned differently from all countries. Another country that is positioned differently from all countries is Switzerland. These two countries are also the top 2 countries with the highest score. Among OECD countries, Turkey and the United States are the most different countries from each other. The least similar countries afterwards are Mexico and the United States, Poland and the United States. The most similar countries are Chile and Greece, Finland and the Netherlands, Slovak Republic and Greece, respectively.*

### EK 1. Ülkelerin Küresel Bağlanabilirlik Endeksinde Aldığı Skorlar

Ülkeler	Geniş Bant	Bulut	Yapay Zekâ	Nesnelerin İnterneti
Almanya	65,00	50,00	32,50	47,50
Amerika Birleşik Devletleri	80,00	77,50	40,00	57,50
Avustralya	85,00	55,00	35,00	37,50
Avusturya	67,50	42,50	30,00	45,00
Belçika	67,50	52,50	32,50	40,00
Birleşik Krallık	70,00	62,50	32,50	47,50
Çek Cumhuriyeti	57,50	47,50	25,00	27,50
Danimarka	77,50	60,00	37,50	55,00
Estonya	70,00	40,00	22,50	35,00
Finlandiya	75,00	60,00	32,50	52,50
Fransa	72,50	55,00	32,50	42,50
Hollanda	72,50	62,50	32,50	50,00
İrlanda	62,50	47,50	45,00	40,00
İspanya	70,00	47,50	22,50	40,00
İsveç	82,50	65,00	35,00	55,00
İsviçre	90,00	65,00	37,50	47,50
İtalya	62,50	47,50	22,50	42,50
Japonya	82,50	55,00	32,50	57,50
Kanada	80,00	60,00	30,00	35,00
Kore Cumhuriyeti	80,00	45,00	25,00	50,00
Litvanya	70,00	45,00	15,00	27,50
Lüksemburg	62,50	52,50	35,00	37,50
Macaristan	57,50	50,00	15,00	27,50
Meksika	45,00	40,00	20,00	27,50
Norveç	82,50	60,00	35,00	55,00
Polonya	57,50	40,00	17,50	27,50
Portekiz	70,00	45,00	22,50	35,00
Slovak Cumhuriyeti	62,50	42,50	17,50	27,50
Slovenya	60,00	42,50	20,00	30,00
Şili	57,50	42,50	20,00	32,50
Türkiye	55,00	35,00	22,50	20,00
Yeni Zelanda	80,00	65,00	27,50	42,50
Yunanistan	60,00	42,50	20,00	30,00

## EK 2: Farklılıklar Matrisi

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	,000									
2	2,506	,000								
3	1,618	2,256	,000							
4	,655	2,492	1,698	,000						
5	,580	1,648	1,268	,956	,000					
6	,996	1,648	1,394	1,531	,927	,000				
7	1,653	3,713	2,312	1,524	1,368	2,106	,000			
8	1,344	1,350	1,394	1,780	1,450	,894	2,799	,000		
9	1,520	3,668	1,936	1,020	1,378	2,110	1,183	2,531	,000	
10	1,079	1,563	1,329	1,518	1,158	,526	2,422	,529	2,169	,000
11	,730	2,162	,967	1,038	,432	,681	1,728	1,111	1,560	,807
12	1,083	1,514	1,371	1,589	1,077	,246	2,298	,704	2,194	,309
13	1,307	2,863	1,918	1,535	1,278	1,760	2,094	1,892	2,270	1,958
14	1,143	3,109	1,676	,885	1,023	1,550	1,252	2,050	,659	1,620
15	1,751	1,073	1,437	2,148	1,762	1,058	3,044	,562	2,746	,705
16	2,123	1,376	1,103	2,409	1,954	1,482	3,184	1,081	2,855	1,254
17	1,031	3,206	2,065	,886	1,081	1,589	1,123	2,166	,926	1,729
18	1,452	1,829	1,419	1,665	1,614	1,247	2,861	,714	2,309	,730
19	1,568	2,242	,714	1,717	1,117	1,153	1,954	1,566	1,791	1,286
20	1,325	2,852	1,520	1,065	1,431	1,648	2,221	1,666	1,329	1,378
21	2,209	4,025	2,376	1,876	1,946	2,515	1,293	3,101	,951	2,660
22	,776	2,668	1,579	1,081	,454	1,169	1,273	1,714	1,595	1,487
23	2,212	4,062	2,794	2,062	1,991	2,499	,955	3,254	1,443	2,753
24	2,408	4,651	3,388	2,202	2,335	3,026	1,137	3,701	1,833	3,314
25	1,540	1,409	1,283	1,871	1,596	1,058	2,904	,420	2,508	,598
26	2,176	4,368	2,845	1,836	2,021	2,736	,898	3,366	1,118	2,951
27	1,376	3,391	1,747	1,020	1,159	1,827	1,058	2,331	,373	1,931
28	2,061	4,135	2,549	1,723	1,846	2,531	,869	3,156	,894	2,730
29	1,812	3,991	2,480	1,495	1,638	2,359	,648	2,983	,834	2,571
30	1,745	3,976	2,577	1,455	1,639	2,333	,692	2,963	,937	2,548
31	2,503	4,751	3,074	2,140	2,296	3,136	1,108	3,718	1,522	3,376
32	1,639	1,824	1,137	1,914	1,371	,928	2,303	1,342	2,112	,961
33	1,812	3,991	2,480	1,495	1,638	2,359	,648	2,983	,834	2,571
11	,000									
12	,765	,000								
13	1,484	1,896	,000							
14	1,119	1,626	2,172	,000						
15	1,361	,834	2,369	2,219	,000					
16	1,544	1,331	2,479	2,428	,774	,000				
17	1,295	1,700	2,115	,551	2,403	2,734	,000			
18	1,253	1,035	2,259	1,851	,801	1,238	2,054	,000		
19	,859	1,203	2,110	1,404	1,523	1,368	1,767	1,633	,000	
20	1,263	1,573	2,349	1,028	1,805	2,029	1,359	1,163	1,599	,000
21	2,088	2,620	2,994	1,132	3,185	3,247	1,374	2,889	1,996	1,951
22	,834	1,361	1,023	1,347	2,071	2,254	1,277	1,990	1,432	1,853
23	2,237	2,663	2,968	1,428	3,383	3,572	1,317	3,194	2,294	2,433
24	2,717	3,210	2,836	2,039	3,992	4,235	1,715	3,714	3,054	2,958
25	1,197	,834	2,185	2,021	,373	,859	2,222	,474	1,476	1,511
26	2,325	2,886	2,798	1,430	3,585	3,749	1,319	3,257	2,516	2,352
27	1,318	1,923	2,207	,394	2,508	2,627	,761	2,153	1,494	1,275
28	2,102	2,670	2,744	1,177	3,332	3,455	1,202	3,021	2,199	2,111
29	1,938	2,508	2,478	1,078	3,204	3,370	,989	2,889	2,156	2,031
30	1,954	2,484	2,453	1,106	3,205	3,424	,893	2,880	2,252	2,047
31	2,652	3,304	2,742	1,973	3,996	4,073	1,894	3,683	2,845	2,826
32	1,025	,894	2,431	1,563	1,130	1,218	1,847	1,376	,682	1,598
33	1,938	2,508	2,478	1,078	3,204	3,370	,989	2,889	2,156	2,031
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
31	,000									
32	3,273	,000								
33	,986	2,452	,000							