

MARMARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
EKONOMETRİ ANABİLİM DALI
İSTATİSTİK BİLİM DALI

**FARKLI KÜMELEME TEKNİKLERİ İLE ÜLKELERİN
İNSANİ GELİŞİMİŞLİK ENDEKSİ VERİLERİNİN
KARŞILAŞTIRILMALI ANALİZİ**

Yüksek Lisans Tezi

Gülen ARIKAN

İstanbul, 2017

MARMARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
EKONOMETRİ ANABİLİM DALI
İSTATİSTİK BİLİM DALI

**FARKLI KÜMELEME TEKNİKLERİ İLE ÜLKELERİN
İNSANİ GELİŞİMİŞLİK ENDEKSİ VERİLERİNİN
KARŞILAŞTIRILMALI ANALİZİ**

Yüksek Lisans Tezi

GÜLEN ARIKAN

Danışman: PROF. DR. DİLEK ALTAŞ

İstanbul, 2017



T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

TEZ ONAY BELGESİ

EKONOMETRİ Anabilim Dalı İSTATİSTİK Bilim Dalı TEZLİ YÜKSEK LİSANS öğrencisi GÜLEN ARIKAN'ın FARKLI KÜMELEME TEKNİKLERİ İLE ÜLKELERİN İNSANİ GELİŞİMİŞLİK ENDEKSİ VERİLERİNİN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ adlı tez çalışması, Enstitümüz Yönetim Kurulunun 15.05.2017 tarih ve 2017-11/23 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi 18.05.2017

Öğretim Üyesi Adı Soyadı

İmzası

Öğretim Üyesi Adı Soyadı	İmzası
1. Tez Danışmanı Prof. Dr. DİLEK ALTAŞ	
2. Jüri Üyesi Prof. Dr. ŞAHAMET BÜLBÜL	
3. Jüri Üyesi Doç. Dr. ADİL OĞUZHAN	

ÖZET

Ülkelerin gelişmişliklerinin yalnızca ekonomik gelişme ile olmayacağını savunan Amartya Sen tarafından geliştirilen İnsani Gelişmişlik Endeksi, eğitim, sağlık ve gelir göstergeleri ile hesaplanmaktadır. Ülkeler, hesaplanan İGE değerlerine göre Birleşmiş Milletler' in yaptığı bir sınıflandırmaya göre 'Çok Gelişmiş', 'Gelişmiş', 'Gelişmekte Olan' ve 'Gelişmemiş' ülkeler olarak 4 sınıfta toplanır.

Bu çalışmada, 188 ülkenin 2015 yılı İGE verileri, yani; eğitim, sağlık ve gelir endeksleri kullanılmıştır. Ülkeler, Kümeleme Analizinin farklı yöntemlerine göre sınıflandırılmıştır. Hiyerarşik Kümeleme Analizinde Ward tekniği kullanılırken Hiyerarşik Olmayan Kümeleme Analizinde k – ortalamalar yöntemi kullanılmıştır. Hiyerarşik Olmayan Kümeleme uygulanırken uygun küme sayısı Birleşmiş Milletler' in oluşturduğu İGE sıralaması baz alınarak 4 olarak belirlenmiştir. Geleneksel yöntemlere ek olarak, bir de İki Aşamalı Kümeleme Analizi uygulanmıştır.

Hiyerarşik Kümeleme sonuçlarına göre, Birleşmiş Milletler'in önerdiğinden farklı olarak 3 kümenin yeterli olacağı saptanmıştır. Hiyerarşik Kümeleme Analizi sonucunda oluşan kümelerde gelirin çok etkili olduğu belirlenince, İki Aşamalı Kümelemede gelirin etkisini azaltmak amacı ile Kişi Başı GSMH değerleri yerine Dünya Bankası'nın oluşturduğu ülke gelir sınıfları kullanılmıştır. Sonuç olarak Birleşmiş Milletlere en yakın sonucu veren yöntem İki Aşamalı Kümeleme Analizi olmuştur. Hatta İki Aşamalı Kümelemenin, BM sıralamasından daha başarılı sonuç verdiğini söylemek mümkündür. Türkiye ise İki Aşamalı Kümeleme yöntemine göre BM'e benzer şekilde Gelişmiş Ülkeler kümesinde yer alırken k – ortalamalar yöntemine göre Gelişmekte Olan Ülkeler sınıfındadır. Elde edilen sonuçlara göre ülkeler kaynaklarını daha çok eğitim ve sağlığa yönlendirmelidir.

ABSTRACT

Amartya Sen, who defends that economic development is not a good indicator for countries' development level, introduced Human Development Index. HDI composes from education, health and income indices. United Nations classify countries into 4 groups according to their HDI value. Those classes named; 'High Developed', 'Developed', 'Developing' and 'Under Developed'.

In this study, 2015 values of HDI, in other words, health, education and income indices of 188 countries are used. Countries are classified with different methods of Cluster Analysis. Ward technique is used for Hierarchical Clustering while k – means is used for Non – Hierarchical Clustering. Non – Hierarchical Clustering is applied for 4 clusters since United Nations also uses 4 groups for development classification. In addition to traditional clustering techniques, Two Step Clustering is also applied to data.

The result of Hierarchical Cluster is different than UN, since this technique classify countries under 3 groups. Moreover, the results of Non – Hierarchical Clustering is dramatically affected by income index. That's why, Two Step Clustering is applied with income classes of World Bank instead of GNI per capita. In the end, the most similar results with UN is obtained from Two Step Clustering. Even, it is possible to say that this technique ends better than UN classification. The position of Turkey differs when the technique is changed. According to Two Step Clustering, Turkey is in the Developed Countries cluster as it is in UN classification. However, in Non – Hierarchical Clustering, country takes place in Developing Countries cluster. To increase the development level, countries should invest more on education and health.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
TABLO LİSTESİ.....	v
ŞEKİL LİSTESİ.....	vi
KISALTMALAR.....	vii
1. GİRİŞ.....	1
2. İNSANİ GELİŞİMİŞLİK ENDEKSİ.....	4
2.1 İnsanî Gelişmişlik Endeksi Tanımı	4
2.2 Eşitsizliğe Uyarlanmış İnsanî Gelişmişlik Endeksi	11
2.3 İslami Kalkınma Endeksi	18
2.4 İnsanî Gelişmişlik Endeksi Hesaplanması	20
2.5 İnsanî Gelişmişlik Açısından Türkiye.....	25
3. KÜMELEME ANALİZİ	29
3.1 Kümeleme Analizinin Amacı.....	30
3.2 Kümeleme Analizinin Varsayımları	31
3.3 Kümeleme Analizinde Kullanılan Ölçüler.....	33
3.3.1 Uzaklık Ölçüleri.....	34
3.3.1.1 Minkowski Uzaklığı	34
3.3.1.2 Manhattan City – Block Uzaklığı	35
3.3.1.3 Öklid (Euclid) Uzaklığı	35
3.3.1.4 Ölçekli Öklid Uzaklığı.....	36
3.3.1.5 Mahalonobis Uzaklığı.....	36
3.3.1.6 Hotelling T^2 Uzaklığı.....	37
3.3.1.7 Canberra Uzaklığı.....	37
3.3.2 Korelasyon Ölçüleri	38
3.3.3 Benzerlik Ölçüleri.....	39
3.3.3.1 Basit Eşleştirme (Simple Matching).....	40

3.3.3.2 Jaccardi	40
3.3.3.3 Yule's Q	41
3.3.3.4 Binary Öklid	41
3.4 Küme Sayısının Belirlenmesi.....	41
3.5 Kümeleme Yöntemleri	44
3.5.1 Hiyerarşik Kümeleme Yöntemi	44
3.5.2 Hiyerarşik Olmayan Kümeleme Yöntemleri	48
3.5.2.1 K – Ortalamalar Yöntemi.....	49
3.5.2.2 En Çok Olabilirlik Yöntemi	50
3.5.3 İki Aşamalı Kümeleme Yöntemi	51
3.6 Kümeleme Analizinin Diğer Çok Değişkenli Analiz Yöntemlerinden Farkı	55
4. UYGULAMA.....	57
4.1 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	57
4.2 Kullanılan Veri Seti.....	57
4.3. Verilerin Standartlaştırılması	58
4.4 Hiyerarşik Kümeleme Sonuçları	59
4.5 Hiyerarşik Olmayan Kümeleme Sonuçları	64
4.6 İki Aşamalı Kümeleme Sonuçları	68
5. SONUÇ.....	79
EKLER.....	81
Ek 1: Kullanılan Veri Seti	82
Ek 2: Tek Bağlantı Tekniği Dendogram Sonucu	87
Ek 3: Tam Bağlantı Tekniği Dendogram Sonucu	88
Ek 4: Ortalama Bağlantı Tekniği Dendogram Sonucu	89
Ek 5: Centroid Tekniği Dendogram Sonucu	90
Ek 6: Medyan Bağlantı Tekniği Dendogram Sonucu	91
KAYNAKÇA.....	92

TABLO LİSTESİ

Tablo 1: İGE Hesaplanması.....	24
Tablo 2: 2x2 Nominal Veriler İçin Kontenjans Tablosu	39
Tablo 3: Ward Tekniği Küme Merkezleri	61
Tablo 4: Ward Tekniği Kümeleme Sonuçları.....	62
Tablo 5: ANOVA Sonuçları	64
Tablo 6: K Ortalamalar Küme Merkezleri.....	65
Tablo 7: K Ortalamalar Yöntemi Küme Üyelikleri.....	66
Tablo 8: Schwarz's Bayesyen Bilgi Kriteri.....	69
Tablo 9: Akaike'nin Bilgi Kriteri Sonuçları	69
Tablo 10: İki Aşamalı Kümeleme Yöntemi Küme Merkezleri	71
Tablo 11: İki Aşamalı Kümeleme Yöntemi Sonuçları	74
Tablo 12: Yöntem Sonuçlarının Birleşmiş Milletlerle Karşılaştırılması	76

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1: İnsani Gelişmişlik Endeksi'nin İçeriği	5
Şekil 2: Türkiye İGE ve Kişi Başı GSMH Karşılaştırması	6
Şekil 3: Lorenz Eğrisi	12
Şekil 4: Eşitsizliğe Uyarlanmış İGE	17
Şekil 5: Türkiye İGE ve Sağlık Endeksi Karşılaştırması.....	26
Şekil 6: Türkiye İGE ve Eğitim Endeksi Karşılaştırması	27
Şekil 7: Dendogram	60
Şekil 8: Model Özeti	70
Şekil 9: Küme Dağılımı	72
Şekil 10: Değişken Önemi	73

KISALTMALAR

AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
BES	Beklenen Eğitim Süresi
BM	Birleşmiş Milletler
BYS	Beklenen Yaşam Süresi
E	Eğitim Endeksi
ENR	Eğitime Katılım Oranı
EUİGE	Eğitsizliğe Uyarlanmış İnsani Gelişmişlik Endeksi
GII	Cinsiyet Eğitsizliği Endeksi
GSMH	Gayri Safi Milli Hâsıla
GSYİH	Gayri Safi Yurt İçi Hâsıla
H	Sağlık Endeksi
İGE	İnsani Gelişmişlik Endeksi
İGR	İnsani Gelişme Raporu
LE	Yaşam Beklentisi
LIT	Okur Yazarlık Oranı
OECD	Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü
OES	Ortalama Eğitim Süresi
UNDP	Birleşmiş Milletler Gelişim Programı
Y	Gelir Endeksi

1. GİRİŞ

Dünya'nın giderek globalleşmesi ile birlikte, özellikle gelişmemiş ve gelişmekte olan ülkelerin kalkınma seviyelerini yukarı standartlara taşıması bir gereklilik haline gelmiştir. Ülkelerin gelişme düzeyi, 1990 yılına kadar, gelir ile ölçülen bir unsurdu. Bu doğrultuda, ülkelerin kalkınmak için temel amacı gelirlerini arttırmak, bunun için ise üretim faktörlerini iyileştirmek olmuştur. Tarımsal üretime ek olarak, sanayileşmeye büyük önem verilmiş ve kalkınmanın üretimi arttırmaktan geçtiği benimsenmişti. Bunun için düşük standartlarda fazla sayıda işçi çalıştırılmış, çalışanların faydasından çok, üretimin artırılması amaçlanmıştı. Ancak, 1990 yılında, Nobel ödüllü bilim insanı Amartya Sen tarafından ortaya atılan 'İnsani Gelişmişlik' kavramı, kalkınmanın yalnızca üretmekle gerçekleşmeyeceğini ortaya çıkarmıştır. Karl Marx'ın sözünde belirttiği gibi, 'Mademki insanı biçimlendiren yaşadığı koşullar; koşullar en insani şekilde biçimlenmelidir' ideolojisine uygun şekilde, günün değişen ihtiyaçları ile birlikte, gelişmişliğin makro boyutta yalnızca geliri arttırmakla olmayacağı, bununla birlikte, ülkede yaşayan vatandaşların temel ihtiyaçlara insani standartlarda ulaşması gerektiği önem kazanmıştır. Bu temel ihtiyaçlar, eğitim ve sağlık alt başlıkları altında toplanabilmektedir.

Şüphesiz ki, iktisadi kalkınma ile insani kalkınma birbirine paralel kavramlardır. Ancak aralarındaki ilişki tek yönlü değil, çift yönlüdür. Yani insani kalkınmanın gerçekleşebilmesi için iktisadi olarak büyümek bir gerekliliktir. Yine aynı şekilde, ekonomik kalkınmanın gerçekleşebilmesi için de insani gelişme çok önemlidir. Bir ülkede ekonomik kalkınmanın en önemli göstergelerinden biri olan Gayri Safi Milli Hasıla (GSMH)' yı arttırmanın yolu daha fazla üretmek, üretmenin yolu ise sermaye, teknoloji gibi diğer etmenlere ek olarak daha fazla nitelikli elemana sahip olmayı gerektirmektedir. Nitelikli eleman yetiştirmek ise, ilk olarak bireylerin sağlıklı olmasını, ikinci olarak da alanlarında gerekli eğitimleri almalarını zorunlu kılmaktadır.

Yani, gelişmenin sağlanabilmesi için ekonomik gelişmenin yanı sıra, vatandaşların temel besinleri tüketebilmesi, temel eğitim ve sağlık hizmetlerini alabilmesi de gerekmektedir. Bu doğrultuda yola çıkan Birleşmiş Milletler, 1990 yılında, İnsani Kalkınma Endeksi'ni, buna ek olarak da Cinsiyet Eşitsizliği Endeksi (GII), Gelir Dağılımı Endeksi (GINI), Fakirlik Endeksi (PI) gibi birçok endeksi geliştirmiştir. Tüm bu endeksler sayesinde, ülkelerdeki gerçek gelişmişliğin boyutu gözlenebilmektedir. Şüphesiz ki Birleşmiş Milletler tarafından geliştirilen her endeksin önemi ayrıdır. Ancak yüksek gelirin yanında, temel ihtiyaçlara ulaşabilmeyi de gözeten İnsani Gelişme Endeksi (İGE), ülkenin kalkınma seviyesini belirlemede kullanılacak en kapsamlı ve güvenilir ölçütlerden biridir.

Bu çalışmanın amacı, İGE ile oluşturulabilecek ülke sınıflamasını yapmaktır. Bu amaçla, dünyadaki tüm ülkelerin 2015 İnsani Gelişmişlik Endeksi verileri kullanılarak, Çok Değişkenli Analiz Yöntemlerinden biri olan Kümeleme Analizinin üç farklı yöntemi (Hiyerarşik Kümeleme, Hiyerarşik Olmayan Kümeleme ve İki Adımlı Kümeleme) uygulanarak, yöntemler arasındaki farklılıklar incelenecektir. Yani, ülkeleri sınıflandırmak için kullanılan veriler sabit tutulup, sadece yöntem değişikliği ile sınıflandırması değişen ülkeler ortaya çıkarılacaktır. Bu doğrultuda çalışmanın sıfır hipotezi, 'Yöntem farklılarının İGE üzerinde etkisi yoktur' şeklindedir. Elde edilen gözlemler Birleşmiş Milletler kalkınma düzeyi sınıfları ile karşılaştırılarak en uygun kümeleme yönteminin hangisi olduğu tespit edilecektir.

Çalışmanın birinci bölümünde, İnsani Gelişme Endeksi, Eşitsizliğe Uyarlanmış İnsani Gelişme Endeksi, İslami Kalkınma Endeksi tanımlanarak, İnsani Gelişme Endeksi hesaplanması ve Türkiye'nin insani gelişme açısından yeri üzerinde durulacaktır.

İkinci bölümde, ülkelerin sınıflandırılması amacıyla kullanılan Kümeleme Analizi ile ilgili temel varsayımlar ve uzaklık ölçüleri açıklanarak, Hiyerarşik, Hiyerarşik Olmayan ve İki Aşamalı Kümeleme Analizi detaylı olarak anlatılacaktır.

Üçüncü bölümde çalışmanın amacına yönelik olarak uygulama yapılarak, elde edilen bulgular yorumlanacaktır.

Sonuç bölümünde ise, elde edilen bulgular ışığında çalışmanın genel bir değerlendirmesi yapılacak ve önerilerde bulunulacaktır.



2. İNSANİ GELİŞMİŞLİK ENDEKSİ

2.1 İnsani Gelişmişlik Endeksi Tanımı

Refah ekonomisti kimliğinin yanı sıra iyi bir felsefeci olan Amartya Sen tarafından 1990 yılında ortaya atılan ‘İnsani Gelişmişlik’ kavramı birçok çalışmaya konu olmuştur. Özellikle ekonomik kalkınma ile insani gelişme arasındaki farkı ortaya koyan bu çalışmalarda, ülkelerin daha fazla yatırım yapması gereken alt başlıkları da ortaya çıkabilmektedir.

Gallardo’ ya göre, İnsani Gelişmişlik Endeksi (İGE) ‘insanların seçimlerini ve kapasitelerini geliştirmek için bir süreç olarak tanımlanmıştır. Endeks hesaplanırken, sağlık, eğitim ve gelir unsurları göz önünde bulundurulmaktadır. Ancak her bir unsur için farklı alt başlıklar oluşturmak mümkündür. Birleşmiş Milletler, sağlık unsurunu tanımlamada ‘doğum sonrası yaşam beklentisi’, ‘güvenilir suya ulaşabilme’, ‘iyi beslenme’ gibi birçok alt kategori tanımlamıştır. Benzer şekilde, eğitim unsurunun tanımlanmasında; ‘ulaşılabilen eğitim derecesi’, ‘okuryazarlık oranı’. ‘devlet eğitim harcamaları’ gibi alt kategoriler oluşturmuştur. Gelir için ise, genellikle GINI endeksi, yani gelir dağılımı eşitsizliği ölçüt olarak kullanılmıştır. Bununla birlikte, kişi başı milli gelir de gelir unsurunu tanımlamada kullanılmıştır.¹ Örneğin Glatzer ve Wolfgang’ e göre, İnsani Gelişme Endeksi verileri hesaplanırken kullanılması gereken bağımsız değişkenler; ulaşılan eğitim seviyesi, doğumdan sonraki yaşam beklentisi ve kişi başı gelir olarak tanımlanmıştır.²

¹ Glenda Gollardo, The Human Development Index As An Effort To Measure Well-Being In Honduras, The Third OECD World Forum On ‘Statistics, Knowledge, And Policy’, Charting Progress, Building Visions, Improving Life, Busan, Korea, 2009, s.4.

² Glatzer, Wolfgang, Global Handbook of Quality Of Life: Exploration of Well-Being Of Nations And Continents. Springer, 2015, s.26.



Şekil 1: İnsani Gelişmişlik Endeksi'nin İçeriği

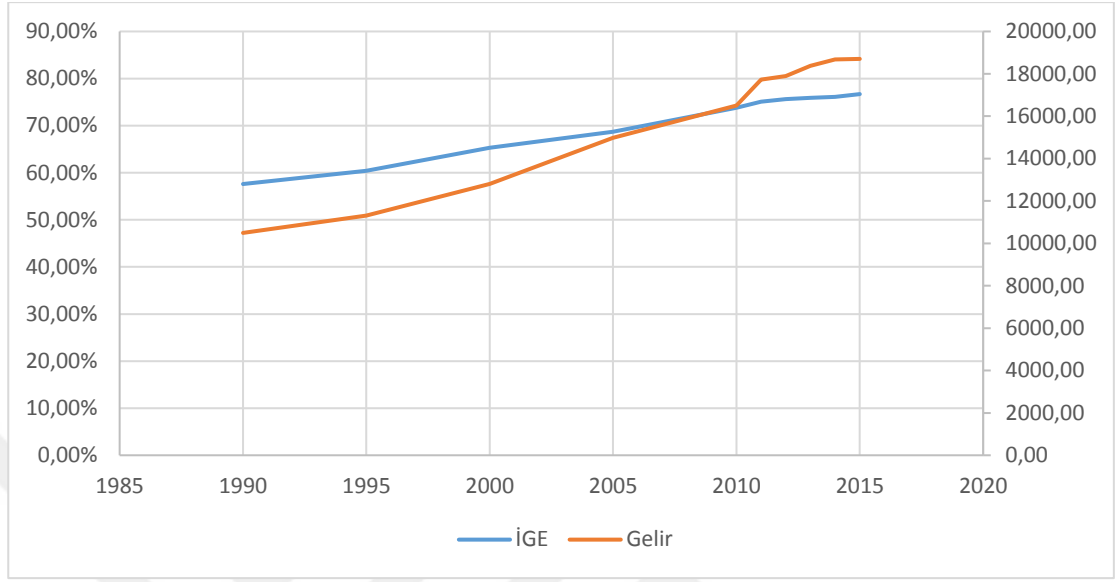
Kaynak: Birleşmiş Milletler Gelişim Programı

Birleşmiş Milletler' in endeksi hesaplamak için kullandığı boyutlar, göstergeler ve boyut göstergeleri Şekil 1'deki gibidir. Görüldüğü gibi, yaşam standardının ölçütü olarak kişi başı milli gelir kullanılmıştır. Burada kişi başı milli gelir ölçülürken ülkelerin kişi başına düşen Gayri Safi Milli Hasıla değerleri dolar cinsinden kullanılmıştır. Yani kısaca ülkede yaşayan insanların satın alma gücü ile ölçüm yapılmıştır.

Daha önceleri, ülkelerin gelişme düzeyi Gayri Safi Milli Hasıla ya da Gayri Safi Yurtiçi Hasıla miktarlarına göre belirlenmekteydi. Ancak yeni gelişmeler göz önüne alındığında, İnsani Gelişmişlik Endeksi, milli gelirlere göre daha iyi bir gelişme göstergesi haline gelmiştir. Çünkü ülke gelirinin yanı sıra, eğitim ve sağlık gibi iki önemli gelişme unsurunu da göz önünde bulundurmaktadır. ³ Geliri ne kadar yüksek olursa olsun, vatandaşların eğitim ve sağlık gibi temel ihtiyaçlarının karşılanmaması, o ülkenin gelişmemiş olduğunu gösterir. Şüphesiz ki, geliri yüksek olan bir ülkede vatandaşların temel ihtiyaçlarını karşılayamaması, gelir dağılımı eşitsizliğinin de büyük bir göstergesidir. ⁴

³ Bojana Radovanović, Human Development Index As A Measure Of Human Development, Filozofija I Društvo, 2011, s.196.

⁴ Sırma Demir, Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı İnsani Gelişim Endeksi ve Türkiye Açısından Değerlendirme, Devlet Planlama Teşkilatı, 2006, s.126



Şekil 2: Türkiye İGE ve Kişi Başı GSMH Karşılaştırması

Şekil 2’de Dünya Bankası’ndan elde edilen veriler ışığında Türkiye’nin İGE hesaplanmaya başladığı günden itibaren İGE ve kişi başı GSMH değerleri görülmektedir. Buna göre ülkenin hem geliri, hem de gelişme düzeyi artan bir eğilim göstermektedir. Ancak, gelirdeki artış ivmesinin, İGE’ ninkinden çok daha yüksek olduğu görülmektedir. Bunun anlamı, ülkedeki GSMH artarken, bireyler arası gelir dağılımı eşitsizliği artmış, ya da gelirdeki büyümenin etkisi, eğitim ve sağlığa yansımamıştır. Bu da ekonomik kalkınmanın hızlı olduğu, ancak insani kalkınmanın daha yavaş olduğunu ortaya çıkarmaktadır. Bu doğrultuda ülkenin eğitim ve sağlık verileri gözlenmeli, kalkınma hızı düşük olan göstergelere yapılan yatırımlar artırılmalıdır.

Birleşmiş Milletler Kalkınma Raporuna göre, İnsani Gelişmişlik Endeksi, ülkelerin kalkınma ve gelişimi için gereken esas kapasitelerini göstermektedir. Kişiler ve onların donanımları, ülkelerin gelişmelerini gösteren en temel göstergedir. İnsani Gelişmişlik Endeksi ise, bunu tespit etmek için kullanılan bir ölçüttür.⁵ Aynı zamanda bu endeks, çeşitli

⁵ Çilingirtürk, Koçak, Human Development Index (HDI) Rank-Order Variability, Social Indicators Research, 2017, s.3

ülkelerin ulusal politikalarını karşılaştırmak için de kullanılır. Örneğin; aynı Gayri Safi Yurtiçi Hasılaya (GSYİH) sahip iki ülke, farklı insani gelişme değerine sahip olsun.⁶ İGE, aynı GSYİH'ya sahip bu iki ülkeden hangisinin daha gelişmiş olduğunu belirler. Sonuç olarak, daha az gelişmiş olan ülkenin kendi ulusal politikası ve önceliklerini müzakere edebilir.⁷

1990'lı yıllardan önce, bir ülkenin konumunu belirleyen faktörler; GSYİH, satın alma gücü, menkul kıymetler borsası ve ulusal borç idi.⁸ Tüm bunlar yardımı ile, ülkenin profilini ve gelişme performansını belirlemek için bir resim oluşturulmaya çalışılırdı. Ancak bu rakamlar ortalama bir vatandaşın yaşam standardı ile ilgili net bir bilgi vermek konusunda yetersizdi. Bu nedenle, ülkede yaşayanların eğitim, sağlık gibi temel ihtiyaçlara ulaşması ile ilgili sayısal bir gösterge ihtiyacı ortaya çıkmıştı.

İGE, ilk olarak 1990 yılında, Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı yıllık seminerinde, insani kalkınma raporunun bir parçası olarak sunulmuştur.⁹

Endeks yardımı ile bütün ülkeler ve bölgeler gelişmelerine göre aşağıdan yukarıya doğru sıralanmıştır.¹⁰ Şu andaki mevcut durumda, Norveç en yüksek endeks değerine sahip iken, Nijer en düşük endeks değerine sahiptir.

Geçen yılın insani kalkınma raporuna göre, en yüksek kişi başı milli gelire sahip ülkelerin en yüksek İGE değerine sahip olmadığı göze çarpmaktadır. Örneğin 2015 verileri, Norveç 0.944 ile en yüksek İGE değerine sahip ülkedir. Ancak kişi başı milli gelir değerlerine bakıldığında, 123,124 dolar ile Katar en önde gelmektedir. Katar'ın İGE değeri ise 0.850 ile tüm dünya ülkeleri arasında 32'nci sıradadır. Norveç'in kişi başı milli geliri

⁶ Eric Neumayer, The Human Development Index And Sustainability—A Constructive Proposal, Ecological Economics, 2001, 39(1), s.113.

⁷ United Nations Development Programme (UNDP), Human Development Report 1990, New York Oxford. Oxford University Press, 1990, s.11.

⁸ Elizabeth A. Stanton, The Human Development Index: A History, University Of Massachusetts Amarest, Political Economic Research, 2007, s.21.

⁹ Merwan Engineer, The Human Development Index As A Criterion For Optimal Planning. Indian Growth And Development Review, 1(2), 2008, s186.

¹⁰ Hassan Al-Hilani, HDI As A Measure Of Human Development: A Better Index Than The Income Approach?, IOSR Journal Of Business And Management 2.5, 2012, s.27.

ise yalnızca 64,992 dolar' dır ve bu da Katar'ın kişi başı milli gelirinin neredeyse yarısı kadardır.¹¹ Kişi başı GSYİH ülkenin performansını gösterirken, İGE bireylerin yaşam kalitesini göz önüne seren bir gösterge niteliğindedir. İnsanların faydası gözetildiğinde İGE, kişi başı GSYİH' den daha uygun ve gerçekçi bir ölçüttür.¹²

Bu aşamada, Türkiye'nin durumuna bakıldığında, 0.761 endeks değeri ile 188 ülke içinde 72'nci ülke konumundadır. İGE dört farklı kategoriden oluşmaktadır. Bu kategoriler; çok yüksek insani gelişme, yüksek insani gelişme, orta insani gelişme ve az insani gelişmedir. Türkiye, endeks değeri ile ikinci, yani yüksek insani gelişmeye sahip ülkeler kategorisinde yer almaktadır.¹³ Ülkenin endeks değeri, en yüksek İGE değerine sahip ülkeden 0.183 birimlik bir sapmaya sahipken, en düşük İGE değerine sahip ülkeden 0.413 birim daha yüksek puana sahiptir. Bu da Türkiye'nin, en yukarıya daha yakın olduğunun bir göstergesidir. İGE' yi oluşturan unsurlara bakıldığında ise, Türkiye için doğuştan beklenen yaşam süresi 75.3, beklenen eğitim süresi 14.5 yıl, ortalama eğitim süresi ise 7.6 yıl olarak hesaplanmıştır. Ülkedeki gelir düzeyi incelendiğinde ise, kişi başı milli gelir 18.667 dolar çıkmıştır. Burada dikkat edilmesi gereken nokta, ülkenin kişi başı milli gelirinin en düşük İGE değerine sahip olan Nijer'in kişi başı milli gelirinine (17.759 dolar), en yüksek İGE değerine sahip olan Norveç'ten (46.325 dolar) daha yakın olmasıdır.¹⁴

İnsani kalkınmanın temel yapı taşları, sağlıklı bir yaşam, kişi başı gelir ve eğitimidir.¹⁵ Tüm bu bileşenler, ülkelerin İnsani Gelişmişlik Endekslerini oluşturur. Bu değerler dikkate alınarak, devletler tarafından sergilenen gelişimi tespit etmek mümkündür. Bu parametreler yardımı ile devletler önceliklerini belirleyebilmekte ve gelişmeyi arttırabilmek için gerekli strateji ve politikaları değiştirebilmektedirler. Türkiye'nin gelişimi, yıllar boyunca kayıt altına alınmıştır. İstatistiklere göre, 1980 – 2015 yılları arasında Türkiye İGE' ni %47.4'

¹¹ UNDP, 2015, s.198.

¹² Cecilia Adrogué, Implicit Assumptions When Measuring In Economics: The Human Development Index As A Case Study. *Cultura Económica*, (79), 2010, s.38.

¹³ UNDP, 2015, s.201.

¹⁴ UNDP, 2015, s.203.

¹⁵ Wolff, Hendrik, Chong, and Auffhammer. *Human Development Index: Are Developing Countries Misclassified?* Milwaukee, WI: Agricultural & Applied Economics Association, 2009, s.11.

den %76.5'e kadar arttırmıştır.¹⁶ Bu değişim, ülkeyi mümkün 188 ülke içinde ancak 72'inci sıraya taşımaya yetmiştir. Araştırmalar gösteriyor ki, Türkiye, kendisi ile benzer özellikler gösteren ekonomiler ile karşılaştırma yapıldığında İGE değerini yükseltebilmiştir. Türkiye ile benzer ülkeler kategorisi için ise, Dünya Ekonomisinde iki farklı yeni oluşumdan bahsedilmektedir. Birincisi MIST ülkeleri olarak adlandırılan Meksika, Endonezya, Güney Kore ve Türkiye'den oluşurken, diğer yeni oluşumda yer alan ülkeler yani CIVETS ülkeleri; Kolombiya, Endonezya, Vietnam, Mısır, Türkiye ve Güney Afrika'dan oluşmaktadır. Bu ekonomik oluşumlar, ülkelerin ekonomik ve sosyo-ekonomik gelişme düzeylerine göre oluşturulmuştur. Tüm benzerliklerine karşın, Türkiye hem MIST ülkelerinden hem de CIVETS ülkelerinden ortalama İGE açısından daha üstündür. Yıllar içinde, Türkiye sosyal gelişmenin yanı sıra, ekonomik olarak da hızlı bir gelişme göstermiştir. Ülkenin 1980 yılından beri tahmin edilen büyümesi % 112 civarındadır.¹⁷ Şüphesiz ki, diğer tüm faktörlerin yanında, GSMH'nin İGE üstünde yüksek ölçüde tamamlayıcı bir etkisi vardır. Son on yıl içinde, ülkedeki doğumdan sonra beklenen yaşam süresi de belirgin bir ölçüde artmıştır. Ancak eğitim ile ilgili değişkenler, tüm yönetmelik değişikliklerine rağmen belirgin bir fark göstermemiştir.¹⁸

Türkiye'nin İGE değerinin düşüklüğündeki en önemli etken, gelir dağılımı eşitsizliği olarak belirlenmiştir. Ülkenin gelir dağılımı eşitsizliği yıllar içinde artış göstermektedir. 2015 yılı için, gelir dağılımı eşitsizliği, ülkenin İGE değerini % 15,8 ölçüsünde düşürmüştür.¹⁹ Özellikle de cinsiyet eşitsizliği endeksi (GII), ülkenin gerilemesinde en temel faktörü oynayan eşitsizliktir. Ülkedeki kadınlar, üreme sağlığı, ekonomik faaliyetler ve yetkilendirilme konularında büyük dezavantaj sahibi olarak görülmektedir. Bu nedenle, Türkiye Avrupa Birliği (EU) ve Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (OECD) standartlarını sağlayamamaktadır. Sonuç olarak ise, Türkiye komşu ülkelerinin gerisinde kalmaktadır. Norveç, Hollanda, Avusturalya gibi diğer ülkeler 2000'li yıllardan beri İGE

¹⁶ UNDP, 2015, s.209.

¹⁷ UNDP,2015, s.209.

¹⁸ UNDP, 2014, s.188.

¹⁹ UNDP, 2015, s.209.

sıralamasında en üst seviyede devam etmektedir.²⁰ Özellikle Norveç, ortalama olarak çok yüksek insani gelişmişliğe sahip ülkeler kategorisinde bile hep en yüksek sıralamada yer almaktadır. Yıllar içinde Norveç hep sabit şekilde yükselen gelişme endeksine sahip olmuştur ve önümüzdeki yıllar için de beklenti bu doğrultudadır.²¹ Ülkenin İGE değeri, GSYİH ve GSMH'den daha yüksektir. Ancak Amerika Birleşik Devletleri (ABD), Yeni Zelanda, Kore, Kanada, İrlanda ve diğer refah düzeyi yüksek ülkelerde GSMH çok yüksek iken, İGE'leri düşük durumdadır. İstatistiklere göre, zengin, ya da bir diğer deyişle refah düzeyi yüksek ülkelerin iktisadi gelişmeyi insani gelişmeden daha çok önemseydiği saptanmıştır.²² Ülkelerin her yıl artan büyük gelirlerine rağmen, doğumdan itibaren yaşam beklentisi gün geçtikçe kötüleşmekte, yaşam kalitesi ve eğitim seviyesi gittikçe bozulmaktadır. Tüm bunlara ek olarak, düşük İGE değeri, çok yüksek gelir dağılımı eşitsizliklerinden de kaynaklanıyor olabilir.

Batı Afrika ülkeleri, yıllardan beri listede son sırada yer almaktadır²³. Kayıtlı Batı Afrika ülkeleri, 1980 yılından, beri tüm dünya genelinde en küçük İGE ve GSMH'ye sahiptir.

2015 yılında yayınlanan İnsani Gelişme Raporu'na göre, yaşam beklentisi, ortalama eğitim süresi, yaşam kalitesi gibi farklı parametreler göz önünde bulundurulduğunda, Afrika ülkelerinden biri olan Nijer en alt sırayı korumakla birlikte, giderek düşen İGE değerine sahiptir. Ülkedeki olumsuz yaşam koşulları ve iç savaşlar bu düşük değerlerin gözlenmesinde büyük etkiye sahiptir. Bütün bu nedenler, İGE'nin alt parametrelerini olumsuz etkilemekte ve ülkeyi İGE sıralamasında en alt sıraya taşımaktadır.²⁴

Ancak, ülkelerde yaşayan insan sayısının İGE hesaplanmaya başladığı zamana göre çok hızla artması, ülkenin İGE değerinin toplumun tümünü temsil etmemeye başlamıştır. 1990 yılında 5 milyon civarında olan dünya nüfusu, 2010 yılında 7 milyar civarına

²⁰ UNDP, 2013, s.208.

²¹ UNDP, 2014, s.186.

²² UNDP, 2012, s.114.

²³ Olanrewaju Adediran, An Assessment Of Human Development Index And Poverty Parameters In The Millennium Development Goals: Evidence From Nigeria, s.4

²⁴ UNDP, 2010, s.222.

yaklaşmıştır. Yani 20 yılda dünya nüfusu yaklaşık %50 artmıştır. Artan nüfus nedeni ile bütün vatandaşlar eğitim, sağlık, kişi başı gelir gibi temel ihtiyaçları eşit oranda alamamaya başlamıştır. Bu noktada, İGE'nin yetersiz olduğu, yeni bir endekse ihtiyaç olduğu ortaya çıkmıştır.

2.2 Eşitsizliğe Uyarlanmış İnsani Gelişmişlik Endeksi

Eşitsizlik Uyarlanmış İnsani Gelişmişlik kavramı, ilk olarak 2006 yılında ortaya çıkmış olsa da, İGE'ye uyarlanması, 2010 yılında yeni hesaplama yöntemi ile gerçekleşmiştir.²⁵ Eşitsizliğe Uyarlanmış İnsani Gelişmişlik kavramı, İnsani Gelişmeyi temsil eden eğitim, sağlık, gelir gibi unsurların, bazı eşitsizlik göstergeleri de gözeterek hesaplanmış şeklidir. Diğer bir deyişle, Eşitsizliğe Uyarlanmış İnsani Gelişmişlik Endeksi (EUIGE), İGE'nin her bir boyutunun, ülkedeki eşitsizlik düzeyine göre nüfusa dağılımıdır. Eşitsizliğin göstergesi olan katsayılar, GINI endeksi, Quantile oranı ve Palma oranı sayılabilir. Her bir ölçüyü kısaca açıklarsak;

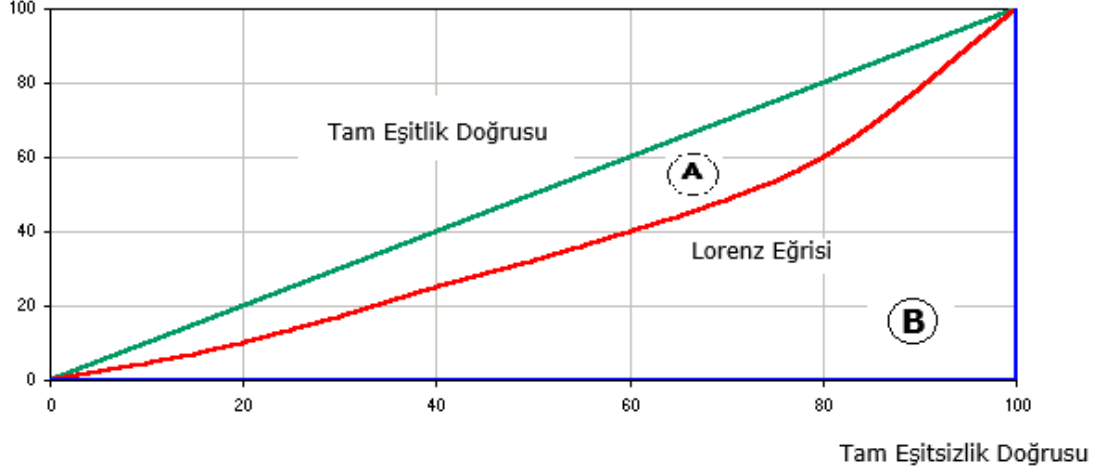
GINI Endeksi: Birleşmiş Milletler 'in gelir dağılımındaki eşitsizliği ölçmek için kullandığı ölçülerden en önemlisidir. Dünya Bankası'nın tanımına göre, GINI Endeksi, bireyler arası gelir dağılımı sapmalarının bir ölçüsüdür. Endeks değerinin 0 olması tam eşit gelir dağılımını gösterirken, 1 olan endeks değeri tam eşitsizlik durumunu gösterir.²⁶ GINI endeksi hesaplanırken, 1905 senesinde Maxx Otto Lorenz tarafından bulunan Lorenz eğrisinden yararlanılmaktadır. Lorenz eğrisi, gelir dağılımının birikimli fonksiyonunun grafiğidir. GINI endeksi ise grafikteki tam eşitlik doğrusu ile Lorenz eğrisi arasında kalan alanın, tam eşitlik doğrusunun altındaki üçgen alana oranlanması ile hesaplanır.²⁷

²⁵ Sabina Alkire, Training Material For Producing National Human Development Reports, 2011, s.16

²⁶ Şahamet Bülbül, Temel İstatistik, Der Yayınları, Ankara, 2011, s. 245

²⁷ Haşim Akça, Eğitim ve Gelir Dağılımı Eşitsizliği: Türkiye Değerlendirmesi. Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 2012, s.253.

Yani:



Kaynak: UNDP Türkiye

Şekil 3: Lorenz Eğrisi

$$\text{GINI endeksi} = \frac{A}{A + B}$$

şeklinde hesaplanır. Dünya üzerinde hiçbir ülke, tam eşitlik doğrusuna sahip bir eğimde gelir dağılımına sahip değildir. Yine aynı şekilde, gelir dağılımı tam eşitsizlik doğrusuna paralel olan bir ülke de bulunmamaktadır. Zaten tam eşitsizlik doğrusunun üstüne dek gelen bir gelir dağılımı, tüm gelirin bir kişinin elinde toplanması anlamına gelir ki, bu da mümkün değildir.²⁸

Aslında GINI endeksi de çok boyutlu eşitsizlik ölçümünde kullanılmıştır. Ancak özellikle de oluşturulan alt grupları tam temsil edemediği için ve çok boyutta anlamsız sonuçlar erdiği için yeni bir eşitsizlik ölçütüne ihtiyaç durulmuştur.²⁹

²⁸ Bülbül, s.245.

²⁹ Çakıcı, Oğuzhan, & Özdil, Temel İstatistik. 3. Basım, Özal Matbaası, İstanbul, 2000, s.98

Quntile Oranı: Bu oran, toplumda en yüksek gelire sahip %20 kişinin gelirlerinin ortalamasının, aynı toplumda en düşük gelire sahip %20 kişinin gelirlerinin ortalamasına bölümü ile hesaplanır.³⁰ Yani;

$$Q_R = \frac{\text{En yüksek gelire sahip kişilerin ilk \%20'sinin gelir ortalaması}}{\text{En düşük gelire sahip kişilerin son \%20'sinin gelir ortalaması}}$$

Palma Oranı: Palma oranı ise, Quintile oranına benzer şekilde, toplumda en yüksek gelire sahip %10 kişinin gelirlerinin, aynı toplumda en düşük gelire sahip %40 kişinin gelirlerine bölümü ile hesaplanır.³¹ Yani;

$$P_R = \frac{\sum \text{En yüksek gelire sahip kişilerin ilk \%10'unun geliri}}{\sum \text{En düşük gelire sahip kişilerin son \%40'ının geliri}}$$

Quntile ve Palma oranları da, GINI endeksine benzer şekilde, toplumdaki tüm sınıfları hesaplamaya dâhil etmez. Quntile oranında sadece en yüksek ve en düşük gelire sahip %20 baz alınarak hesaplama yapılır. Yani nüfusun yalnızca %40'ındaki eşitsizliği ölçülebilir. Aynı doğrultuda, Palma oranı da hesaplamalarında en yüksek gelire sahip %10 ve en düşük gelire sahip %40'ı kullandığından toplam nüfusun yalnızca %50 sini dikkate almaktadır. Nüfusta temsil edilmeyen grupların olması, bu ölçütleri yetersiz kılmaktadır.

Tüm bunlara ek olarak, verilen bütün bu ölçütler, kişilerin gelir dağılımında yaşadığı adaletsizliği ortaya çıkarmaktadır. Yani her bir eşitsizlik ölçütü, yalnızca gelir dağılımındaki eşitsizliği ortaya çıkarabilmektedir. Ancak, İGE'nin yalnızca gelire dayanmayan bir ölçüt olduğunu daha önce de belirtmiştik. Diğer bir deyişle, eğitim ve sağlıktaki eşitsizlik düzeyini ölçmek ve bunu da hesaplamaya dâhil etmek gerekmektedir. Eğitimdeki eşitsizliği ölçmek için tek kullanılabilen değişken, ülkede yaşayan yetişkinlerin

³⁰ Human Development Report, <http://hdr.undp.org/en/content/income-quintile-ratio>

³¹ <http://hdr.undp.org/en/content/income-palma-ratio>

eğitim süreleridir. Çünkü beklenen eğitim süresi, zaten henüz gerçekleşmemiş bir hesap değeri olduğundan eşitsizliğini de hesaplamak mümkün olmayacaktır. Bu nedenle, yalnızca eğitimini tamamlamış kişiler arasında eşitsizlik ölçümü yapılabilmektedir. Şüphesiz ki, bu da eğitimdeki eşitsizlik ile ilgili net bir bilgi vermemektedir. Eğitim ile ilgili toplanan tüm veriler, ‘ulusal temsil özelliği olan hane halkı anketlerinden’ elde edilmektedir.³² Öte yandan, Birleşmiş Milletlere göre, eğer beklenen eğitim süresindeki eşitsizlik de ölçülebilseydi ve hesaplamaya dâhil edilebilseydi, İGE’deki eşitsizlik oranının da düşmesi beklenirdi. Bunun nedeni ise, beklenen eğitim süresinin birikimli bir oran olması ve özellikle de zorunlu eğitimin olduğu ülkelerde mecburi eğitim sayesinde beklenen eğitim süresinin daha yüksek çıkması olarak belirlenebilir.

Dağılımdaki eşitsizliği belirlemenin zor olduğu diğer bir İGE göstergesi ise sağlıktır.³³ Daha önce de belirtildiği gibi, sağlığın göstergesi olarak kullanılan alt kategori, kişilerin beklenen yaşam süreleridir. Beklenen yaşam sürelerindeki eşitsizlik, kısıtlanmış yaşam tabloları yolu ile elde edilmektedir. Bu tablolarda, bireyler yaş sınıflarına göre gruplanarak, her bir gruptaki yaşam beklentisi eşitsizliği ölçülmektedir. Bunun temel sebebi de, tıpkı beklenen eğitim süresi gibi, beklenen yaşam süresinin de kümülatif bir değeri olmasıdır.³⁴ Türkiye’de eşitsizlik hesaplanırken, sınıf aralığı 5 yıl olan kısıtlanmış yaşam tabloları kullanılmaktadır.

Ancak, GINI, Palma ve Quantile oranları diğer üç göstergedeki eşitsizlikleri de hesaplamaya katamadığı için, tüm değişkenlerdeki eşitsizliği ölçebilen Atkinson eşitsizlik ölçü ailesinden yararlanılmaktadır. Dalton’un da 1920’li yıllarda belirttiği gibi, toplumlardaki eşitsizliği ölçerken, yalnızca gelirdeki eşitsizliği ölçmek yetersizdir. Mühim olan, toplumlardaki refah düzeyi eşitsizliğini ölçmektir.³⁵ Özetle, Eşitsizliğe Uyarlanmış

³² UNDP, 2011, s.122.

³³ UNDP, 2016, s.175

³⁴ Klugman, Rodriguez And Choi. Training Material For Producing National Human Development Reports. Oxford Department Of International Development, 2011, s.18.

³⁵ Hoeller, P., Joumard, I., & Koske, I., Income Inequality In OECD Countries: What Are The Drivers And Policy Options?, World Scientific, 2013, s.43.

İnsani Gelişim Endeksi hesaplanırken eşitsizlik Atkinson ailesinden olan ölçüt ile ölçülmekte ve tüm göstergelerdeki eşitsizliği hesaba katmak mümkün olmaktadır.

Atkinson Eşitsizlik Ölçütü: Hem beklenen eğitim süresindeki, hem gelirdeki, hem de beklenen yaşam süresindeki eşitsizlikler ölçülürken, Foster, Lopez-Calva ve Szekely tarafından 2005’de İGE hesaplamasında kullanılması önerilen Atkinson eşitsizlik ölçümü ailesine ait bir dağılıma duyarlı, karma dizinler sınıfını temel alınır. Bu ölçüt, Rawlsiyen yaklaşımından yola çıkarak oluşturulmuştur. Rawlsiyen yaklaşımına göre, bir ülkenin refah düzeyini belirleyenler, o ülkede gelirden en düşük payı alan sınıfın refah düzeyine göre belirlenir. Dalton ve Atkinson ölçüsü olarak da bilinen bu eşitsizlik hesaplama yöntemi de temelinde, tamamen eşit bir gelir dağılımı için toplumların vazgeçmeyi göze aldıkları gelir düzeyleri yer almaktadır. Eşitsizliğe karşı duyarlılığın derecesi olan ε arttığında, eşitsizlik artacaktır. Atkinson eşitsizlik ölçütü şu şekilde hesaplanmaktadır:³⁶

$$A_{\varepsilon} = 1 - \left[\frac{1}{n} \sum_i \left(\frac{Y_i}{\mu} \right)^{1-\varepsilon} f(Y_i) \right]^{\frac{1}{1-\varepsilon}}$$

Y_i : i sınıfının ilgilenilen özelliği

μ : İlgilenilen özelliğin ortalaması

n: Nüfus

ε : Eşitsizliğe karşı duyarlılığın derecesidir.

Sonuç olarak, eşitsizlik ölçütü olarak Atkinson eşitsizlik ölçüsünün seçilmesi 3 temel başlıkta özetlenebilir.

³⁶ Anthony B. Atkinson, On the Measurement of Inequality. Journal of Economic Theory, 2(3), 1970, s.249.

Alt grupların bağdaşımı: Ülkedeki herhangi bir grubun eşitsizlik oranı azaldığında, tüm ülkedeki eşitsizlik oranı da azalır. (GINI de olmayan bir özelliktir)³⁷

Dağılımın en altında kalan grup verilerine karşı hassasiyet: Atkinson eşitsizlik ölçütü, GINI gibi tüm gelir gruplarına eşit ağırlık vermek yerine, en alt tabakanın eşitsizlik ölçütüne daha çok ağırlık verir.³⁸

Hesaplama kolaylığı ve İGE ile kullanılmaya matematiksel olarak çok uygun olması: Atkinson eşitsizlik ölçütü, önce her bir bağımsız değişken üzerindeki eşitsizliği hesaplar. Bu sayede veriler farklı kaynaklardan toplansa bile, her bir boyutun eşitsizliği ayrı ayrı hesaplanacağından bir sorun yaratmaz. Bu veriler yardımı ile de EUİGE, geometrik ortalama yardımı ile hesaplanır. İşte Atkinson ölçütü, geometrik ortalama hesaplamak için uygun bağımsız değişkenler üretebilir.³⁹

Tüm bunlar değerlendirildiğinde, EUİGE için, İnsani Gelişmenin dağılım odaklı ortalama seviyesi olduğu söylenebilir. Kazançların vatandaşlar içinde dağılımı farklı olan iki ülkede İGE aynı çıkabilmektedir. Yani, bir ülkede eğitim, sağlık gelir gibi kalkınmanın yapı taşları olan unsurlar, toplumun sadece belirli bir kesimi tarafına ulaşırsa, o ülkede bütün bir gelişmeden söz etmek mümkün olmamaktadır. Tam eşitlik durumunda ise, İGE ile EUİGE eşit değerler alabilmektedir. Ancak eşitsizlik arttığında, EUİGE, İGE değerinin altına düşmektedir.⁴⁰ Birleşmiş Milletler 'in EUİGE taslağına göre oluşturulan grafik Şekil.4'te verilmiştir.

³⁷ UNDP, 2016, s.189

³⁸ Atkinson, s.252

³⁹ Atkinson, s.252

⁴⁰ Adrogué, Cecilia and Ricardo Crespo, Implicit Assumptions when Measuring in Economics: The Human Development Index (HDI) as a Case Study. Revista Cultura Económica XXVIII.79, 2010i s.37.



Şekil 4: Eşitsizliğe Uyarlanmış İGE

Kaynak: <http://hdr.undp.org/en/composite/IHDI>

Ancak bu konudaki en büyük sorun, eşitsizlik kavramının dünyadaki 287 ülkeden yalnızca 151 tanesinde hesaplanmasıdır. Özellikle Arap ülkelerinde eşitsizliğin hesaplanmadığı gözlenmiştir. İGE de eşitsizlikten kaynaklanan ortalama dünya çapında %22.8 civarındadır. En yüksek İGE ve EUİGE değerine sahip Norveç'te bile, eşitsizlikten kaynaklanan %5.4' lük bir kayıp vardır. Düşük İGE değerine sahip Comoros'ta ise bu değer %46.7' ye kadar ulaşmaktadır.

İGE ile EUİGE arasındaki fark, eşitsizlikten kaynaklanan maliyet olarak tanımlanabilir. Bir başka deyişle ise, eşitsizlik nedeniyle kayba uğrayan İGE değeridir. EUİGE sayesinde, boyutlardaki eşitsizliği net olarak görmek mümkün olmaktadır. Ayrıca, eşitsizliğin azaltılması gereken boyutlar da net olarak görülebilmektedir. Toplumun daha iyi standartlarda yaşaması için gerçekleştirilecek politikalar daha rahat saptanmaktadır. En önemlisi ise, eşitsizliğin topluma yarattığı maliyeti net bir şekilde görmek mümkündür.⁴¹

⁴¹ <http://hdr.undp.org/en/content/inequality-adjusted-human-development-index-ihdi>

Diğer bir eşitsizliğin de, İslami ülkelere yapıldığını benimseyen yaklaşımlar da mevcuttur. İslam'a uygun finans sisteminin kullanılmasının etkilerini yok etmek amacı ile İslami Kalkınma Endeksi geliştirilmiştir.

2.3 İslami Kalkınma Endeksi

Son dönemlerde ortaya çıkan İslami Kalkınma Endeksi (İ – İGE)'nin de önemi yadsınamayacak kadar büyüktür. İslami İGE'nin; 'Ekonomik gelişmenin İslami perspektifine bakıldığında, güncel tüm gelişme ölçütlerinden farklı olduğu ve İslamiyet'in temellerine dayandırılarak orijinal bir endeks elde edildiği' şeklinde tanımlanmaktadır.⁴² Bu tamamen noktada, 21 Ağustos 1969 yılında kurulmuş olan İslam İşbirliği Teşkilatı'nın amaçları büyük önem taşımaktadır. İİT' nin merkezi Cidde, Suudi Arabistan'da olmakla birlikte, 4 kıtaya yayılmış 57 üye ülkesi bulunmaktadır. Kuruluşun amacı, İslami ülkelerin güvenliği ve faydasını gözetmektir. Birleşmiş Milletler 'den sonraki en büyük çok uluslu kuruluştur. Dünya genelindeki yaklaşık 1,5 milyar Müslümanı temsil etmektedir. OIC verilerine göre, Müslüman ülkelerin özellikle 21. Yüzyılda karşılaştığı zorluklar doğrultusunda, üye ülkelerin eğitim, sağlık, bilim, teknoloji ve insan haklarını korumak ve ileriye taşımak amacı ile 10 yıllık bir programa imza atmışlardır. Bu sayede, başta Afrika'da olmak üzere, kalkınma problemi yaşayan Müslüman ülkelerin İGE değerlerini yükseltmek amaçlanmıştır. Çünkü tüm dünyadaki Müslüman oranı %23 iken, en düşük İGE değerine sahip 44 ülkeden 32 tanesi Müslüman, yani bu ülkelerin %72'si Müslümandır.

Tüm bunlar göz önüne alındığında, İslami İGE hesaplanmasının temel amacı tüm Müslüman ülkeler için kapsamlı ve bütüncül refah sağlamaktır.⁴³ Çünkü Müslüman ülkeler için olayların ilerleyişi diğer ülkelere kıyasla farklıdır. Örneğin, birçok Müslüman ülkede kadınların eğitim düzeyi diğer ülkelere kıyasla daha düşüktür. Bu da okuryazarlık oranı, ortalama eğitim süresi gibi parametrelerin aşağı doğru seyrine neden olmaktadır. Geleneksel sebeplerden ötürü de Müslüman ülkelerin İGE değerleri orijinal ölçüm

⁴² Hendrie Anto, Introducing An Islamic Human Development Index (I-HDI) To Measure Development In OIC Countries. Islamic Economic Studies, 19(2), 2009, s.72.

⁴³ <http://www.mfa.gov.tr/islam-isbirligi-teskilati.tr.mfa>

değerlerinden farklılık göstermektedir. Anto'ya göre, çoğu Müslüman ülkelerde yönetim şeriat kanunları ile bağlantılı olduğundan, İslami Gelişme Endeksi'nin oluşturulması çok önemlidir.⁴⁴

Sonuç olarak, Gayri Safi Yurt İçi Hâsıla ve Gayri Safi Milli Hâsıla değerleri bir ülkenin diğer ülkelere karşı durumunu göstermede şüphesiz büyük önem taşımaktadır. Ancak, bu değerlerin geçerli bir ölçüt olarak kabul edilebilmesi için bazı eksiklikler göze çarpmaktadır. Bu eksikliklerden en büyük önem taşıyanı ise ülkede yaşayan bireylerin yaşamları hakkında reel bir izlenim sergilememesidir. Bir ülkede çok yüksek GSYİH ya da GSMH olması demek, bu ülkede yaşayan bireylerin çok yüksek yaşam standardı olduğu anlamına gelmemektedir. Özellikle de gelir dağılımındaki eşitsizlik, en alt GSYİH payına sahip %25'lik tabakanın yaşam standardını çok kötü etkilemektedir. Bu nedenle en alt tabakanın eğitim, sağlık gibi temel ihtiyaçlara ulaşması daha zor, erişebildiği temel ihtiyaçların kalitesi de en üstteki %25'lik kesimden daha düşüktür.

Tüm bunlar göz önüne alındığında, ülkedeki bireylerin durumunu daha net görebilmek için, birden fazla parametreyi dikkate alan İnsani Gelişme Endeksi sistemine adapte olmak önemlidir. Daha önce de belirtildiği gibi, bu parametreler uzun ve sağlıklı yaşam, bilgiye ulaşma ve kişi başına düşen gelir olarak kabul edilmektedir.

Endeksin hesaplanmasının başka bir faydası ise, gelişmişliği negatif etkileyen parametrenin kolayca görülebilmesi sayesinde, hükümetlerin ve analistlerin ulusal politikalarını ne yönde değiştireceğini kolaylıkla belirlemesidir. İslami Kalkınma Endeksi (İ - İGE) 'nin hesaplanması ise, finansal düzeni Dünya'nın geri kalan ülkelerinden büyük ölçüde farklı olan bazı Müslüman ülkelerinin gelişme karşılaştırması için fayda sağlamış, böylelikle Müslüman ülkeler kendi içlerinde değerlendirilebilmiştir. Yani, İ - İGE, Müslüman ülkeler için bütüncül ve kapsamlı bir gelişme değerlendirmesi adına bir fırsat olmuştur. Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı tarafından yıllık olarak yayınlanan istatistikler, ülkelerin politika oluşturmasındaki temel etmen haline gelmiştir. Ülkeler,

⁴⁴ Anto, s.71.

kendi vatandaşlarının sosyal refahını arttırmak için bu istatistiklere keskin bir şekilde bağlı kalarak politika oluşturmalıdır.

2.4 İnsani Gelişmişlik Endeksi Hesaplanması

1990 yılında Birleşmiş Milletler tarafından ortaya atılan İnsani Gelişme Endeksi, ülkelerin genel performans ve kalkınmışlık düzeyini belirleme ve karşılaştırabilme imkânı sağlamaktadır.⁴⁵ Yukarıda da bahsedildiği gibi, İnsani Gelişme Endeksi'nin temel vurgusu, bir milletin gelişmişliğini belirlemede tek ölçütün ekonomik gelişme olmadığıdır. Ekonomik gelişmenin yanı sıra ülkede yaşayan bireylerin refah ve mutluluğunun daha büyük önem taşıdığı vurgulanmaktadır. 1990 yılında Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı'nda yayınlanan İnsani Gelişme Raporu'nda (İGR) 'insani kalkınma' kavramı ortaya atılmıştır. İnsani gelişme, aslında insanların seçimlerinin bir birleşimi sayılabilir. Ancak rapora göre, bu seçimlerin temelinde, bireylerin temel eğitime ulaşabilmeleri, uzun ve sağlıklı bir ömür yaşamaları ve makul düzeyde bir yaşam standardına ulaşabilmeleri için gerekli kaynaklara erişebilmeleri yatmaktadır.⁴⁶ Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı, ilk olarak ülkelerin kalkınmasını ölçmek için gerekli temel üç göstergenin ne olduğunu tanıtmıştır.

Bu yeni endeksi belirlemek için, İGR' nda yeni bir formül ortaya çıkarılmıştır. Bu formül ile 'uzun ve sağlıklı bir yaşam', 'yaşam kalitesi', ve 'doğru bilgiye ulaşma' kavramları birer gösterge haline getirilmiştir. Sağlık endeksini (H) tanımlamak için yaşam beklentisi (LE) kullanılırken, eğitim endeksini (E) hesaplamada iki farklı göstergenin ortalaması alınmaktadır. Bu göstergeler 'okur – yazarlık oranı' (LIT) ve 'eğitime katılım' (ENR) dır. Yaşam standardının göstergesi olarak ise 'kişi başına düşen milli gelir' (Y) kullanılmaktadır. Bu göstergeler yardımı ile İGE elde edilmektedir.

Her bir alt göstergelyi kısaca özetlersek;

⁴⁵ Stanton, s.2.

⁴⁶ UNDP, 1990, s.10.

• Sağlık Endeksi: Literatürde, sağlık göstergesi olarak çeşitli kavramlar kullanılmıştır. Örneğin, Ancak Birleşmiş Milletlere göre sağlık endeksi hesaplanırken ortalama yaşam beklentisi uygun gösterge olarak kullanılmıştır. 2013 yılı raporuna göre, sağlık endeksi en düşük olan ülke %53,9 ile Somali iken, en yüksek endeks değerine sahip ülke %94,6 ile Norveç olmuştur. Türkiye ise 187 ülke arasından altmış dokuzuncu sıraya yerleşmiştir. Ülkenin sağlık endeks değeri %85'dir. Sağlık endeksi şu şekilde hesaplanır⁴⁷:

$$H \text{ endeksi} = \frac{LE-20 \text{ yaş}}{85 \text{ yaş}-20 \text{ yaş}}$$

• Eğitim Endeksi: Eğitim endeksi, eski ve yeni hesaplama yönteminde değişiklik göstermektedir. Eskiden okur-yazar oranının ve eğitime katılma yüzdesinin temel alınarak hesaplandığı yöntem, 2010 yılında değişiklik göstermiştir. Endeksin son haline göre, 2014 yılında en yüksek eğitim endeks değeri sağlık endeksi gibi %91 ile Norveç'e aittir. Sonuncu ülke ise Nijer'dir. Ülkenin endeks değeri %19,8'dir. Türkiye ise %65,2 ile yine altmış dokuzuncu sıradadır.

Eski eğitim endeksinin hesaplanması⁴⁸:

$$LIT \text{ endeksi} = \frac{Lit-0\%}{100\%-0\%}$$

$$ENR \text{ endeksi} = \frac{Enr-0\%}{100\%-0\%}$$

Eğitim Endeksi = 2/3(LIT endeksi) + 1/3(ENR endeksi)

şeklindedir.

• Gelir Endeksi: Kişi başı milli gelirin satın alma gücü, gelir endeksi olarak kullanılmaktadır. Kişi başı milli gelir, toplam milli hasılanın, nüfusa oranıdır. Kişi başı milli gelirin satın alma gücü ise kişinin yalnızca kendi ülkesinde değil, global pazarda kazandığı paradır. Başka bir deyişle, ülkeler arası fiyat farkını ortadan kaldırarak geliri belirlemektir⁴⁹.

⁴⁷ <http://hdr.undp.org/en/content/health-index>

⁴⁸ <http://hdr.undp.org/en/content/education-index>

⁴⁹ <http://hdr.undp.org/en/content/income-index>

$$\text{Gelir endeksi} = \frac{\ln(Y) - \ln(\$100)}{\ln(\$40,000) - \ln(\$100)}$$

Gelir endeksinin pay ve paydasında kullanılan 100\$ ve 40.000\$ maksimum ve minimum geliri temsil etmektedir. Gelir endeksi açısından Türkiye'nin durumuna bakıldığında %78,8 endeks değeri ile eğitim ve sağlık endekslerindeki yerini korumuştur. Gelir endeksi en yüksek olan ülke %97,6 ile yine Norveç olurken, en düşük endeks değerine sahip ülke %32,7 ile Nijer'dir.

Sonuç olarak boyut endeksleri hesaplanırken, değerlerin 0 ile 1 arasında bir endeks değerine sahip olabilmek için her boyuta şu işlem uygulanır⁵⁰:

Yani;

$$\text{Boyut Endeksi} = \frac{\text{Gerçek değer} - \text{Minimum değer}}{\text{Maksimum değer} - \text{Minimum değer}}$$

İGE'yi hesaplamak için ise, bu üç göstergenin aritmetik ortalaması alınır.⁵¹

$$\text{HDI} = (\text{H endeksi} + \text{E endeksi} + \text{Y endeksi}) / 3$$

Ancak 2009 yılında, Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı'nda 2010 yılı ve sonrasında kullanılmak üzere yeni bir hesaplama yöntemi formüle edildi. Eski metottan farklı olarak yeni kullanılan formülde, göstergelerin aritmetik ortalaması yerine geometrik ortalaması alınmaktadır. Bunun nedeni, aritmetik ortalama ile yapılan hesaplamada karşılaşılan 'ikame etkisi' problemidir. İkame etkisi ile anlatılmak istenen, bir göstergenin çok küçük bir değerde olması, bir başka göstergenin çok büyük değerde olması ile yok olmaktadır. Örneğin bir ülkede kişi başı milli gelir çok yüksek ise, bu düşük eğitim ve sağlık

⁵⁰ Giray,Ergüt, (2014). Multivariate Analysis of Countries According to Subdimensions of Human Development and Gender Inequality Indices, Eurasian Journal of Social Sciences, 2(3), s.52

⁵¹ <http://hdr.undp.org/en/faq-page/human-development-index-hdi>

endeksi değerlerini yok edecektir. Oysaki gelişme göstergesi olarak, her üç endeks de çok önemlidir. Yeni metot ile bu etki yok edilecektir.⁵²

Yeni yöntemdeki bir diğer farklılık ise, okuryazarlık oranının kaldırılıp, yerine beklenen eğitim süresinin getirilmesidir. Böylelikle ülkelerin eğitim konusundaki gelişmeleri daha kolay gözlenmektedir.

BES hesaplanırken paydanın 18 olmasının sebebi, birçok ülkede yüksek lisans düzeyinde bir öğrencinin eğitim süresinin 18 yıl olmasıdır. ENR hesaplanırken paydanın 15 olma sebebi ise, Dünya genelinde 2025'e kadar hesaplanabilecek en yüksek ortalama eğitim süresi değerinin 15 olmasıdır.⁵³

$$H \text{ endeksi} = \frac{LE - 20 \text{ yaş}}{83.2 \text{ yaş} - 20 \text{ yaş}}$$

$$\text{Beklenen Eğitim süresi (BES)} = \frac{\text{Beklenen Ortalama Eğitim Süresi}}{18}$$

$$\text{ENR endeksi} = \frac{\text{Ortalama Eğitim Süresi}}{15}$$

$$E \text{ endeksi} = \frac{BES + ENR}{2}$$

$$Y \text{ endeksi} = \frac{\ln(Y) - \ln(\$163)}{\ln(\$108211) - \ln(\$163)}$$

1990 yılında Y endeksi hesaplanırken 100\$ ve 40.000\$ olarak alınan maksimum ve minimum gelirin, 2010 yılı sonrasında 163\$ ve 108.211\$ olduğu göze çarpmaktadır. En düşük değerdeki artış %63 iken maksimum gelirdeki artış %150 civarındadır. Bu da gelir dağılımındaki eşitsizliğinin ne kadar çok arttığının bir göstergesidir.⁵⁴

⁵² Ingrid Majerová, Comparison of Old and New Methodology in Human Development and Poverty Indexes: A Case of the Least Developed Countries, Journal of Economics Studies and Research, 2012, s.4.

⁵³ <http://hdr.undp.org/en/composite/HDI>

⁵⁴ <http://hdr.undp.org/en/content/human-development-index-hdi>

İGE'yi hesaplamak için ise,

$$\text{İGE} = \sqrt[3]{H \text{ Endeksi} * E \text{ endeksi} * Y \text{ endeksi}}$$

Geometrik ortalama kullanılması ile bir ülkede çok yüksek olan herhangi bir göstergenin aşırı etkisi yok edilmiş oldu. Daha önce de belirtildiği gibi nüfus artışı ile artan eşitsizliğin etkisi de endeks hesabına eklendikten sonra, sonuçların daha güvenilir ve gerçekçi olduğu söylenebilir.

İGE'nin hesaplanmasında yapılan değişimleri özetleyen tablo aşağıdaki gibidir:

Tablo 1: İGE Hesaplanması

YILLAR	EĞİTİM GÖSTERGESİ (E)	GELİR GÖSTERGESİ (G)	HESAPLANMASI
2000 – 2009	$\frac{2}{3}$ (Okur – yazarlık oranı) + $\frac{1}{3}$ (Okullaşma Oranı)	Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla	$HDI = \frac{H + E + I}{3}$
2010	$\frac{1}{2}$ (Ortalama okullaşma) + $\frac{1}{2}$ (Beklenen okullaşma)	Reel Gayri Safi Yurt Milli Hasıla	$HDI = \sqrt[3]{H E I}$
2011 ve sonrası	Beklenen eğitim süresi 18 yıla çıkarılmıştır		

Kaynak: Authors building on Klugman, Rodriguez and Choi (2011) s.33

2015 yılı ülke sınıflaması, 2011 ve sonrasında tanımlandığı gibi, beklenen eğitim süresi 18 yıl olarak ve göstergelerin geometric ortalaması alınarak yapılmıştır.

2.5 İnsani Gelişmişlik Açısından Türkiye

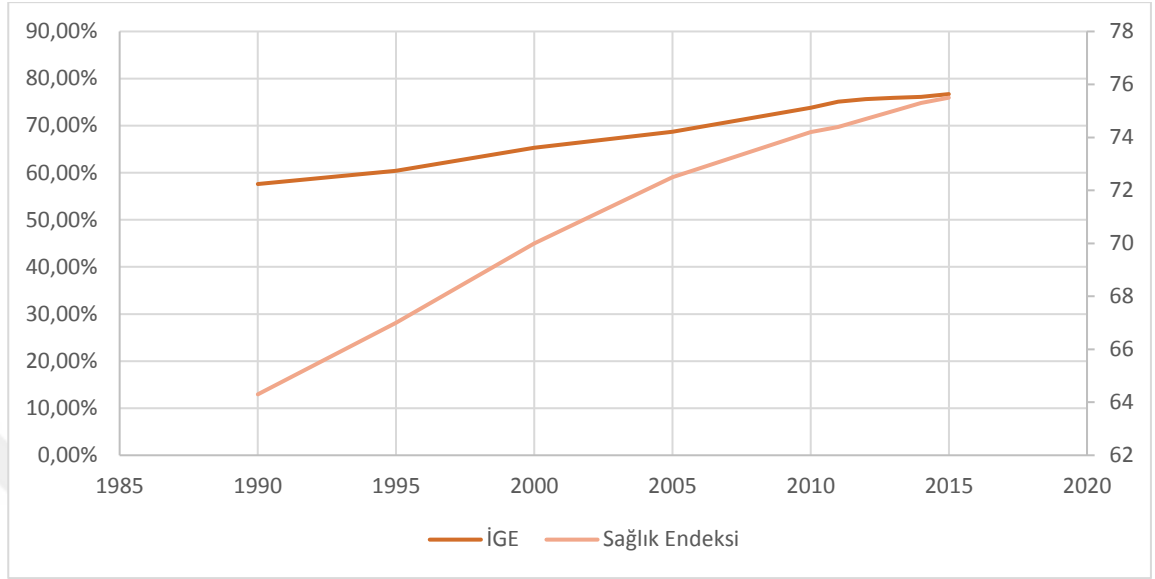
Türkiye, Birleşmiş Milletler sıralamasına göre Gelişmiş Ülkeler kategorisinde yer almaktadır. Veriler incelenecek olursa, ülkenin İGE değeri 1990 yılından 2015 yılına kadar hep artış göstermiştir. Türkiye, şu anda tüm dünya ülkeleri arasında İGE açısından yetmiş ikinci sıradadır.⁵⁵

Hesaplanan endeks değerlerine bakıldığında, Türkiye her üç göstergede de 1990 yılından beri sürekli bir yükseliş içindedir. Ancak dikkat çeken nokta, ülkenin beklenen eğitim süresi artarken, gözlenen ortalama eğitim süresinin aynı hızla artmadığıdır. Bu noktada Türkiye devleti, kalkınma düzeyini arttırmak için eğitime daha çok önem vermelidir.

Türkiye'nin son 5 yılda İGE sıralamasında çok yüksek bir artış görülmemiştir. 1990 Türkiye ile aynı seviyede bulunan ülkeler 2015 yılında Türkiye'den çok daha ileri seviyelere taşınmıştır. Bunda teknolojinin önemi çok büyüktür. Ancak tüm dünyadan gelişen teknolojinin, Türkiye'yi çok fazla ileri götürmediği gözlenmektedir.⁵⁶ Aşağıda Türkiye'nin İGE değeri ve Sağlık ve Eğitim Endeksleri grafik yardımı ile karşılaştırılmıştır. Buna göre;

⁵⁵ <http://iresearch.worldbank.org/PovcalNet/home.aspx>

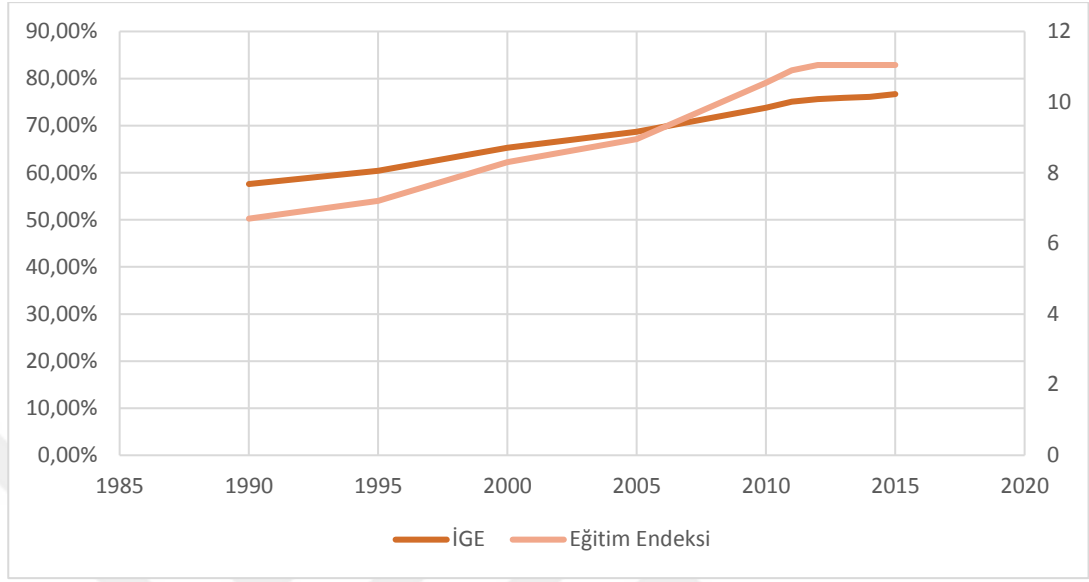
⁵⁶ UNDP, 2013, s.102



Şekil 5: Türkiye İGE ve Sağlık Endeksi Karşılaştırması

1990 yılından 2010 yılına kadar, ülkedeki sağlık endeksi değeri, İGE değerini yukarı çekebilecek boyuttadır. Çünkü ülkedeki ortalama yaşam beklentisi, 1990 yılından 2010 yılına kadar dik bir ivme ile artış göstermiştir. Ancak durum 2010 yılından sonra değişiklik göstermektedir. Artık İGE değeri, sağlık endeksi değerinden daha yüksek hesaplanmıştır. Sağlık endeksi aslında hep artan bir trende sahiptir. Ancak sağlıktaki gelişimin hızı, İGE'deki toplam değişim hızından daha azdır. Sağlıkta yapılan gelişmelere kronolojik sıra ile ambulans hizmetlerinin ücretsiz hale getirilmesi, aile hekimliği uygulamasının getirilmesi, bazı aşıların ücretsiz uygulanması, SGK hizmetlerinin iyileştirilmesi, gibi örnekler verilebilir.⁵⁷ Ancak Şekil 5'den elde edilen sonuca göre, 2010 yılı itibarıyla ülkede yapılan sağlık iyileştirmeleri durağan bir seyre girmiştir.

⁵⁷http://siteresources.worldbank.org/TURKEYINTURKISHEXTN/Resources/4556871235059017165/OECD_ReviewsOfHealthSystemsTurkey_Ch2-tr.pdf



Şekil 6: Türkiye İGE ve Eğitim Endeksi Karşılaştırması

Türkiye için eğitim göstergeleri incelendiğinde, son 5 yıldır neredeyse hiç değişim – artma ya da azalma – göstermediği görülmektedir. Oysa ülkede son 5 yıl içerisinde yapılan eğitim reformlarına bakıldığında;

2012 – 2013 eğitim döneminde 4+4+4 eğitim sistemine geçilmesi

Eğitime başlama yaşının düşürülmesi

İmam Hatip Ortaokullarının geri getirilmesi

örnek olarak gösterilebilir. Bu da, yapılan reformların, ülkenin eğitim düzeyini iyileştirmediği ya da kötüleştirmediği anlamına gelmektedir.

Ancak buradaki esas mesele, eğitim endeksi ile ülkenin İGE değerinin tamamen birlikte değişmesidir. Diğer bir deyişle, eğitimde kaydedilen her ilerleme, ülkeyi insani gelişme açısından daha yüksek sıralara taşıyacaktır.

Tıpkı sağlık endeksi gibi, eğitim endeksi de hızlı artan bir grafikten, eğimi azalan, daha durağan bir grafiğe dđnüşmüştür. Ancak eğitimin artışıındaki azalmanın daha fazla olduğunu söylemek mümkündür. Diğer eğitim reformlarına örnek olarak; Milli Eğitim Bakanlığı Bilgi Yönetim Sisteminin Kurulması ile internet odaklı bilgilendirme ve eğitime geçilmiş, öğrenci odaklı eğitim felsefesi belirlenerek ilköğretimden üniversiteye kadar eğitimin tüm kademelerinde değişiklikler yapılmıştır.⁵⁸

2010 yılına kadar, hem eğitimde, hem de sağlıkta yapılan reformlar, ülkenin gelişmişlik düzeyini yukarılara taşımıştır. Burada 1990 – 2010 yılları arasında küresel bazda yaşanan teknolojik gelişmenin önemi de göz ardı edilemeyecek kadar büyüktür. Bilgisayar ve bilişim sisteminde yaşanan gelişmeler tüm dünyanın kalkınmasını sağlamıştır. Bunun vatandaşların yaşam standartlarına pozitif katkısı da beklentilerle doğru orantılıdır.⁵⁹ Ancak sorun, 2010 yılından sonra ülkenin aynı hızla gelişmeyi sürdürememiş olmasıdır. Özellikle eğitim açısından 2010 yılı ile 2015 yılı arasında, yapılan tüm reformlara rağmen hiçbir değişiklik yaşanmamıştır. Benzer şekilde sağlık göstergelerinde de 2010 yılından beri hiçbir iyileşme yaşanmamıştır. Üstelik Şekil 2’de görüldüğü gibi, bu süreçte ülkenin geliri çok hızlı bir ivmeyle artmıştır.

Buradan çıkarılan sonuç, elde edilen gelirin yaşam standartlarını arttırmak için yeterince kullanılmadığıdır. Devletin eğitim ve sağlığı geliştirmek için yapacağı reformların ülkeyi daha gelişmiş ülkelerle aynı seviyeye taşınması beklenmektedir.

⁵⁸ <http://www.meb.gov.tr/mevzuat/liste.asp?ara>

⁵⁹ Rıdvan Işık, Azgelişmişlik Sorunu, Demokrasi Krizi ve İnsani Kalkınma Endeksine Göre Azgelişmiş Demokrasiler. Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya, 2006, s.24

3. KÜMELEME ANALİZİ

Veri analiz yöntemlerinden biri olan sınıflandırma, geçmişten beri birçok çalışmaya konu olmuştur. Elde edilen verilerin gün geçtikçe daha büyük boyutlara ulaşan veri miktarı, farklı analiz tekniklerine olan ihtiyacı ortaya çıkarmıştır. Çok Değişkenli İstatistiksel Analiz yöntemlerinden biri olan Kümeleme Analizi, ilk kez Tryon tarafından 1939'da kullanılmıştır. Ancak çalışmalarda sıklıkla kullanılması 1960 yılından sonra başlamıştır.⁶⁰

Kümeleme Analizi, temelde gözlemleri benzerlik ya da uzaklıklarına göre sınıflandırmayı amaçlamaktadır. Diğer bir deyişle, her bir bireyin (gözlemin) incelenen özellik ya da özellikler doğrultusunda, kendisine en çok benzeyen, ya da kendisine olan uzaklığı en az olan diğer bireyler ile gruplar oluşturmak temel amaçtır. Elde edilen gruplar; kendi içinde homojen, birbirlerine göre ise heterojen olmalıdır.⁶¹ Yani, oluşan her kümenin merkezinin, diğer küme merkezlerine mümkün olduğunca uzak olması esastır. Bu, temelde bireylerin uzaydaki konumları ile ilgilidir. Değişken özellikleri açısından birbirine benzeyen bireyler birbirine yakın konumda iken benzemeyen bireyler birbirinden uzaktır.⁶²

Kümeleme Analizi yardımı ile topluluklar kavramsal ve teorik açıdan benzer özelliklerine göre kümelenebilir ve özet bilgiler elde edilebilir. Kümeleme Analizi birçok araştırmaya ön hazırlık olarak uygulanabildiği gibi, tahmin yapmak, aykırı değerleri ayırtmak gibi amaçlarla da uygulanabilmektedir. Tüm bunlara ek olarak, benzer özellik taşıyan her bireyi ayrı ayrı incelemek yerine, benzer bireylerin oluşturduğu grupları incelemeyi mümkün kılar. Bu da zamandan tasarruf, maliyetten tasarruf ve daha detaylı bilgiye ulaşabilme gibi avantajlar sağlamaktadır.⁶³

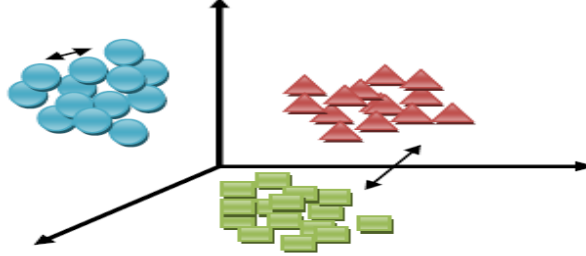
⁶⁰ Dicle Cengiz, Faruk Öztürk, Türkiye'de İllerin Eğitim Düzeylerine Göre Kümeleme Analizi ile İncelenmesi, 2012, s.72

⁶¹ Neyran Orhunbilge, Çok Değişkenli İstatistik Yöntemler, 2011, s.473.

⁶² Münevver Turanlı, Ünal H. Özden, Serdar Türedi, Avrupa Birliği'ne Aday ve Üye Ülkelerin Ekonomik Benzerliklerinin Kümeleme Analiziyle İncelenmesi, İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 2006, s.97

⁶³ Şeref Kalaycı, SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri, 2006, s.349.

Doğru bir Kümeleme Analizi sonucunda, aşağıdaki gibi bir gruplanma gerçekleŐmelidir;



Kümeleme Analizinde değişken seçimi çok önemlidir. Gözlemler kümeleri oluŐtururken, kullanılan değişkenlere göre sınıflandırma yapılacağından, seçilen değişkenlerin araştırmanın amacı ile tamamen örtüŐmesi gerekmektedir. Aksi takdirde, oluşan kümeler güvenilir olmayacaktır. Kullanılan herhangi bir değişkenin araştırma amacının dışında olması, gözlemlerin yanlış kümelere atanmasına sebep olabilmektedir. Bu da, yapılacak ilave analizlerin yanlış sonuçlar vermesine sebep olmaktadır. Zaten kümeleme analizinin en büyük zorluğu da değişken seçimi aŐamasıdır.⁶⁴

3.1 Kümeleme Analizinin Amacı

Kümeleme Analizi, asıl olarak gözlemleri benzerliklerine göre sınıflandırmayı amaçlayan çok değişkenli istatistiksel analiz tekniğidir. Küme profillerini belirlemek mümkündür. Gözlenen tüm bireyler bir kümeye ye olacak Şekilde, grup içi homojenliği yüksek, gruplar arası homojenliği düşük olan mümkün olan en az sayıda kümeyi oluşturmak temel amaçtır.⁶⁵ Bu açıdan diğer çok değişkenli analiz türlerinden Diskriminant Analizi (Ayrırma Analizi) ile aynı amaca hizmet etmektedir. Ancak daha sonra da belirtileceği gibi Kümeleme Analizi, Diskriminant Analizi gibi fazla varsayım gerektirmediğinden daha kolay uygulanan ve daha çok tercih edilen bir teknik olarak kabul edilmektedir.⁶⁶

⁶⁴ Kalaycı, s.350

⁶⁵ Orhunbilge, s.473

⁶⁶ Hüseyin Tatlıdil, Uygulamalı ok Değişkenli İstatistiksel Analiz, 2011, s.335

Her ne kadar tekniğin asıl amacı gözlemleri gruplandırmak olsa da, kimi zaman değişkenleri gruplayan Faktör Analizi, Temel Bileşenler Analizi gibi fazla varsayım gerektiren çok değişkenli istatistiksel analiz tekniklerine de alternatif olarak kullanılabilir. Yani gözlemleri sınıflandırmanın yanında, gerektiğinde değişkenleri de sınıflandırmak amacı ile de kullanılabilir.⁶⁷

Kümeleme Analizinin genel amaçlarının yanı sıra özel amaçları şu şekilde sıralanabilir:

- Gerçek türlerin belirlenmesi
- Model oluşturmak
- Gruplara dayalı ön tahmin
- Veri araştırma - inceleme yerine küme araştırma - inceleme
- Veri indirgeme
- Aşırı değerlerin saptanması

Sonuç olarak, Kümeleme Analizi yapmak için araştırmanın amacı tam olarak ortaya çıkarılmış olmalı, gerekli ön analizler varsa (Faktör Analizi, Temel Bileşenler Analizi gibi) yapılmalı, uygun benzerlik veya uzaklık ölçüsü belirlenmeli, verilerin Kümeleme Analizi için gerekli ön hazırlıklarının (standartlaştırma gibi) yapılması gerekmektedir.⁶⁸ Kümeleme Analizinde asıl amaç örnekten hareketle anakütleyle ait bilgi elde etmek değil; veri setinin yapısını, nicel özelliklerinden hareketle ortaya çıkarmaktır.⁶⁹

3.2 Kümeleme Analizinin Varsayımları

Kümeleme Analizi, Diskriminant Analizi, Faktör Analizi gibi parametrik test kullanmadığından fazla varsayım gerektirmez. Örneğin birçok analizin temel varsayımı olan normallik varsayımı Kümeleme Analizinde yalnızca uzaklık ölçülerinin normal dağılması gerekmektedir.⁷⁰ Bu da göz önünde bulundurulduğunda araştırmada anlamlı sonuçlara

⁶⁷ Reha Alpar, Uygulamalı çok değişkenli istatistiksel yöntemlere giriş 1. Nobel Yayın Dağıtım, 2003, s.436

⁶⁸ Orhunbilge, s.474

⁶⁹ Orhunbilge, s.476

⁷⁰ Orhunbilge, s.473

ulaşabilmek için temsil gücü yüksek, güvenilir bir örneklem seçmek çok önemlidir.⁷¹ Değişken seçiminde de araştırmamanın amaca uygun ve belirleyici değişkenler seçmek çok önemlidir. Çünkü bireylerin birbirlerine olan uzaklıkları değişken özelliklerine göre belirlenmektedir. Tüm istatistiksel analiz tekniklerinde olduğu gibi, Kümeleme Analizinde de en önemli varsayımlardan biri, örneklemin anakütleyi temsil etme gücüdür. Şüphesiz ki, tüm istatistiksel çalışmaların temelinde bu vardır.

Gözlemler ile ilgili bir varsayım ise gözlem sayısıdır. Kümeleme Analizi de Faktör Analizi, Temel Bileşenler Analizi gibi çok değişkenli analiz tekniklerine benzer şekilde, gözlem sayısına karşı çok hassastır. Bu konuda literatürde çeşitli öneriler bulunmaktadır. Kalaycı'ya göre, gözlem sayısının değişken sayısının en az 3 – 4 katı olması yeterli görülmektedir.⁷² Kimi araştırmacılara göre ise, gözlem sayısının değişken sayısına oranı en az 5 olmalıdır.⁷³

Tüm bunlara ek olarak, birçok istatistiksel analiz tekniğinde önem arz ettiği gibi, Kümeleme Analizinde de gözlemlerin bağımsız ve tesadüfi bir şekilde seçimi büyük önem taşımaktadır.

Bazı kaynaklara göre de, Kümeleme Analizinde kullanılacak değişkenler arasında çoklu doğrusal bağlantı probleminin olmaması gerekir. Çoklu doğrusal bağlantı, değişkenler arasındaki korelasyona bağlı olarak belirlenmektedir.⁷⁴ Sosyal bilimlerde kullanılan birçok değişkenin arasında çoklu bağlantı olduğu bilinmektedir. Bu nedenle, değişkenler arasında çok yüksek olmayan korelasyonlar ihmal edilebilmektedir.⁷⁵

Sonuç olarak, Kümeleme Analizi, en basit uygulanan analiz teknikleri gibi, anakütle temsiliyet yeteneği ve yeterli örneklem büyüklüğü dışında, normallik, eşit varyans gibi bir

⁷¹ Kalaycı, s.358

⁷² Kalaycı, s.358.

⁷³ Pang-NingTan, Michael Steinbach, and Vipin Kumar, Introduction to Data Mining, Boston: Pearson Addison Wesley, 2005, s.487.

⁷⁴ Orhunbilge, s.472

⁷⁵ Tatlıdil, s. 338

takım varsayımları taşımamaktadır. Bu da, Kümeleme Analizinin en büyük avantajı olarak görülmektedir.⁷⁶

3.3 Kümeleme Analizinde Kullanılan Ölçüler

Daha önce de belirtildiği gibi, değişken seçimi Kümeleme Analizinin en önemli hususlarından biridir. Sadece oluşacak her bir kümeyi temsil açısından değil; uzaklık, birliktelik ya da korelasyon ölçülerinden hangisinin kullanılacağı da bağımsız değişken seçimine bağlı olarak değişmektedir. Uzaklık ve korelasyon ölçüleri, genellikle metrik veriler için uygunken, benzerlik ölçüleri daha çok metrik olmayan ölçme düzeyi ile ölçülmüş değişkenlerden oluşan gözlemleri kümelemekte kullanılmaktadır. Metrik olmayan, yani nitel veriler ile ölçülmüş olan bağımsız değişkenlere ait gözlemler kümelenmekte ise, daha çok benzerlik ölçüleri kullanılmaktadır⁷⁷. Uzaklık ve benzerlik ölçüleri, yakınlık matrisi adı verilen matrisler yardımıyla hesaplanır. Yakınlık matrislerinin (nxn) her bir bireyi, ikili değişkenlerin yakınlık bilgisini içermektedir. Yakınlık matrisi kullanılacak benzerlik ya da uzaklık ölçüsüne göre hesaplanır.⁷⁸

Burada önemli olan nokta, uzaklık ölçüleri ile ölçülmüş bağımsız değişkenler için birbirlerine karşı uzaklık değeri en az olan gözlemler aynı kümelerde toplanacakken, gözlemlerin sınıflandırması değişkenlerin benzerlik ya da korelasyonunu baz alarak yapıldığında, bu değerleri en yüksek olan gözlem çiftlerinin aynı grupta olacağıdır. Bu ölçüler aşağıda kısaca tanımlanmıştır.⁷⁹

⁷⁶ Tatlıdil, s.336

⁷⁷ Tan, Steinbach, Kumar, s.491.

⁷⁸ Ahmet Mete Çilingirtürk, İstatistiksel Karar Almada Veri Analizi, 2011, s.167

⁷⁹ Tatlıdil, s. 336

3.3.1 Uzaklık Ölçüleri

Gözlemler sınıflanırken bağımsız değişkenlerin birbirlerine göre uzaklığı baz alındığında, şüphesiz ki birbirlerine karşı uzaklığı en az olan gözlemler aynı küme altında toplanacaktır. Unutmamak gerekir ki, uzaklık ölçüleri benzerlik ölçüleri ile tamamen zıt sonuçlar vermektedir. Burada oluşan kümelerdeki gözlemlerin, ölçülen özelliğe göre birbirlerine uzaklıkları en azdır. Yani oluşan gruplardaki değişken ölçütleri değil, gözlemler birbirine benzerdir.⁸⁰ Diğer bir deyişle, değişkenler içinde örneklerin benzerliği esas alınmaktadır. Yapılan birçok çalışma temel alındığında, temelde en çok Öklid uzaklık ölçütü kullanılmaktadır. Ölçütün hesaplaması, üçgendeki hipotenüs uzunluğunun hesaplanmasını temel almaktadır. Gözlemlerin cebirsel farklarının '0' olması durumunda mutlak fark yöntemi (Manhattan City – Block) ya da kareli fark yöntemi (Ölçekli Euclid) de kullanılabilir. Burada bazı özellikler bulunmaktadır. x_i, x_j Öklid uzayında iki değişken olmak üzere:

- $d(x_i, x_j) \geq 0$
- $d(x_i, x_j) = 0$ ise $x_i = x_j$
- $d(x_i, x_j) = d(x_j, x_i)$

şeklinde dir.⁸¹ Kümeleme Analizinde kullanılan uzaklık ölçüleri aşağıda açıklanmıştır.

3.3.1.1 Minkowski Uzaklığı

Birimlerin q 'inci dereceden birbirlerine olan mutlak uzaklıklarının (mutlak farklarının) toplamının, q 'inci dereceden köküdür. Bu uzaklık ölçüsü, diğer tüm uzaklık ölçülerinin temelini oluşturur. q değeri 1 ile 4 arasında değişebilmektedir. Tüm uzaklık ölçülerinin genel halidir.

⁸⁰ Kalaycı, s.356

⁸¹ Kalaycı, s. 357

$$d_i(x_i, x_j) = \left[\sum_{k=1}^p |x_{ik} - x_{jk}|^q \right]^{1/q}$$

Burada p değişken sayısı olmak üzere x_{ik} , x_{jk} i. ve j. gözlemin k değişkenindeki değerini gösterir. ⁸²

3.3.1.2 Manhattan City – Block Uzaklığı

Taxi Cab' uzaklığı olarak da isimlendirilen bu ölçü, Minkowski uzaklığında q değerinin 1'e eşit olduğu uzaklık ölçüsüdür. Yani kısaca, gözlemlerin uzaklıklarının mutlak değerce toplamıdır. Gözlemlerin birbirlerine olan uzaklıklarını belirli ölçüde ayrıştırabilir, bazı durumlarda yeterli olmayabilir. İlişiksiz değişkenleri ilişkili olarak değerlendirdiği takdirde, oluşan kümeler anlamsız olacaktır. ⁸³

$$d_1(x_i, x_j) = \sum_{k=1}^p |x_{ik} - x_{jk}|$$

3.3.1.3 Öklid (Euclid) Uzaklığı

Kümeleme Analizinde en çok kullanılan uzaklık ölçüsüdür. Öklid uzaklığı, gerçek bir üçgende hipotenüs uzunluğudur. Yani iki nokta arasındaki uzaklığın tam ölçüsüdür. Minkowski Uzaklığındaki q değerinin 2'ye eşit olduğu durumdur. ⁸⁴ Öklid uzaklığı kullanılarak yapılan Kümeleme Analizinde oluşan kümelerin yapısı, değişken değerlerine dönüşüm uygulansa bile değişiklik göstermez. ⁸⁵ Bu nedenle Kümeleme Analizinde en çok kullanılan uzaklık ölçüsüdür.

⁸² Yim, Odilia, Ramdeen. Hierarchical Cluster Analysis: Comparison of Three Linkage Measures and Application to Psychological Data, The Quantitative Methods for Psychology 11.1, 2015 s.10

⁸³ Kalaycı, s. 355

⁸⁴ Yim, Odilia, Ramdeen, s. 11

⁸⁵ Tatlidil, 2002, s. 338

$$d_2 (x_i , x_j) = \left[\sum_{k=1}^p |x_{ik} - x_{jk}|^2 \right]^{1/2}$$

şeklinde ifade edilir.

3.3.1.4 Ölçekli Öklid Uzaklığı

Öklid uzaklığından hareketle hesaplanır. Değişkenlerin önemlerinin farklı olduğu biliniyorsa kullanılır.

$$d_2 (x_i , x_j) = \left[\sum_{k=1}^p w_k^2 |x_{ik} - x_{jk}|^2 \right]^{1/2}$$

Burada w_k , gözlemlerin k. değişkendeki ağırlığını göstermektedir.⁸⁶

3.3.1.5 Mahalonobis Uzaklığı

Mahalonobis uzaklığı ile oluşan kümeler eliptik bir yapıdadır. Değişkenler arasında çoklu doğrusal bağıllığın çok olduğu durumda kullanılan uzaklık ölçüsüdür.⁸⁷ Çünkü hesaplanırken değişkenler arası ilişkiyi de dikkate alır.

$$d (x_i , x_j) = (x_i - x_j)^T S^{-1} (x_i - x_j)$$

Burada S grup içi kovaryans matrisini ifade etmektedir. S matrisinin 1'e eşit olduğu durumda Mahalonobis uzaklığı Öklid uzaklığına eşit olur.⁸⁸

⁸⁶ Kalaycı, s.356

⁸⁷ Orhunbilge, 473

⁸⁸ Kangallı, Uyar, Buyrukoğlu, OECD Ülkelerinde Ekonomik Özgürlük: Bir Kümeleme Analizi. Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi, 2014, s.103.

3.3.1.6 Hotelling T^2 Uzaklığı

Değişkenlerin merkezlerinin birbirlerine olan uzaklıklarının dağılımını, F dağılımı ile karşılaştırır. Aynı zamanda küme merkezlerinin birbirine uzaklığını da hesaplamada kullanılır.

$$T^2 = \frac{n_1 n_2}{n} (\bar{x}_{ik} - \bar{x}_{jk})^T S^{-1} (\bar{x}_{ik} - \bar{x}_{jk})$$

Burada n_1 ve n_2 1. ve 2. Kümenin eleman sayısını temsil etmektedir.

S: Toplam standart sapma

$\bar{x}_{ik}, \bar{x}_{jk}$: i. ve j. gözlemin k değişkenindeki vektörü şeklindedir.⁸⁹

3.3.1.7 Canberra Uzaklığı

Bu uzaklık ölçüsü, negatif olmayan ve sıfıra yakın değerler taşıyan gözlemlerin sınıflandırılmasında kullanılabilir⁹⁰.

$$d(x_i, x_j) = \frac{\sum_{k=1}^p |x_{ik} - x_{jk}|}{\sum_{k=1}^p (x_{ik} + x_{jk})}$$

Uzaklık ölçülerindeki en büyük dezavantaj ise ölçü birimi farklılığında gözlenir. Yani, bağımsız değişkenlerin ölçü birimleri farklı olduğunda, örneğin biri metre, diğeri kilometre ile ölçüldüğünde, birbiri ile en bağımsız değişkenlerin aynı kümeye düştüğü gözlenmektedir. Bu nedenle, bağımsız değişkenlerin en baştan standartlaştırılması gerekmektedir.

⁸⁹ Tatlıdil, s.332

⁹⁰ Lance, Williams, Computer Programs for Hierarchical Polythetic Classification (Similarity Analyses), The Computer Journal, 1996, s.62.

Son olarak, farklı uzaklık ölçüleri kullanılarak yapılan kümeleme analizlerinde küme üyeliklerinde farklılıklar gözlenebilir. En uygun uzaklık ölçüsünü seçmek için, sonuçların teorik bilgi ve geçmiş çalışmalar ile desteklenmesi gerekmektedir.⁹¹

3.3.2 Korelasyon Ölçüleri

Kümeleme Analizinde kullanılan korelasyon katsayısı, iki gözlem arasındaki benzerliğin bir ölçüsüdür. Yüksek çıkan korelasyon katsayısı fazla benzerliği, düşük çıkan korelasyon katsayısı ise az benzerliği gösterir. Burada oluşan gruplardaki gözlemler bire bir benzer değillerdir. Korelasyon ölçüleri ile oluşan kümelerde, aynı küme içinde bulunan değişken özellikleri birbirine benzerdir. Bu nedenle Kümeleme Analizinde çok tercih edilmez. Çünkü Kümeleme Analizinde asıl olan gözlemlerin değişkenlere yönelik büyüklükleri değil, kendi büyüklük değerleridir. Kümeleme analizinde kullanılan korelasyon katsayısı genellikle Pearson Korelasyon Katsayısıdır.⁹²

Pearson Korelasyon Katsayısı:

$$r_{i,j} = \frac{\sum_{k=1}^p (x_{ik} - \bar{x}_i)(x_{jk} - \bar{x}_j)}{\sqrt{\sum_{k=1}^p (x_{ik} - \bar{x}_i)^2 \sum_{k=1}^p (x_{jk} - \bar{x}_j)^2}}$$

$$\bar{x}_i = \frac{1}{p} \sum_{k=1}^p x_{ik}$$

şeklinde hesaplanır. Burada p değişken sayısı, i ve j de gözlemler olarak tanımlanmıştır.

⁹¹ Orhunbilge, s. 479

⁹² Kalaycı, s.355

3.3.3 Benzerlik Ölçüleri

Burada örnekler içinde değişkenlerin birbirine olan benzerliğine göre Kümeleme Analizi yapılmaktadır. Benzerlikleri en fazla olan, yani en yakın gözlemler aynı kümeye düşecek şekilde analiz yapılır. Benzerlik ölçülerinin taşınması gereken özellikler;⁹³

- $s(x_i, x_j) = s(x_j, x_i)$
- $0 \leq s(x_i, x_j) \leq 1$
- $s(x_i, x_j) = 1$ eğer $x_i = x_j$ ise

Gözlemler arası ilişkiyi sembolize etmek gerekirse⁹⁴;

Tablo 2: 2x2 Nominal Veriler İçin Kontenjans Tablosu

		j. GÖZLEM		
		1 (DOĞRU)	0 (YANLIŞ)	
i. GÖZLEM	1 (DOĞRU)	a	b	(a + b)
	0 (YANLIŞ)	c	d	(c + d)
		(a + c)	(b + d)	p

Tablo. 2’de verilen değerler şöyledir:

a: Her iki gözlemde 1 olan değişken sayısı (1-1 eşlenenlerin sayısı)

⁹³ Orhunbilge, s. 475

⁹⁴ Dib, Linda and Carbone, CLAG: An Unsupervised Non Hierarchical Clustering Algorithm Handling Biological Data, BMC Bioinformatics 13.1,2012, s.184.

b: $X_{ik} = 1$ ve $X_{jk} = 0$ olan değişken sayısı (1-0 eşlenenlerin yani eşlenmeyenlerin sayısı)

c: $X_{ik} = 0$ ve $X_{jk} = 1$ olan değişken sayısı (0-1 eşlenenlerinin yani eşlenmeyenlerin sayısı)

d: Her iki gözlemde 0 olan değişken sayısı (0-0 eşlenenlerin sayısı)

p: $a + b + c + d$

Bu tablodan hareketle benzerlik katsayıları şu şekilde hesaplanır:

3.3.3.1 Basit Eşleştirme (Simple Matching)

Basit eşleştirme yöntemi ile hesaplanan benzerlik katsayısı; doğru olması beklenip doğru çıkan gözlem sayısı ile yanlış olması beklenip yanlış çıkan gözlem sayısının toplamının, tüm gözlem sayısına oranlanması ile bulunur.⁹⁵

$$S_{ij} = \frac{a + d}{a + b + c + d}$$

3.3.3.2 Jaccardi

Doğru olması beklenip doğru çıkan gözlem sayısının, yanlış olması beklenip yanlış çıkan gözlemler dışında kalan tüm gözlem sayısına oranlanması ile hesaplanır.⁹⁶

$$S_{ij} = \frac{a}{a + b + c}$$

⁹⁵ David Moore, The Practice of Statistics for Business and Economics. 3. Basım: New York: W.H. Freeman, 2011, s.247

⁹⁶ Moore, s. 248

3.3.3.3 Yule's Q

Beklendiği şekilde doğru ve yanlış çıkan gözlem sayılarının çarpımı ile beklendiği şekilde doğru ve yanlış çıkmayan gözlem sayısı arasındaki farkın, aynı değerlerin toplamına oranı ile hesaplanır.

$$S_{ij} = \frac{ad - bc}{ad + bc}$$

3.3.3.4 Binary Öklid

Doğru olması beklenirken yanlış çıkan ve yanlış çıkması beklenirken doğru çıkan gözlem sayılarının aritmetik ortalaması ile hesaplanır.

$$S_{ij} = \sqrt{b + c}$$

3.4 Küme Sayısının Belirlenmesi

Uygun küme sayısının belirlenmesi, yalnızca Hiyerarşik Kümeleme Analizinin bir sorunudur. Hiyerarşik Olmayan Kümeleme Tekniğinde bu şart aranmamaktadır. Çünkü Hiyerarşik Kümeleme Analizi Tekniğinde, uygun küme sayısını belirlemek asıl amaçtır. Yani, analiz edilen gözlemlerin, ilgili bağımlı değişken açısından kaç küme altında toplanacağını belirlemek esas alınmıştır. Bu doğrultuda, Ağaç Diyagramı, diğer bir adı ile dendogram, ya da uzaklık katsayıları, ya da diğer bir deyişle yığışım katsayısı kullanılabilir. ⁹⁷

Hiyerarşik Olmayan Kümeleme kullanılacak ise, önceki çalışmalar baz alınabilir. Yani, literatürde konu ile ilgili geçmişte yapılmış olan araştırmalar güncel araştırmalar için referans niteliğinde kullanılabilir. Örneğin, İnsani Gelişme Endeksi İçin yapılan bu çalışmada, Hiyerarşik Olmayan Kümeleme tekniği için, Birleşmiş Milletler tarafından yapılan dört kademedeki gelişme grupları (Çok Gelişmiş, Gelişmiş, Gelişmekte Olan ve Gelişmemiş olmak üzere) temel alınabilir.

⁹⁷Kalaycı, s.359

Eğer her iki teknik de kullanılacaksa ve uygun küme sayısı bilinmiyorsa, öncelikle Hiyerarşik Kümeleme Tekniği kullanılarak uygun küme sayısı belirlenip, daha sonra Hiyerarşik Olmayan Kümeleme analiz sonuçları değerlendirilebilir.

Eğer Hiyerarşik Kümeleme ile uygun küme sayısı belirleniyorsa, Ward tekniği kullanılmaktadır. Daha sonar da belirtileceği gibi, bu yöntem, her bir küme üyesinin, küme merkezine olan uzaklığını temel almakta ve grup içi varyansı minimum yapmayı amaçlamaktadır.⁹⁸

Diğer bir yandan, literatürde geçen ve en çok kullanılan küme sayısını belirleme formülü aşağıdaki gibidir:

$$k = \left(\frac{n}{2}\right)^{1/2}$$

şeklinde ifade edilmektedir. 1974 yılında geliştirilen bu formül, genellikle örneklem sayısının az olduğu durumlarda kullanılması uygundur. Büyük örneklerde kullanılması tavsiye edilmemektedir.⁹⁹

Bununla birlikte, Mariott tarafından geliştirilen M ölçütü de küme sayısını belirlemede kullanılabilir. M ölçütü, şu şekilde formülize edilebilir:

$$M = k^2 |W|$$

Burada, M değerini en küçük yapan k değeri uygun küme sayısı olarak alınabilmektedir. W ise grup içi kareler toplamı matrisidir.¹⁰⁰

⁹⁸ İlknur Esen Yıldırım, The Effect Of Principal Components Analysis Improving Discrimination Power On Data Envelopment Analysis Process, Istanbul University Journal of the School of Business, 2009, s.70.

⁹⁹ Wolkind, Everitt, A Cluster Analysis Of The Behavioural Items In The Pre-School Child, Psychological Medicine, 1974, s.425.

¹⁰⁰ Everitt, Wolkind, p.422.

Ayrıca, 1974 yılında Calinski ve Harabasz tarafından geliştirilen bir diğer endeks de küme sayısını belirlemede kullanılabilir. Bu endeksin formülü;¹⁰¹

$$C = \frac{\sum B / k - 1}{\sum W / n - k}$$

Burada,

B: Gruplar arası kareler ve çarpımlar toplamı matrisi olarak ifade edilebilmektedir.

Tüm bunlara ek olarak, Lewis ve Thomas tarafından literatüre eklenen ve iki temel kriterden oluşan bir teknik de uygun küme sayısını belirlemek amacı ile kullanılabilir. Bu 2 ölçüt;

1. Uygun küme sayısı ile toplam varyansın %80 'i açıklanabilmelidir.
2. Varyanslarda %5'lik bir değişme olduğunda, yeni bir küme eklenebilmeli ya da mevcut kümelerde azaltma yapılabilir. ¹⁰²

Dinçer ve Özdamar'a göre ise, Wilk's Lamda ölçütü, 30 üstü örnekleme sahip birçok araştırma için en uygun ölçüttür.¹⁰³ Çünkü bu değer, gruplar arası değişkenliğin, grup içi değişkenliğe göre en fazla olduğu durumları belirlemede en iyi ölçüttür. Bu ölçü şu şekilde hesaplanır:

$$\Delta = \frac{|W|}{|W + B|} = \frac{|W|}{|T|}$$

Burada;

¹⁰¹ Caliński, T., & Harabasz, J., A Dendrite Method For Cluster Analysis. Communications In Statistics-Theory And Methods, 1974, s.20

¹⁰² Celile Günay Atbaş Kümeleme Analizinde Küme Sayısının Belirlenmesi Üzerine Bir Çalışma, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü 2008, s. 22.

¹⁰³ Dinçer, Özdamar, Kümeleme Çözümlemesinde Uygun Kümeleme Ölçütlerinin Karşılaştırılması, Hacettepe Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 14, 1992, S.24

T: Çarpımlar ve kareler toplam matrisi

B: Gruplar arası çarpım ve toplam matrisi

W: Grup içi çarpımlar ve kareler toplam matrisi olarak tanımlanmıştır.

Lamda değeri maksimum 1, minimum 0 olabilmektedir. Tam 0 olması çok zordur ancak mümkün olduğunca 0'a yakın çıkması beklenmektedir. Bu değerin 0.01'in altına düşmesini sağlayan küme sayısı ise uygun küme sayısı olarak kabul edilir.¹⁰⁴

3.5 Kümeleme Yöntemleri

Kümeleme Analizi, bilim dallarının birçoğunda kullanılan verileri analiz etmek amacıyla kullanılabilir. Yalnızca sosyal bilimlerde değil, psikoloji, biyoloji, tıp gibi birçok alanda kullanılabilir.¹⁰⁵ Kümeleme analizinin kullanıldığı her uygulamada, oluşan küme merkezlerinin birbirine olan uzaklıklarının mümkün olduğunca fazla olması beklenmektedir. Yani küme içlerinin mümkün olduğunca homojen, kümeler arası değişkenliğin ise maksimum düzeyde olması beklenmektedir.

Bu doğrultuda, bazı kaynaklara göre iki, bazı kaynaklara göre ise üç farklı kümeleme tekniği kullanılabilir. Temel iki teknik Hiyerarşik Kümeleme (aşamalı) ve Hiyerarşik Olmayan Kümeleme (aşamalı olmayan) Teknikleridir. Üçüncü teknik olarak da adlandırılan İki Aşamalı (Two Step) Kümeleme Tekniği de güncel çalışmalarda sıklıkla kullanılmaktadır.

3.5.1 Hiyerarşik Kümeleme Yöntemi

Kümeleme Analizinin geleneksel yöntemlerinden biri olan hiyerarşik kümeleme, oluşturulacak küme sayısının önceden bilinmediği durumlarda kullanılmaktadır. Güncel çalışmaların büyük bir çoğunluğunda, hiyerarşik kümeleme uygulanırken genellikle seçilen

¹⁰⁴ Dicle Cengiz, Faruk Öztürk, Türkiyede İllerin Eğitim Düzeyine Göre Kümeleme Analizi ile İncelenmesi, Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, s.71

¹⁰⁵ Zerrin Aşan, Kredi Kartı Kullanan Müşterilerin Sosyo-Ekonomik Özelliklerinin Kümeleme Analiziyle İncelenmesi, Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 2015, s.8.

metot bağlantı (linkage) metodudur. Bunun yanında varyans yöntemi ve merkez yöntemi de sıklıkla kullanılabilir. ¹⁰⁶

Hiyerarşik kümelemede hangi birimin hangi birimler ile küme oluşturacağı ve kaç küme oluşacağı, gözlemlerin birbirlerine olan uzaklıklarına göre belirlenmeye çalışılır. Hiyerarşik kümeleme iki farklı şekilde uygulanabilmektedir. Bunlar birleştirici yöntem ve ayırıcı yöntemdir. ¹⁰⁷

Birleştirici yöntemde, her bir gözlem, başlangıçta birer küme gibi ele alınır. Böylece n tane küme ile analiz başlar. En yakın iki gözlem, yani küme birleştirilerek yeni kümeler oluşturulur. Daha sonra kümeler birbirlerine olan benzerliklerine göre yeniden kümelendir. Sonuçta tüm gözlemlerin tek bir küme oluşturması amaçlanır. Burada işleyen süreç bir ağaca benzetilebilir. ¹⁰⁸ Oluşan kümeler ağacın dallarını, sonuçta oluşan tek küme de ağacın gövdesini temsil etmektedir. Küme sayısını gösteren şekle de ağaç diyagramı (dendogram) adı verilir.

Ayırıcı yöntem için birleştirici yöntemin tam tersi olduğu söylenebilir. Ayırıcı yöntemde gözlemlerin en başta tek bir küme oluşturduğu varsayılır. Daha sonra gözlemlerden en az benzeyenler ayrılarak yeni küme oluştururlar. Bu süreç her birim ayrılıp yeni bir küme oluşturana kadar tekrar eder. Yani burada, analizin en sonunda n adet küme olması beklenir. Analizlerde genellikle birleştirici yöntem tercih edilmektedir. ¹⁰⁹

Gözlemlerin oluşturduğu uzaklık matrisleri doğrultusunda gözlemler birleştirilirken sıklıkla kullanılan 5 farklı yöntem vardır. Kısaca bahsedilirse:

- 1) Tek Bağlantı (En Yakın Komşuluk) Tekniği: Johnson tarafında önerilen, uygulanması en kolay teknik olduğundan en çok tercih edilen yöntemdir. ¹¹⁰ Her bir

¹⁰⁶ Şeref Kalaycı, s.359

¹⁰⁷ Dilek Altaş, Türk Bankacılık Sektörünün İstatistiksel Tekniklerle Analizi, Der Yayınları: İstanbul, 2006, s.81

¹⁰⁸ Hüseyin Tatlıdil, s.334

¹⁰⁹ Dilek Altaş, s.82

¹¹⁰ Hüseyin Tatlıdil, s.335

gözlemi, kendisine en çok benzeyen (uzaklık değeri en küçük) gözlem ile eşleme prensibine dayanır. İlk kümeler oluştuktan sonra, ikinci aşamada oluşacak kümenin yeni uzaklık ölçütü olarak, kümenin, birleşecek olduğu küme içindeki gözlemlerden, arasındaki uzaklığın en küçük olan gözlem değerini kullanır. Yani i ve j gözlemler, k küme olmak üzere¹¹¹;

$$d_{k(i,j)} = \min(d_{ki}, d_{kj})$$

Tüm gözlemler tek bir küme oluncaya kadar süreç devam eder.

- 2) Tam Bağlantı (En Uzak Komşuluk) Tekniği: Bu teknik de Johnson tarafından ortaya atılmış olup, kümelerdeki en büyük uzaklığa sahip birimlerle ilgilenmektedir. Başka bir deyişle, tek bağlantının tam tersine, yeni küme oluşurken kullanılan uzaklık, kümenin, birleşecek olduğu küme içindeki gözlemlerden, arasındaki uzaklığın büyük olan gözlem değerini kullanır. Yani i ve j gözlemler, k küme olmak üzere;

$$d_{k(i,j)} = \max(d_{ki}, d_{kj})$$
¹¹²

Yine tüm gözlemler tek bir küme oluşturana kadar eşleşmeler devam eder. Tam bağlantı tekniğinde uzaklık değerlerinin belli bir değerin altında olması durumunda kümeler oluşurken problem çıkabilmektedir. Sonuçlar çok güvenilir olmayabilir.

- 3) Ortalama Bağlantı Tekniği: İşleyiş açısından önceki iki yöntem ile benzerlik gösterirler. Verdiği sonuçlar tek bağlantı ve tam bağlantı yönteminin arasındadır. Zaten farkı da, yeni uzaklıkların tüm gözlem uzaklıklarının ortalaması ile oluşturulmasıdır. k ile t gözlem olmak üzere, oluşturdukları küme j, birleşeceği küme m olsun¹¹³;

$$d_{mj} = \frac{(n_k d_{kj}) + (n_t d_{tj})}{n_m}$$

¹¹¹ Hüseyin Tatlıdil, s.335

¹¹² Hüseyin Tatlıdil, s.335

¹¹³ Dilek Altaş, s.83

şeklinde ifade edilir. Bazı literatürlerde tekniğin çok önerilmediği gözlenmiştir. Nedeni ise, ortalama almanın gözlemler arası farkları azaltma eğiliminde olması, yani merkezileştirmesidir.

- 4) Ward Tekniği: Ward tekniği, diğer bir adıyla varyans tekniği en çok önerilen tekniktir. Elle hesaplama yapılması güçtür. Tüm bağlantıları ve olası tüm kümeleri ele alır. Sapma kareler toplamı, yani değişkenliği en küçük olan gözlemleri kümeler. Her bir gözlemin küme ortalamasından uzaklığı belirlenmiş olur. Bu sayede, olası en homojen kümeler oluşturulabilir.¹¹⁴ Yöntemin uç değerlerden çok etkilendiği bilinmektedir. Ayrıca Ward tekniği kullanılarak oluşturulan kümeler genellikle üye sayısı açısından birbirine çok yakındır.¹¹⁵
- 5) Merkezi (Centroid) Teknik: Ortalama bağlantı tekniğinin özel bir halidir. Uç değerlerin olduğu serilerde kullanılabilir. Kümeler arası uzaklık hesaplanırken, küme ağırlık merkezleri, yani kümeyi oluşturan gözlemlerin ortalama değeri kullanılır. Bu yöntemle kümeleme yapılırken daha çok kareli Öklit uzaklığından yararlanılmaktadır.¹¹⁶
- 6) Medyan Bağlantı Tekniği: Gözlem değerlerinin sayılarla ölçülemediği, ordinal ölçme düzeyine sahip veriler için kullanılabilir. Buna ek olarak sıra sayıları kullanıldı ise de medyan bağlantı tekniği tercih edilebilir.

¹¹⁴ Ward Jr, Joe H, Marion E. Hook. Application Of An Hierarchical Grouping Procedure To A Problem Of Grouping Profiles, Educational and Psychological Measurement, 1963, s.75.

¹¹⁵ Reha Alpar, s.333

¹¹⁶ Reha Alpar, s.333

3.5.2 Hiyerarşik Olmayan Kümeleme Yöntemleri

Kümeleme Analizi yaparken Hiyerarşik Olmayan Kümeleme yöntemini tercih edebilmek için gerekli olan ilk şart, küme sayısını önceden biliyor olmaktır. Bunun için geçmişte konu ile ilgili yapılmış çalışmalar referans alınabileceği gibi, konu ile ilgili ve yetkili kurum ve kuruluşlar tarafından belirlenmiş bir grupta var ise bu da referans alınabilir.

Analiz, araştırmacı tarafından belirlenen küme sayısından hareketle başlar. İlk olarak gözlemler arasındaki tipik gözlemler belirlenir. Daha sonra her birey, benzer özelliklerine göre tipik gözlemin etrafında birikir ve kümeler oluşur. Analiz çıktısında, değişkenlerin anlamlılığını gösteren ANOVA tablosu olduğundan hiyerarşik kümeleme yöntemine göre daha güvenilir olduğu söylenebilir.

Küme sayısının önceden belirlenmesi sebebi ile dikkat edilmesi gereken noktalar mevcuttur. Bunlardan ilki işlemlerin tekrarlanma sıklığı, ikincisi de yakınsama ölçütüdür.¹¹⁷ İşlemlerin tekrarlanma sıklığı, yani iterasyon sayısının en fazla 10 olması önerilirken, yakınsama kriteri için 0 ile 1 aralığında mümkün olan en küçük değerin tercih edilmesi önerilmektedir. Bu sayede analizin güvenilirlik düzeyi artacaktır.

Hiyerarşik (aşamalı) olmayan kümeleme yönteminin, hiyerarşik kümelemeye kıyasla en büyük avantajı, daha büyük veri setleri için kullanılabilmesidir. Hiyerarşik olmayan yöntemde örnek hacmi 1000 ve üstü olabilen veriler analiz edilebilirken bu aşamalı kümelemede pek mümkün olmamaktadır. Çünkü hiyerarşik yöntem (nxn) boyutlu uzaklık matrisleri kullanmaz.¹¹⁸ Buna ek olarak, aşamalı olmayan kümeleme yönteminde kullanılan ölçülerin birçoğu aşırı değerlerden fazlaca etkilenirken, aşamalı yöntemde bu problemle nadiren karşılaşmaktadır.

Hiyerarşik olmayan kümelemede 2 farklı yöntem bulunmaktadır. Bunlardan birincisi k – ortalamalar (k – means) yöntemi, diğeri ise en çok benzerlik (maximum likelihood)

¹¹⁷ Şeref Kalaycı, s.360

¹¹⁸ Reha Alpar, s.341

yöntemidir. Hiyerarşik olmayan kümelemede genellikle k – ortalamalar yönteminin kullanıldığı gözlenmiştir.

3.5.2.1 K – Ortalamalar Yöntemi

Yalnızca küme sayısının önceden bilindiği durumlarda kullanılan k ortalamalar yöntemindeki k, küme sayısını, ortalamalar kelimesi ise kümeyi oluşturan gözlem değerlerinin ortalamasını temsil etmektedir. Küme sayısı konusundaki koşul, en az iki, en fazla n küme olmasıdır. İsminden de anlaşılacağı gibi, k ortalamalar tekniği, sayısal işlem gerektirdiğinden yalnızca nicel veriler için (en az aralıklı ölçme düzeyi ile ölçülmüş verilerde) kullanılabilir. Yöntemin dezavantajı ise aritmetik ortalama kullanıldığından aşırı değerlere karşı çok duyarlı olmasıdır.¹¹⁹ Yapılan literatür taraması sonucu, analizin ilerleyiş biçimi şöyledir;

- ✓ İlk aşamada tüm gözlemler bir küme gibi ele alınır. Yani başlangıçta $k = n$ ' dir.¹²⁰
- ✓ Daha sonra araştırmacı tarafından daha önceden belirlenen küme sayısına göre, gözlemler küme merkezi olacak şekilde küme kaynağı (cluster seeds) olarak belirlenir.¹²¹
- ✓ Geri kalan her gözlem, kendine en uygun uzaklık matrisine sahip kümeye atanır. Uzaklık matrisleri ortalamalarla oluşturulur.
- ✓ Her bir atamadan sonra tekrar uzaklık matrisi oluşturulur ve geri kalan gözlemlerin ataması yapılır.
- ✓ Her bir gözlem bir kümeye atanıp, küme içi homojenlik ve kümeler arası heterojenlik maksimum olana kadar işlem devam eder.

Daha önce de belirtildiği gibi, aşırı değerler küme merkezlerini çok değiştirdiğinden, çok büyük ya da çok küçük değerlere sahip gözlemlerin bulunduğu serilerde kullanılması

¹¹⁹ Clifford, Harry et al. Comparison of Clustering Methods for Investigation of Genome-Wide Methylation Array Data, Front. Gene, 2011, s.30

¹²⁰ Hüseyin Tatlıdil, s.339

¹²¹ Reha Alpar, s.341.

önerilmemektedir. F testi uygulanarak da kümeler arası farkın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı incelenebilmektedir.¹²²

3.5.2.2 En Çok Olabilirlik Yöntemi

En çok olabilirlik ya da maksimum benzerlik yönteminde, tüm gözlemlerin bağımsız olduğu ve aynı olasılık yoğunluk fonksiyonuna sahip olduğu varsayımı bulunmaktadır. Yöntemde esas olan, belli bir örneklem değerlerinin gerçekleşme olabilirliğini en yüksek yapan anakütle parametrelerini bulmaya çalışmaktır. Bu doğrultuda, Kümeleme Analizinde her bir gözlem en yüksek olabilirlik değeri verebilecek şekilde önceden belirlenen küme sayısına kümelere atanmaktadır. Teorik açıdan çok önemli olsa da, çözüm sürecinin uzun ve karmaşık olması nedeni ile pratikte pek tercih edilmemektedir.¹²³ En çok olabilirlik yönteminin anakütle dağılımının bilindiği durumdaki algoritması;¹²⁴

$$L(\theta | x_1, x_2, \dots, x_n) = L(\theta | x) = \prod_{i=1}^n f(x_i; \theta), \quad i = 1, 2, \dots, n$$

$$\theta_{e\check{c}o} = \arg \max_{\theta} L(\theta | x) \prod_{i=1}^n f(x_i; \theta)$$

şeklinde tanımlanabilir. Burada x'ler bir olayın gerçekleşmesini gösterirse, θ bilinmeyenidir. $\theta_{e\check{c}o}$ ise θ 'nin en çok olabilirlik ile tahminidir. Çözüm kolaylığı için logaritma alındığında θ 'nin en çok olabilirlik ile tahmini şu şekilde hesaplanır:

$$\hat{\theta}_{e\check{c}o} = \arg \max_{\theta} \ln L(\theta | x)$$

Bu maksimizasyon denkleminin çözümü için gerekli koşullar;

¹²² Neyran Orhunbilge, s.477

¹²³ Turanlı, Özden, Türedi, s.100.

¹²⁴ Hair, Black, Babin & Anderson, Multivariate Data Analysis A Global Perspective, Pearson Global Editions, 7. Baskı, New Jersey, 1992, s. 186

$$\frac{\partial}{\partial \theta} \ln L(\theta | x) = 0, \quad \left(\frac{\partial}{\partial \theta}\right)^2 \ln L(\theta | x) < 0$$

Şeklinde olmalıdır. Yani denkleminde birinci türevin 0'a, ikinci türev matrisinin ise negatif belirli olması gerekmektedir.

Geleneksel kümeleme yöntemlerine ek olarak, 2012 yılında SPSS (paket program) tarafından geliştirilen İki Aşamalı (Two Step) Kümeleme Tekniği de güncel araştırmalarda sıklıkla kullanılmaktadır.

3.5.3 İki Aşamalı Kümeleme Yöntemi

İki Aşamalı Kümeleme Analizi, uygun küme sayısının önceden bilinmediği durumlarda kullanılabilir. İki aşamalı teknik hem kategorik ölçme düzeyindeki verilere hem de sürekli verilere Kümeleme Analizi uygulamayı mümkün kılmaktadır. Buna ek olarak geleneksel Kümeleme Analizi yöntemlerinin büyük veri setlerinde uygulanmasında karşılaşılan sorunları da iki aşamalı teknik ile düzeltmek mümkün olmuştur. Geleneksel yöntemler, büyük verilerin ancak küçük gruplara bölünerek analiz edilmesi ile teorik altyapıya uygun sonuçlar verebilmektedir. Öte yandan İki Aşamalı teknik, veri setlerinin büyüklüğünden etkilenmeksizin, tüm gözlemleri aynı anda analize tabi tutabilmektedir.¹²⁵

Hiyerarşik Kümelemede gözlem çiftlerinin oluşturduğu büyük boyuttaki bir uzaklık matrisi gereksinimi, Hiyerarşik Olmayan Kümelemede, uygun küme sayısının önceden bilinmesi gerekliliği ve her bir gözlemin tek tek tüm kümelere atanarak en uygun kümelemenin oluşturulması, bu iki temel yöntemi büyük veri setleri için yetersiz kılmıştır.¹²⁶ İki aşamalı yöntemin büyük veriler için kullanışlı olmasının en önemli sebebi, verilerin tek bir iterasyonu ile küme sayısının belirlenmesi ve kümelerin oluşturulmasıdır.

¹²⁵ Selay Giray, İki Aşamalı Kümeleme Analizi İle Hükümlü Verilerinin İncelenmesi. Ekonometri ve İstatistik e-dergisi, 2016, s.16

¹²⁶ Giray, s.17

Öte yandan, iki aşamalı kümeleme tekniğinde, gözlemlerin kategorik ya da metrik olması gibi bir ayrım bulunmamaktadır. Bu da analizin çok büyük bir avantajıdır.

İki Aşamalı Kümeleme Analizinin algoritması da uzaklık ölçümlerine dayanmaktadır. Şüphesiz ki bu algoritma, tüm değişkenlerin bağımsız olduğu, metrik değişkenlerin normal dağılıma sahip olduğu, ya da kategorik değişkenlerin çok terimli dağılıma sahip olduğu durumlarda en iyi sonucu vermektedir. Ancak pratikte, bu varsayımların sağlanması her zaman mümkün olmayabilir. Kümeleme Analizinde parametrik bir hipotez testinin kullanılmaması sayesinde, bu varsayımlar sağlanmasa bile, iki aşamalı kümeleme tekniğinin makul sonuçlar verdiği gözlenmiştir.

İki Aşamalı Kümeleme Analizinin uygulanma adımları, ‘Ön Kümeleme’, ‘Aykırı Değerlerin Saptanması’ ve ‘Kümelerin Oluşturulması’ şeklindedir.

Ön kümelemede amaç, uzaklık matrisinin boyutunu küçültmektir. Bunun için ‘Küme Özellik Ağacı’ adı verilen bir yapı kullanılır.¹²⁷ Küme Özellik Ağacı, düğümlerden oluşur ve küme merkezlerini barındıran yapraklarda son bulur. Her bir gözlem, taşıdığı değere göre kök düğümden başlayarak, önce alt düğümlere, oradan da kendi değerine en yakın yapraklara atanır. Eğer atandığı yaprağın taşıdığı küme merkezinden çok farklı bir yapıda ise yeni yapraklar oluşturur ve ağaç tamamlanır. Yani, her bir gözlem, kullanılan uzaklık ölçüsüne göre teker teker taranmak suretiyle, ya önceden oluşan ön kümelerden birine atanır ya da yeni bir kümeyi başlatır. Buradaki uzaklık matrislerinin yapısı, verilerin kategorik ya da sürekli olmasına göre değişiklik göstermektedir. Sürekli değişkenler için oluşturulan uzaklık matrisleri Kareli Öklid Uzaklığını kullanır. Yani, iki küme merkezinin birbirine olan uzaklığı Kareli Öklid Uzaklığını vermektedir.

¹²⁷ Şchipou Applying, Two Step Cluster Analysis for Identifying Bank Customers’ Profile, Buletinul, s.67

Bir diğerk uzaklık matrisi uzaklığı da, hem sürekli hem de kategorik verilerde kullanılabilen log-benzerlik uzaklığıdır.¹²⁸ Ön kümeleme bittiğinde, yani ağaç tamamlandığında, aynı ön küme içinde olan gözlemler artık tek bir birim gibi değerlendirilir. Artık uzaklık matrisleri gözlem çiftleri için değil, ön küme çiftleri için oluşturulur. Böylece uzaklık matrisinin boyutu da küçültülmüş olur. Ön küme sayısının fazla olması, daha benzer birimleri barındıran kümeler oluşacağından daha faydalıdır. Ancak çok sayıda ön küme, algoritmayı yavaşlatabilmektedir.

İki Aşamalı Kümeleme Tekniğinin ikinci safhası, aykırı değerlerin saptanmasıdır. Herhangi bir yaprakta bulunan gözlem sayısı, en büyük yapraktaki gözlem sayısının %25'inden az ise, bu yapraktaki gözlemler aykırı değer olarak varsayılmaktadır.¹²⁹ Henüz nihai kümeler oluşmadan saptanabilen bu uç değerler, araştırmanın konusu doğrultusunda veri setinden çıkarılabilir ve anlamsız kümelerin oluşması sorunu ortadan kaldırılabilir. Tekniğin son aşamasında ise ön kümeler yeni girdi matrisini oluşturur. Oluşan yeni uzaklık matrisi ile istenen sayıda küme oluşturulur ve analiz tamamlanmış olur.¹³⁰

Küme sayısı güvenilir düzeydeki ön bilgiler ışığında araştırmacı tarafından önceden belirlenebileceği gibi, küme sayısının önceden bilinmediği durumlarda analiz esnasında Schwarz's Bayesyen Bilgi Kriteri (BIC) ya da Akaike'nin Bilgi Kriteri (AIC) doğrultusunda da belirlenebilir. Bu değerlerin hesaplanması:¹³¹

¹²⁸ Şchipou, s.68

¹²⁹ Turanlı, Özden, Türedi, s.111

¹³⁰ Kubas, Altas, & Sezen, Environmental Sensitivity Analysis İn Turkey. International Journal of Global Environmental Issues, 15(3), 2016, s.182.

¹³¹ Şchipou, s.68

$$BIC(J) = -2 \sum_{j=1}^J \xi_j + m_j \log(N)$$

$$AIC(J) = -2 \sum_{j=1}^J \xi_j + 2 m_j$$

şeklindedir. Burada;

$$m_j = J \left\{ 2 K^A + \sum_{k=1}^{K^B} (T_k - 1) \right\}$$

i ve j kümeleri arasındaki mesafe ise;

$$d(i, j) = \xi_i + \xi_j - \xi_{(i,j)}$$

$$\xi_i = -N_r \left(\sum_{k=1}^{K^A} \frac{1}{2} \log(\sigma_k^2 + \sigma_{rk}^2) + \sum_{k=1}^{K^B} E_{rk} \right)$$

$$E_{rk} = - \sum_{t=1}^{T_k} \frac{N_{rkt}}{N_r} \log \frac{N_{rkt}}{N_r}$$

şeklinde tanımlanır. Burada;

$d(i, j)$: I ve j kümeleri arasındaki mesafe

K^A : sürekli değişken sayısı

K^B : kategorik değişken sayısı

T_k : k. kategorik değişkenin kategori sayısı

N_r : r. kümedeki gözlem sayısı

N_{rk} : t tane kategoriye sahip k. kategorik değişkendeki gözlem sayısı

σ_k^2 : sürekli değişkenin tahmini varyansı

σ_{rk}^2 : r kümesindeki k sürekli değişkeninin tahmini varyansı

olarak tanımlanmıştır. Sonuç olarak en küçük AIC veya BIC kriterine sahip olan küme sayısı optimum küme sayısı olarak kabul edilir.¹³²

3.6 Kümeleme Analizinin Diğer Çok Değişkenli Analiz Yöntemlerinden Farkı

Kümeleme Analizi, Diskriminant Analizi, Lojistik Regresyon Analizi gibi Çok Değişkenli Analiz yöntemleri ailesinden gözlemlerin sınıflandırılması amacıyla kullanılmaktadır. Kümeleme Analizinin amacı çok değişkenli bir veriye dayalı olarak, gözlemleri benzerliklerine ya da uzaklıklarına göre sınıflara ayırmaktır. Amaç olarak çok benzediği Diskriminant Analizi ile Kümeleme Analizini birbirinden ayıran bazı noktalar vardır. Bunlar:¹³³

- Kümeleme Analizinde, yalnızca ölçme hatasının olmaması gibi birkaç temel varsayımın sağlanması yeterlidir. Oysa Diskriminant Analizi, bağımsız değişkenlerin çoklu normalliği, çoklu doğrusal bağlantı gibi birçok varsayıma karşı aşırı duyarlıdır. Varsayımların sağlanmadığı durumlarda, Diskriminant Analizinin alternatifi olarak Kümeleme Analizi kullanılabilir.
- Diskriminant Analizinde, gözlemlerin kaç sınıfa ayrılacağı önceden bilinirken, Kümeleme Analizinde cevaplanmak istenen sorulardan birisi de uygun küme sayısının kaç olduğudur.

¹³² Kubas, Altaş, Sezen, s.183

¹³³ Bülbül, Çilingirtürk, Altaş ve Yıldırım, Avrupa Birliği'ne Bakış Açıları Yönünden Akademisyen Profili. İstanbul: Der Yayınları, 2007

- Diskriminant Analizde, bağımlı değişkenin kategorik, bağımsız değişkenin ise metrik olma şartı aranmaktadır. Kümeleme analizinde, değişkenler arasında bağımlı değişken – bağımsız değişken ayrımı bulunmamaktadır.
- Diskriminant Analizde bulunup, Kümeleme Analizinde bulunmayan önemli bir nokta da, Kümeleme Analizinin sadece mevcut durumun (verinin) analizini yaparken, Diskriminant Analizinin, daha sonra eklenebilecek verilerde kullanmak üzere bir Ayrım Fonksiyonu oluşturmasıdır.

Kümeleme Analizini diğer çok değişkenli analiz teknikleri ile benzerlik ve farkları da şu şekilde özetlenebilir:¹³⁴

- Gözlemleri yakınlıklarına göre görsel haritalar üzerinde gösteren çok boyutlu ölçeklemeye benzer olarak, Kümeleme Analizinde birimlerin oluşturdukları kümeleri gösteren Dendogram yani ağaç diyagramı adı verilen görsel bulunmaktadır.
- Faktör Analizi ile benzer olduğu nokta ise her ikisinin de sınıflandırma yapmasıdır. Ancak Kümeleme Analizi genellikle gözlemleri sınıflarken Faktör Analizi genellikle değişkenleri sınıflar.

¹³⁴ Moore, s.250

4. UYGULAMA

4.1 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Bu çalışmada, Dünya genelindeki ülkelerin İnsani Gelime Endeksi'ni oluşturan bileşenleri, Kümeleme Analizinin üç farklı yöntemi ile analiz edilmiştir. Tüm bileşen değerleri, yani alt endeksler, Birleşmiş Milletler tarafından her yıl yayınlanan İnsani Gelişim Raporundan (Human Development Report) alınmıştır.

Yapılan literatür taramasında, Kümeleme Analizinin sınıflama söz konusu olduğunda sıklıkla kullanıldığı görülmüştür. Yöntemin tercih edilmesinin önemli sebeplerinden biri nitel ve nicel verileri birlikte analiz edebilmesidir. Diğer bir neden ise, veri setinin gözlem sınıflamaya hizmet eden diğer Çok Değişkenli Yöntemlerin varsayımlarını sağlamamasıdır. Bu kapsamda, Hiyerarşik Kümeleme Analizi yapılırken Ward Tekniği, Hiyerarşik Olmayan Kümeleme Analizi sürecinde ise k – Ortalamalar tekniğinden yararlanılmıştır.

Bu çalışmada yapılan kümelemeye benzer bir sınıflandırma, BM tarafından endeks değerlerinin geometrik ortalaması kullanılarak yapılmaktadır. Ancak bu hesaplama yöntemi ile ülkelerin birbirlerine göre gelişmişlik düzeyini hesaplamak mümkün olmamaktadır. BM sıralamasına göre öncelikle ülkelerin İGE değerleri hesaplanır, daha sonra ülkeler bu değerlere göre bir sınıflamaya tabi tutulurlar. Bu çalışmada ise, ülkelerin sıralaması reel bir değere göre değil, incelenen değişkenler açısından ülkeler, birbirlerine göre uzaklıkları baz alınarak sınıflanacaktır. Bu bağlamda Kümeleme Analizini 3 farklı yöntemi kullanılacak ve en iyi sonuç veren yöntem BM sıralaması ile karşılaştırılacaktır. Böylelikle elde edilen kümelerin tek bir değişkenin yüksek etkisinden arınması mümkün olacaktır.

4.2 Kullanılan Veri Seti

İGE'yi oluşturan alt endeksler, ülkelerin eğitim, sağlık ve gelir verileri ile hesaplanmaktadır. Eğitim endeksi, ülkedeki ortalama eğitim süresi ile beklenen eğitim süresinin aritmetik ortalaması ile hesaplanmaktadır. Sağlık göstergesi olarak bireylerin ortalama yaşam süresi temel alınırken gelir göstergesi olarak da Kişi Başı Gayri Safi Milli

Hasıla kullanılmaktadır. Bu kapsamda, 188 ülkenin 2015 yılı verileri ile hazırlanmış İGE değerleri kullanılmıştır. Birleşmiş Milletler 'in İGE hesaplama yöntemi olan 'geometrik ortalama' yerine, Kümeleme Analizi yöntemlerinin literatürde önerilen en uygun ölçüleri kullanılarak ülkeler kümelere ayrılmıştır. Üç farklı Kümeleme Analizi yöntemi uygulanarak elde edilen sonuçlar karşılaştırılacaktır. Hangi yöntemin verdiği sonuçların Birleşmiş Milletler'in oluşturduğu ülke sınıflarına daha çok benzediği incelenecektir.

Son olarak, kümeleme Analizinin tüm analiz tekniklerinde verilerin standartlaştırılmış değerleri kullanılmalıdır. Çünkü özellikle Sosyal Bilimlerde kullanılan Çok Değişkenli İstatistiksel Analiz teknikleri, ölçü birimleri farklı olan değişkenleri kullanır ancak ölçü birimi farklı olan değişkenlerin analiz sonuçları ölçü birimi aynı olan verilerin analiz sonuçlarına kıyasla daha az güvenilirdir.¹³⁵ Bu nedenle, verilerin standartlaştırılması gerekir. Veriler farklı yöntemlerle standartlaştırılabilir.

4.3. Verilerin Standartlaştırılması

Z dönüşümü sonucunda, veriler 0 (sıfır) ortalama etrafında ve standart sapası 1 (bir) olan yeni bir skora dönüştürülür. 0 ortalamanın en büyük avantajı, negatif değerlerin ortalamanın altında, pozitif değerlerin ise ortalamanın üstünde bir seyir izlediğini söyleyebilmektir. Z dönüşümü şu şekilde uygulanır;

$$Z_i = \frac{X_i - \bar{X}}{S}$$

Burada s standart sapmayı temsil etmektedir. Bunun yanında farklı standartlaştırma yaklaşımları da bulunmaktadır. DA değişim aralığı olacak şekilde bu yaklaşımlar;

¹³⁵ Reha Alpar, s.95.

1) Dağılım aralığı 1 olacak şekilde standartlaştırma:

$$S_i = X_i/DA$$

2) Dağılım aralığı (-1,+1) olacak şekilde standartlaştırma: Aşırı değerleri olduğu serileri standartlaştırmak için uygundur.

$$S_i = \frac{X_i - \left(\frac{\max + \min}{2}\right)}{DA/2}$$

3) Dağılım aralığı (0,+1) olacak şekilde standartlaştırma: Bu da aşırı değerlerin olduğu serilerde kullanılabilir. Özellikle (-) değerlerin olduğu serilerde (-) işaretler (+) işaretli konuma getirilir.

$$S_i = \frac{X_i - X_{max}}{DA}$$

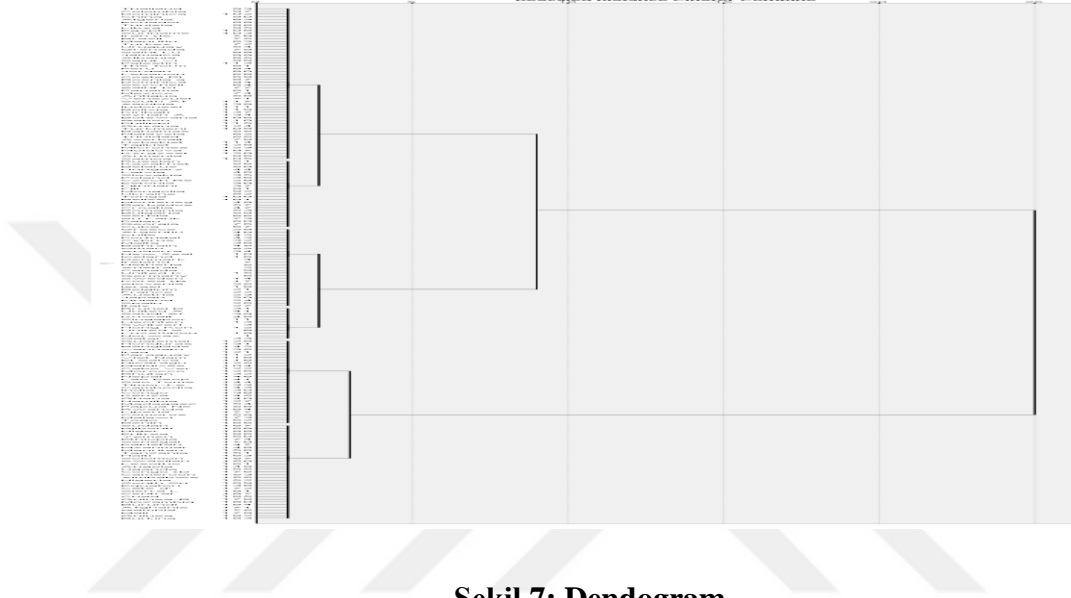
olarak özetlenebilir. Değişkenler standartlaştırıldığı için dağılımın şeklinin değiştiğini söylemek mümkün değildir¹³⁶. Bu işlem yalnızca verilerin tanım aralığını değiştirmek ile ilgilidir. Yapılan tüm analizlerde, değişkenlerin standartlaştırılmış değerleri kullanılmıştır. Bulgularda her bir yöntem için ayrı ayrı küme üyelikleri aşağıda belirtilmiştir.

4.4 Hiyerarşik Kümeleme Sonuçları

İlk olarak Hiyerarşik Kümeleme Analizi ile verilerin küme üyelikleri incelenmiştir. Dendogram doğrultusunda küme sayısı belirlenmiş ve küme üyelikleri oluşturulmuştur. Özellikle ülkelerin kişi başına düşen milli gelirlerindeki geniş dağılım aralığı nedeni ile veriler standartlaştırılmıştır. Daha önce yapılan benzer çalışmaların ışığında, birleştirici Kümeleme Analizi kullanılmıştır. Tüm Hiyerarşik Kümeleme Yöntemleri denenmiştir. Ancak geçmiş çalışmalarda da en çok kullanılan teknik olan Ward tekniği, homojenliği en yüksek kümeleri oluşturabilmek için seçilen en iyi Hiyerarşik Kümeleme Yöntemi olmuştur.

¹³⁶ Reha Alpar, s.99

Çünkü diğer yöntemler ile elde edilen küme merkezleri Ward tekniği ile elde edilen küme merkezlerine göre birbirine çok yakındır. Literatürden hareketle kullanılan uzaklık ölçüsü ise Öklid'dir.



Şekil 7: Dendogram

Dendrogram çıktılarına göre, Hiyerarşik Kümeleme Analizi sonucunda uygun küme sayısı 3 (üç) olarak belirlenmiştir. Yani, Birleşmiş Milletler 'in yaptığı 4 sınıflı gruplamının aksine, ülkeler belirlenen değişkenler doğrultusunda 3 sınıflı bir gruplamaya da tabi tutulabilir. Şekil 7'de de görüldüğü gibi, öncelikle her bir gözlem bir küme gibi ele alınmış, daha sonra kümeler benzerliklerine göre birleştirilmiştir. En sonunda ise tek bir küme elde edilmiştir. Ülkelerin 3 kümeye ayrıldığı Şekil 8'den belğin bir şekilde gözlenmektedir. Oluşan kümelerin karakterlerini belirlemek için aşağıdaki küme merkezlerini içeren tablo oluşturulmuştur.

Tablo 3: Ward Tekniği Küme Merkezleri

	BEKLENEN YAŞAM SÜRESİ	BEKLENEN EğİTİM SÜRESİ	ORTALAMA EğİTİM SÜRESİ	KİŞİ BAŞI MİLLİ GELİR
1. Küme	80,62	16,21	11,25	47127,24
2. Küme	73,52	13,66	9,28	13536,88
3. Küme	61,84	9,74	4,51	3495.226

Ward tekniği ile kümelenen ülkelerin küme merkezleri incelendiğinde, her bir değişken ortalamasının 3 küme için de belirgin Şekilde farklı olduğu gözlenmiştir. Bu da Kümeleme Analizinin amaçlarından olan ‘kümeler arası minimum benzerlik’ teorisi ile örtüŐmektedir.

Bulgulara göre, her 3 değişken için de en yüksek ortalamaya sahip olan küme ilk kümedir. Bu durumda ilk küme için ‘İyi Gelişmiş’ ülkelerden oluştuğu söylenebilir. Küme merkezlerinden hareketle, ikinci kümedeki gözlemlerin ‘Gelişmiş’ ülkelerden, üçüncü kümedeki ülkelerin ise ‘Gelişmemiş’ olduğunu söylemek mümkündür. nc kümede yer alan ülkelerin öncelikle yaşam süreleri uzamalıdır ki, sağlıklı bireyler ile eğitim arttırılabilir. Böylece ülkelerdeki nitelikli üretim artabilir ve bu da gelirin artmasını sağlar.

Elde edilen küme merkezlerine göre, ülkelerin ait oldukları küme bilgilerini içeren tablo aşağıda verilmiştir.

Tablo 4: Ward Tekniği Kümeleme Sonuçları

ÜLKE SINIFLARI	ÜLKELER
1. KÜME	Norveç, Avusturalya, İsviçre, Danimarka, Hollanda, Almanya, İrlanda, Amerika, Kanada, Yeni Zelanda, Singapur, Hong Kong, Lihtentayn, İsvi, İngiltere, İzlanda, Kore, İsrail, Lüksemburg, Japonya, Belçika, Fransa, Avusturya, Finlandiya, Slovenya, İspanya, İtalya, Yunanistan, Brunei, Güney Kıbrıs, Katar, Andora, Malta, Sudi Arabistan, Arjantin, Birleşik Arap Emirlikleri, Şili, Portekiz, Bahreyn, Kuveyt, Umman
2. KÜME	ek Cumhuriyeti, Estonya, Slovakya, Polonya, Litvanya, Macaristan, Letonya, Hırvatistan, Karadağ, Beyaz Rusya, Rusya, Romanya, Uruguay, Bahamalar, Kazakistan, Barbados, Antigua, Bulgaristan, Palau, Panama, Malezya, Moritus, Seyşeller, Trinidad, Sırbistan, Küba, Lübnan, Kosta Rika, İnan, Venezüella, Türkiye , Sri Lanka, Meksika, Brezilya, Gürcistan, Azerbaycan, Grenada, Ürdün, Ukrayna, Cezayir, Peru, Arnavutluk, Ermenistan, Bosna Hersek, Ekvator, Çin, Fiji, Moğolistan, Tayland, Dominik Cumhuriyeti, Libya, Tunus, Kolombiya, Jamaika, Tonga, Belize, Dominika, Surinam, Samoa, Moldova, Mısır, Türkmenistan, Gabon, Endonezya, Filistin, Özbekistan, Filipinler, Güney Afrika, Bolivya, Kırgızistan, Guyana, Tacikistan, Suriye, Zambiya
3. KÜME	Maldivler, Paraguay, El Salvador, Vietnam, Irak, Yeşil Burun Adaları, Nikaragua, Fas, Namibya, Guatemala, Hindistan, Butan, Doru Timor, Kongo, Ekvator Gine’si, Gana, Laos, Bangladeş, Kamboçya, Kenya, Nepal, Pakistan, Myanmar, Angola, Svaziland, Tanzanya, Nijerya, Kamerun, Madagaskar, Zimbabve, Solomon, Papua Yeni Gine, Komoros, Yemen, Afganistan, Lesotho, Togo, Haiti, Uganda, Benin, Sudan, Güney Sudan, Senegal, Malavi, Etiyopya, Gambia, Liberya, Mali, Mozambik, Gine, Burkina, Burundi, Eritre, Nijer

Tablo 4’de, Ward tekniği ile kümelenmiş ülkelerin kümelerine göre dağılımları gösterilmektedir. Buna göre, 1. Kümede toplanan ülkelerin büyük bir çoğunluğu Avrupa Birliği lkeleridir. Kümede bulunan AB yelerinin genellikle en zengin Avrupa lkeleri olduğu gözlenmiştir. Bunun yanında, Amerika, Kanada, Yeni Zelanda, Singapur, Hong Kong, İngiltere Japonya, Kore, İsrail, Bruney, Güney Kıbrıs, gibi hem zengin, hem de çok gelişmiş ülkeler de yer almaktadır. Arap lkelerinden Katar Sudi Arabistan, Birleşik Arap Emirlikleri, Bahreyn, Kuveyt, Umman da ilk kümede yer almaktadır. Bu lkeler Arap yarımadasının en zengin ülkeleridir. Latin Amerika ülkelerinden yalnızca Arjantin ve şili’nin ilk kümede yer alabildiği gözlenmektedir.

Ward tekniği sonuçlarına göre, en fazla üyeye sahip küme ikinci kümedir. Kümede ilk kümede bulunmayan tüm AB yesi ülkeler, ikinci kümede yer almaktadır. Bunun yanında Rusya ve Çin gibi iki büyük ekonomiye sahip ülkenin ancak ikinci kümede yer aldığı gözlenmektedir. Bu da ülkelerin zenginlikleri ile gelişmişlik düzeylerinin her zaman orantılı olmadığını göstermektedir. İkinci kümede yer alan diğer bir ülke grubu ise Eski Sovyet lkeleridir. Tüm Eski Sovyet (Rusya, Estonya, Letonya, Litvanya, Beyaz Rusya, Moldova, Ukrayna, Azerbaycan, Ermenistan, Kazakistan, Kırgızistan, Özbekistan, Tacikistan, Türkmenistan Gürcistan) lkeleri ikinci kümede yer almaktadır. Buna ek olarak Haiti ve Guatemala dışındaki tüm Latin Amerika lkeleri de bu kümede yer almaktadır. Türkiye de ülkeler arası sıralamada 2. kümede yer almıştır.

nc küme ise Afrika ve Asya ülkelerinden oluşmaktadır. Bunların dışında Haiti ve Guatemala bulunmaktadır. Kümenin en önemli yesi, yoğun nüfusa sahip olan Asya lkesi Hindistan’dır. Kümede yer alan ülkelerin büyük birçoğunda açlık ve temiz suya ulaşmak en temel sorundur.

4.5 Hiyerarşik Olmayan Kümeleme Sonuçları

Hiyerarşik Olmayan Kümeleme Analizinin uygulama aşamasında, Birleşmiş Milletler 'in ülkeleri gelişmişlik düzeyine göre sınıflarken kullandığı 4 grup uygun küme sayısı olarak belirlenmiştir. Tüm verilerin metrik olması sayesinde yöntem olarak k – ortalamalar yöntemi kullanılmıştır. Öncelikle, ülkelerin gelişmişlik düzeyini belirlemek için kullanılan 'Beklenen Eğitim Süresi, Ortalama Eğitim Süresi, Ortalama Yaşam Beklentisi ve Kişi Başına Düşen Milli Geliri' değişkenlerinin anlamlı olup olmadığı sınanmıştır.

Tablo 5: ANOVA Sonuçları

	F	Sig.
Yaşam Beklentisi	175,346	,000
Beklenen Eğitim Süresi	168,689	,000
Ortalama Eğitim Süresi	176,008	,000
Gelir	303,078	,000

Tablo 5'de görüldüğü gibi, %5 hata payı ile tüm değişkenler istatistiksel olarak anlamlıdır. Çünkü her bir değişkenin kuyruk olasılığı 0,05'ten küçüktür. Bu da değişkenlerin anlamsız olduğunu iddia eden yokluk hipotezini reddetmemizi sağlar. Bu doğrultuda, seçilen değişkenlerin ülkeleri gelişmişlikleri açısından sınıflandırmak için uygun olduğu söylenebilir. Bir sonraki aşamada da bu değişkenlere göre oluşturulan kümelerin yapısını görebilmek için küme merkezleri verilmiştir.

Tablo 6: K Ortalamalar Küme Merkezleri

	BEKLENEN YAŞAM SÜRESİ	BEKLENEN EĞİTİM SÜRESİ	ORTALAMA EĞİTİM SÜRESİ	KİŞİ BAŞI MİLLİ GELİR
1. Küme	78.56	14.45	9,5	82833,67
2. Küme	80,21	16.36	11,42	36819
3. Küme	73	13,31	8.97	11995,33
4. Küme	61,12	9,66	4,38	3389,5

Tablo 4’de, her bir küme için değişkenlerin ortalama değerleri, yani küme merkezleri verilmiştir. Bu sayede kümelerin içindeki gözlemlerin karakteristiklerini ortaya koymak mümkündür. Buna göre, yaşam beklentisi en yüksek olan, yani sağlık endeksi en iyi olan ülkeler ikinci kümede yer almaktadır. Dördüncü kümede yer alan ülkelerde ise sağlık büyük bir sorun halindedir. Çünkü kişilerin beklenen yaşam süresi yalnızca 61 yıldır. Yine eğitim konusunda en zayıf olan ülkeler dördüncü kümedeki ülkelerdir. En eğitilmiş ülkeler ise 2 numaralı kümede yer almıştır. Konu kümelerdeki gelir ortalaması olduğunda ise, birinci kümenin diğer kümelerden çok yüksek ortalama gelir değerine sahip olduğu gözlenmiştir.

Elde edilen bulgular ışığında, birinci küme, çok zengin ve ortalamanın üstünde insani gelişmişliğe sahip ülkelerden oluşmaktadır. İkinci küme, insani gelişmişlik açısından en iyi olan ülkeleri içermektedir. Üçüncü kümede daha az gelişmiş ülkeler yer alırken, dördüncü kümede yer alan ülkeler ‘gelişmemiş ülkeler’ olarak nitelendirilebilir. Buna göre, ülkelerin kümelere göre dağılımı Tablo 5’deki gibidir.

Tablo 7: K Ortalamalar Yöntemi Küme Üyelikleri

ÜLKE SINIFLARI	ÜLKELER
1. KÜME	Singapur, Lihtenştayn, Bruney, Katar, Birleşik Arap Emirlikleri, Kuveyt
2. KÜME	Norveç, Avusturalya, İsviçre, Danimarka, Hollanda, Almanya, İrlanda, Amerika, Kanada, Yeni Zelenda, Hong Kong, İsviçre, İngiltere, İzlanda, Kore, İsrail, Lüksemburg, Japonya, Belçika, Fransa, Avusturya, Finlandiya, Slovenya, İspanya, İtalya, Çek Cumhuriyeti, Yunanistan, Estonya, Güney Kıbrıs, Andora, Slovakya, Polonya, Litvanya, Malta, Suudi Arabistan, Arjantin, Şili, Portekiz, Macaristan, Bahreyn, Letonya
3. KÜME	Hırvatistan, Karadağ, Beyaz Rusya, Rusya, Romanya, Uruguay, Bahamalar, Kazakistan, Barbados, Antigua, Bulgaristan, Palau, Panama, Malezya, Moritus, Seyşeller, Trinidad, Sırbistan, Küba, Lübnan, Kosta Rika, İran, Venezüella, Türkiye , Sri Lanka, Meksika, Brezilya, Gürcistan, Azerbaycan, Grenada, Ürdün, Ukrayna, Cezayir, Peru, Arnavutluk, Ermenistan, Bosna Hersek, Ekvator, Çin, Fiji, Moğolistan, Tayland, Dominik Cumhuriyeti, Libya, Tunus, Kolombiya, Jamaika, Tonga, Belize, Dominika, Surinam, Samoa, Moldova, Mısır, Türkmenistan, Gabon, Endonezya, Filistin, Özbekistan, Filipinler, Güney Afrika, Bolivya, Kırgızistan, Maldivler, Paraguay, El Salvador, Vietnam, Yeşil Burun Adaları, Nikaragua, Fas, Guyana, Tacikistan, Suriye
4. KÜME	Irak, Namibya, Guatemala, Hindistan, Butan, Doğu Timor, Kongo, Ekvator Gine'si, Zambiya, Gana, Bangladeş, Kamboçya, Kenya, Nepal, Pakistan, Myanmar, Angola, Svaziland, Tanzania, Nijerya, Kamerun, Madagaskar, Zimbabve, Solomon, Papua Yeni Gine, Komoros, Yemen, Lesotho, Togo, Haiti, Uganda, Benin, Sudan, Güney Sudan, Senegal, Afganistan, Malavi, Etiyopya, Gambia, Kongo, Liberya, Gine, Mali, Mozambik, Burkina, Burundi, Eritre, Nijer

Ülkeler, Birleşmiş Milletler 'in uyguladığı 4 gruplu sınıflamaya tabi tutulduğunda, sonuçlarda ciddi değişimler olmuştur. Öncelikle, ilk kümede toplanan ülkelerin, çok yüksek gelire sahip, yüzölçümü ve nüfus yoğunluğu düşük Asya ülkeleri olan Singapur, Kuveyt, Birleşik Arap Emirlikleri, Bruney ve Katar'dan oluşmaktadır. Buna ek olarak Avrupa ülkelerinden yalnızca Lihtenştayn bulunmaktadır. Kümenin diğer kümelere kıyasla çok küçük olması istenmeyen bir durumdur. Ancak buradan, ülkeler k – ortalamalar yöntemi ile kümelendiğinde, bu 6 ülkenin İnsani Gelişmişlik açısından diğer ülkelerden farklı bir yapıda olduğu anlaşılmaktadır.

İkinci küme ise, hiyerarşik kümelemedeki birinci kümeye benzer sonuçlar göstermektedir. Bu kümede gelir düzeyi yüksek olan AB ülkelerinin yanı sıra, ABD, Kanada, Yeni Zelanda, Hong Kong, İngiltere, İsrail, Japonya, Malta, gibi güçlü ekonomiler yer almaktadır. Arap ülkelerinden yalnızca Suudi Arabistan ve Bahreyn bu kümede yer alırken Latin Amerika ülkelerinden Arjantin, Şili ve Portekiz de ikinci kümededir.

Türkiye'nin de içinde bulunduğu üçüncü kümede ise diğer AB üyesi ülkelerin hepsi yer almaktadır. Buna ek olarak Eski Sovyetler Birliği ülkeleri de 3. Kümededir. Bu kümenin, üye benzerliği açısından hiyerarşik kümelemedeki 2. kümeye benzer olduğunu söylemek mümkündür. Haiti ve Guatemala dışında kalan tüm Latin Amerika ülkeleri de 3. kümede yer almıştır.

K ortalamalar tekniğinin dördüncü kümesi ise hiyerarşik yöntemin üçüncü kümesiyle benzer şekilde Afrika ve Asya ülkelerinden oluşmakta ve Latin Amerika ülkelerinden yalnızca Haiti ve Guatemala'yı barındırmaktadır.

Buna göre, geleneksel kümeleme yöntemleri ile en gelişmemiş kıtaların öncelikle Afrika daha sonra da Asya olduğunu söylemek mümkündür. Avrupa ülkelerinin ise genellikle iyi İnsani Gelişmişlik düzeyine sahip olduğu görülmektedir. Türkiye ise, düşük gelirli AB ülkeleri ile aynı kümelerde gözlenmiştir.

4.6 İki Aşamalı Kümeleme Sonuçları

Geleneksel kümeleme yöntemleri ile yapılan uygulamalar sonucunda, ülkelerin gelir seviyelerinin yer aldıkları kümelerde çok büyük etkiye sahip olduğu görülmüştür. Özellikle Hiyerarşik Olmayan Kümeleme Analizinde, bulunduğu coğrafya çok fakir iken gelir göstergesi çok yüksek olan 6 ülkenin bir küme oluşturduğu gözlenmiştir. Bu nedenle, gelirden gelen yüksek etkiyi azaltmak amacıyla, gelir değişkeninin gerçek değeri yerine, Dünya Bankası tarafından oluşturulan ‘ülke gelir sınıfları’ kullanılmıştır. Bu sayede, diğer değişkenlerin de etkisi artırılmış olacaktır. Ancak gelir sınıfı, kategorik bir değişken iken eğitim ve sağlık göstergeleri metrik değişkenler olduğundan geleneksel kümeleme yöntemlerini kullanmak çok güvenilir sonuçlar vermeyecektir.

Bu durumda kullanılacak en iyi yöntem, İki Aşamalı Kümeleme Analizi olacaktır. Uygun küme sayısı, Akaike ve Bayesyen Bilgi Kriterlerine göre belirlenecektir. En düşük AIC ve BIC değerine sahip küme sayısı uygun küme sayısı olarak seçilecektir.¹³⁷ Sonuçlar değerlendirilirken iyi bir kümeleme yapıldığı, Silhoutte Endeksinin (Gölge İstatistiği) %50’den büyük olması ve küme büyüklük oranının, yani en büyük kümedeki üye sayısının en küçük kümedeki üye sayısına oranının 2’den küçük çıkması ile tespit edilebilmektedir.

¹³⁷ Giray, S . (2016). İki Aşamalı Kümeleme Analizi İle Hükümlü Verilerinin İncelenmesi. Ekonometri ve İstatistik e-Dergisi, s.25

Tablo 8: Schwarz's Bayesyen Bilgi Kriteri

Number of Clusters	Schwarz's Bayesian Criterion (BIC)	BIC Change ^a	Ratio of BIC Changes ^b	Ratio of Distance Measures ^c
1	957,765			
2	611,034	-346,731	1,000	1,610
3	413,603	-197,431	,569	1,607
4	308,571	-105,032	,303	15,561
5	345,921	37,350	-,108	1,027
6	383,526	37,605	-,108	1,270
7	423,152	39,627	-,114	1,018
8	462,910	39,758	-,115	1,033
9	502,900	39,991	-,115	1,106
10	543,577	40,677	-,117	1,417

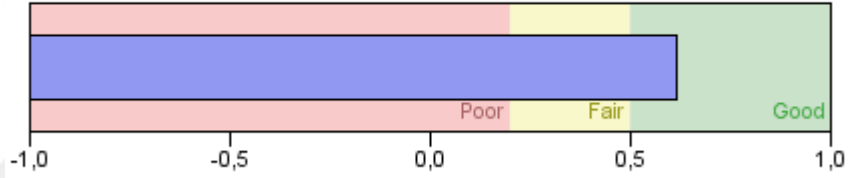
Tablo 9: Akaike'nin Bilgi Kriteri Sonuçları

Number of Clusters	Akaike's Information Criterion (AIC)	AIC Change ^a	Ratio of AIC Changes ^b	Ratio of Distance Measures ^c
1	928,637			
2	552,778	-375,859	1,000	1,610
3	326,219	-226,559	,603	1,607
4	192,060	-134,160	,357	15,561
5	200,281	8,222	-,022	1,027
6	208,758	8,477	-,023	1,270
7	219,256	10,499	-,028	1,018
8	229,886	10,630	-,028	1,033
9	240,749	10,863	-,029	1,106
10	252,297	11,549	-,031	1,417

Tablo 8 ve Tablo 9, Akaike ve Bayesyen Bilgi Kriterlerini içermektedir. Buna göre, her iki bilgi kriterinde de 4 kümenin uygun olduğu görülmüştür. Çünkü en düşük bilgi kriter değeri 4. kümede gözlenmiştir.

Algoritma	İki Aşamalı
Girdiler	4
Kümelere	4

Küme Kalitesi



Şekil 8: Model Özeti

İki aşamalı Kümeleme Analizinin ana çıktısı olan model özeti, seçilen bilgi kriterine göre en uygun küme sayısını ve Silhoutte Endeksini göstermektedir. Silhoutte Endeksi, ya da Gölge İstatistiğinin %50 den büyük çıkması ve 'iyi' sınıfına düşmesi beklenmektedir. Çünkü endeks, belirlenen küme sayısına göre yapılan kümelemenin kalitesini göstermektedir. Yapılan analiz sonucunda, 4 küme için yapılan analizin iyi sonuç verdiği gözlenmektedir.

Bu doğrultuda, kümeler oluşturulmuş ve sonuçlar verilmiştir. Öncelikle her kümenin karakterini belirlemek için küme merkezleri verilmiştir. Daha sonra da ülkelerin küme üyelikleri gösterilmiştir.

Tablo 10: İki Aşamalı Kümeleme Yöntemi Küme Merkezleri

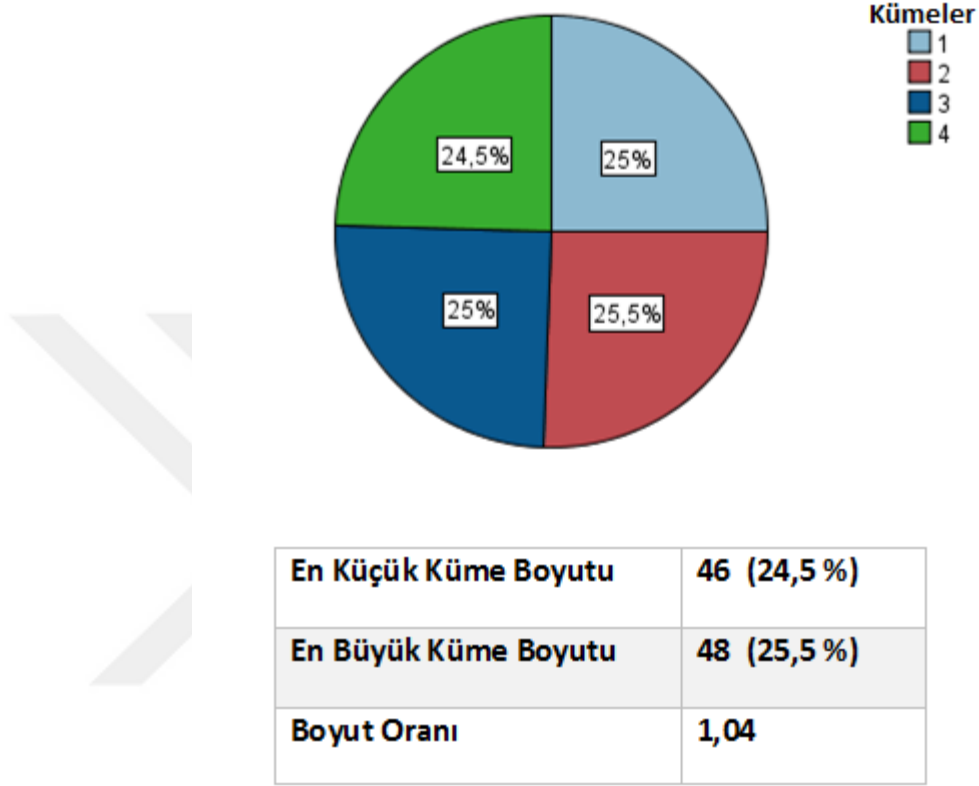
	BEKLENEN YAŞAM SÜRESİ	BEKLENEN EĞİTİM SÜRESİ	ORTALAMA EĞİTİM SÜRESİ	KİŞİ BAŞI MİLLİ GELİR
1. Küme	80,05	16,12	11,26	41319,77
2. Küme	74,58	13,94	11,42	36819
3. Küme	69,47	12,16	7,55	7780,91
4. Küme	60,2	9,29	4,11	2314,40

Küme merkezleri kümelerin özelliklerini özetlemek amacı ile oluşturulmuştur. Buna göre, beklenen şekilde, tek bir küme gelir değişkeni nedeni ile aşırılık göstermemiştir. Birinci ve ikinci kümenin gelir değişkenlerinin birbirine yakın bir temsili değere sahip olduğu gözlenmiştir. Ancak üçüncü ve dördüncü küme gelir değişkeni yönünden diğer iki kümeden çok farklıdır.

Tablo 10'daki değerler dikkate alındığında, birinci kümenin 'Çok Gelişmiş Ülkeler' kümesini oluşturduğunu söylemek mümkündür. Çünkü tüm değişkenlerin en büyük ortalama değerleri birinci kümededir. Yalnızca 'Ortalama Eğitim Süresi' değişkeninde en yüksek ortalama değer ikinci kümededir.

İkinci kümenin karakteristikleri incelendiğinde, kümeye genel olarak 'Gelişmiş Ülkeler' kümesi adı verilebilir. Ortalama eğitim süresi açısından ilk kümeden biraz daha yüksek bir değere sahip olsa da, 'Beklenen Eğitim Süresi' açısından ilk kümeye göre daha küçük değere sahiptir.

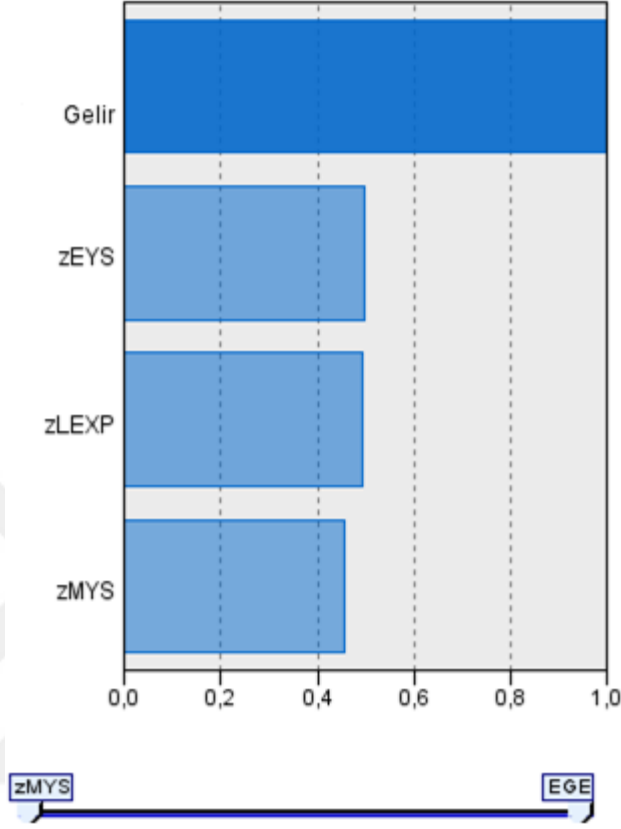
Üçüncü ve dördüncü kümeler birbirine ilk iki küme göre daha yakındır. Dolayısıyla üçüncü küme 'Gelişmekte Olan Ülkeler' ve dördüncü küme ise 'Gelişmemiş Ülkeler' olarak adlandırılabilir.



Şekil 9: Küme Dağılımı

Kümelerin sahip oldukları üyeliklere göre dağılımı ise son derece iyidir. Tüm kümelerde neredeyse eşit sayıda üye bulunmaktadır. Buna göre en küçük kümede 46 ülke bulunurken en büyük kümede 48 ülke bulunmaktadır.

Gelişmiş Ülkeler en çok üyeye sahipken en az üyeye sahip olan küme ilk küme, yani Çok Gelişmiş Ülkeler kümesidir. Boyut oranı ise 1.04'dür. Boyut oranının en küçük değerinin 1 olduğu göz önünde bulundurulduğunda elde edilen oran çok iyidir.



Şekil 10: Değişken Önemi

Şekil 10’da kümeler oluşurken değişkenlerin taşıdığı önemi göstermektedir. Buna göre, iki aşamalı yöntemde de en önemli değişken gelir değişkeni olmuştur. Etkisi %50’nin altında kalmayan diğer değişken de beklenen eğitim süresi değişkenidir. Diğer değişkenlerin önemi sonucun iyi olduğunu gösteren en küçük değer olan %50’ye çok yakın olsa da, yine de uygun değer ölçüsünün altındadır. Yani kümeler oluşurken gelir ve beklenen eğitim süresinin etkisi en çoktur.

Tablo 11: İki Aşamalı Kümeleme Yöntemi Sonuçları

ÜLKE SINIFLARI	ÜLKELER
1. GRUP	Norveç, Avusturalya, İsviçre, Danimarka, Hollanda, Almanya, İrlanda, Amerika, Kanada, Yeni Zelanda, Singapur, Hong Kong, Lihtenştayn, İsveç, İngiltere, İzlanda, Kore, İsrail, Lüksemburg, Japonya, Belçika, Fransa, Avusturya, Finlandiya, Slovenya, İspanya, İtalya, Yunanistan, Bruney, Güney Kıbrıs, Katar, Andora, Malta, Arjantin, Birleşik Arap Emirlikleri, Şili, Portekiz, Bahreyn, Çek Cumhuriyeti, Estonya, Slovakya, Polonya, Litvanya, Macaristan, Letonya, Hırvatistan,
2. GRUP	Kuveyt, Karadağ, Beyaz Rusya, Rusya, Romanya, Uruguay, Bahamalar, Kazakistan, Barbados, Antigua, Bulgaristan, Palau, Panama, Sudi Arabistan, Malezya, Moritus, Seyşeller, Trinidad, Sırbistan, Küba, Lübnan, Kosta Rika, İran, Venezüella, Türkiye , Sri Lanka, Meksika, Brezilya, Gürcistan, Azerbaycan, Grenada, Ürdün, Ukrayna, Cezayir, Peru, Arnavutluk, Ermenistan, Bosna Hersek, Ekvator, Çin, Fiji, Moğolistan, Tayland, Dominik Cumhuriyeti, Libya, Umman,
3. GRUP	Tunus, Kolombiya, Jamaika, Tonga, Belize, Dominika, Surinam, Samoa, Moldova, Mısır, Türkmenistan, Gabon, Endonezya, Filistin, Özbekistan, Filipinler, Güney Afrika, Bolivya, Kırgızistan, Guyana, Tacikistan, Suriye, Zambiya, Maldivler, Paraguay, El Salvador, Vietnam, Irak, Yeşil Burun Adaları, Nikaragua, Fas, Namibya, Guatemala, Hindistan, Butan, Doru Timor, Kongo, Ekvator Gine'si, Gana,
4. GRUP	Laos, Bangladeş, Kamboçya, Kenya, Nepal, Pakistan, Myanmar, Angola, Svaziland, Tanzanya, Nijerya, Kamerun, Madagaskar, Zimbabve, Solomon, Papua Yeni Gine, Komoros, Yemen, Afganistan, Lesotho, Togo, Haiti, Uganda, Benin, Sudan, Güney Sudan, Senegal, Malavi, Etiyopya, Gambia, Liberya, Mali, Mozambik, Gine, Burkina, Burundi, Eritre, Nijer

İki aşamalı kümeleme sonucunda, Çok Gelişmiş Ülkeler kümesini oluşturan ülkelerin genellikle AB üyesi ülkeler olduğu gözlenmektedir. Geleneksel yöntemlere benzer şekilde, AB ülkelerine ek olarak ABD, Japonya, Singapur, gibi yüksek sanayileşme oranına sahip ülkeler de bulunmaktadır. Ayrıca BAE, Bruney, Katar, Sudi Arabistan gibi Arap ülkeleri de ilk kümede yer almıştır.

Gelişmiş Ülkeler olarak adlandırılan, Türkiye'nin de içinde bulunduğu ikinci kümede yine genellikle Eski Sovyetler Birliği Üyesi ülkeler bulunmaktadır. Ancak geleneksel yöntemlerden farklı şekilde kümelenen Eski Sovyetler Birliği ülkeleri de vardır. Örneğin Türkmenistan, Özbekistan, Kırgızistan ve Tacikistan diğer üye ülkelerden ayrılarak üçüncü yani Gelişmekte Olan Ülkeler kümesinde yer almıştır.

Yine geleneksel yöntemlere benzer şekilde, üçüncü kümede yer alan ülkeler genellikle Latin Amerika ülkeleridir. Hindistan, Endonezya gibi iş gücü (emek) yoğun ülkelerin de Gelişmekte Olan Ülkeler sınıfında yer aldığı görülmektedir.

Latin Amerika ülkelerinden yalnızca Haiti komşu ülkelerinden farklı bir şekilde 'Gelişmemiş Ülkeler' sınıfında yer almaktadır. Geleneksel yöntemlerde hep en alt kümede yer alan Guatemala ise İki Aşamalı Kümeleme sonuçlarında üçüncü kümeye, yani 'Gelişmekte Olan Ülkeler' kümesine taşınmıştır. Bu kümenin genellikle Asya ve Afrika kıtalarında yer alan ekonomisi kötü ülkelerden oluştuğu gözlenmiştir. Tüm Kümeleme Yöntemlerinin karşılaştırılmasının verildiği aşağıdaki tabloda, çok küçük ülkeler dışındaki tüm ülkelerin ait olduğu küme üyelikleri verilmiştir.

Tablo 12: Yöntem Sonuçlarının Birleşmiş Milletlerle Karşılaştırılması

	K MEANS	WARD TEKNİĞİ	İKİ AŞAMALI	BİRLEŞMİŞ MİLLETLER
1. Küme	Singapur, Lihtenştayn, Bruney, Katar, Birleşik Arap Emirlikleri, Kuveyt	Norveç, Avusturalya, İsviçre, Danimarka, Hollanda, Almanya, İrlanda, Amerika, Kanada, Yeni Zelanda, Singapur, Hong Kong, Lihtenştayn, İsveç, İngiltere, İzlanda, Kore, İsrail, Lüksemburg, Japonya, Belçika, Fransa, Avusturya, Finlandiya, Slovenya, İspanya, İtalya, Yunanistan, Bruney, Güney Kıbrıs, Katar, Andora, Malta, Sudi Arabistan, Arjantin, Birleşik Arap Emirlikleri, Şili, Portekiz, Bahreyn, Kuveyt, Umman	Norveç, Avusturalya, İsviçre, Danimarka, Hollanda, Almanya, İrlanda, Amerika, Kanada, Yeni Zelanda, Singapur, Hong Kong, Lihtenştayn, İsveç, İngiltere, İzlanda, Kore, İsrail, Lüksemburg, Japonya, Belçika, Fransa, Avusturya, Finlandiya, Slovenya, İspanya, İtalya, Yunanistan, Bruney, Güney Kıbrıs, Katar, Andora, Malta, Arjantin, Birleşik Arap Emirlikleri, Şili, Portekiz, Bahreyn, Çek Cumhuriyeti, Estonya, Slovakya, Polonya, Litvanya, Macaristan, Letonya, Hırvatistan,	Norveç Avustralya İsviçre Almanya Danimarka Singapur Hollanda İrlanda İzlanda Kanada ABD Hong Kong, Çin, Yeni Zelanda İsveç Lihtenştayn Birleşik Krallık Japonya Kore (Cumhuriyeti) İsrail Lüksemburg Fransa Belçika Finlandiya Avusturya Slovenya İtalya İspanya Çek Cumhuriyeti Yunanistan Brunei Estonya Andorra Kıbrıs Malta Katar Polonya Litvanya Şili Suudi Arabistan Slovakya Portekiz Birleşik Arap Emirlikleri Macaristan Letonya Arjantin Hırvatistan Bahreyn Karadağ Rusya Federasyonu Romanya Kuveyt
2. Küme	Norveç, Avusturalya, İsviçre, Danimarka, Hollanda, Almanya, İrlanda, Amerika, Kanada, Yeni Zelanda, Hong Kong, İsveç, İngiltere, İzlanda, Kore, İsrail, Lüksemburg, Japonya, Belçika, Fransa, Avusturya, Finlandiya, Slovenya, İspanya, İtalya, Çek Cumhuriyeti, Yunanistan, Estonya, Güney Kıbrıs, Andora, Slovakya, Polonya, Litvanya, Malta, Suudi Arabistan, Arjantin, Şili, Portekiz, Macaristan, Bahreyn, Letonya	Çek Cumhuriyeti, Estonya, Slovakya, Polonya, Litvanya, Macaristan, Letonya, Hırvatistan, Karadağ, Beyaz Rusya, Rusya, Romanya, Uruguay, Bahamalar, Kazakistan, Barbados, Antigua, Bulgaristan, Palau, Panama, Malezya, Moritus, Seyşeller, Trinidad, Sırbistan, Küba, Lübnan, Kosta Rika, İran, Venezüella, Türkiye , Sri Lanka, Meksika, Brezilya, Gürcistan, Azerbaycan, Grenada, Ürdün, Ukrayna, Cezayir, Peru, Arnavutluk, Ermenistan, Bosna Hersek, Ekvator, Çin, Fiji, Moğolistan, Tayland, Dominik Cumhuriyeti, Libya, Tunus, Kolombiya, Jamaika, Tonga, Belize, Dominika, Surinam, Samoa, Moldova, Mısır, Türkmenistan, Gabon, Endonezya, Filistin, Özbekistan, Filipinler, Güney Afrika, Bolivya, Kırgızistan, Guyana, Tacikistan, Suriye, Zambiya	Kuveyt, Karadağ, Beyaz Rusya, Rusya, Romanya, Uruguay, Bahamalar, Kazakistan, Barbados, Antigua, Bulgaristan, Palau, Panama, Malezya, Moritus, Sudi Arabistan, Seyşeller, Trinidad, Sırbistan, Küba, Lübnan, Kosta Rika, İran, Venezüella, Türkiye , Sri Lanka, Meksika, Brezilya, Gürcistan, Azerbaycan, Grenada, Ürdün, Ukrayna, Cezayir, Peru, Arnavutluk, Ermenistan, Bosna Hersek, Ekvator, Çin, Fiji, Moğolistan, Tayland, Dominik Cumhuriyeti, Libya, Tunus, Kolombiya, Jamaika, Tonga, Belize, Dominika, Surinam, Samoa, Moldova, Mısır, Türkmenistan, Gabon, Endonezya, Filistin, Özbekistan, Filipinler, Güney Afrika, Bolivya, Kırgızistan, Guyana, Tacikistan, Suriye, Zambiya	Beyaz Rusya Umman, Barbados, Uruguay, Bulgaristan, Kazakistan, Bahamalar Malezya Palau Panama Antigua ve Barbuda Seyşeller Moritus Trinidad ve Tobago Kosta Rika Sırbistan Küba İran Gürcistan Türkiye Venezüella Sri Lanka Arnavutluk Lübnan Meksika Azerbaycan Brezilya Grenada Bosna ve Hersek Makedonya Cezayir Ermenistan Ukrayna Ürdün Peru Tayland Ekvador Çin Fiji Moğolistan Saint Lucia Jamaika Kolombiya Dominika Surinam Tunus Dominik Cumhuriyeti Tonga Libya Belize Samoa Maldivler Özbekistan
3. Küme	Hırvatistan, Karadağ, Beyaz Rusya, Rusya, Romanya, Uruguay, Bahamalar, Kazakistan, Barbados, Antigua, Bulgaristan, Palau, Panama, Malezya, Moritus, Seyşeller, Trinidad, Sırbistan, Küba, Lübnan, Kosta Rika, İran, Venezüella, Türkiye , Sri Lanka, Meksika, Brezilya, Gürcistan, Azerbaycan, Grenada, Ürdün, Ukrayna, Cezayir, Peru, Arnavutluk, Ermenistan, Bosna Hersek, Ekvator, Çin, Fiji, Moğolistan, Tayland, Dominik Cumhuriyeti, Libya, Tunus, Kolombiya, Jamaika, Tonga, Belize, Dominika, Surinam, Samoa, Moldova, Mısır, Türkmenistan, Gabon, Endonezya, Filistin, Özbekistan, Filipinler, Güney Afrika, Bolivya, Kırgızistan, Maldivler, Paraguay, El Salvador, Vietnam, Yeşil Burun Adaları, Nikaragua, Fas, Guyana, Tacikistan, Suriye	Maldivler, Paraguay, El Salvador, Vietnam, Irak, Yeşil Burun Adaları, Nikaragua, Fas, Namibya, Guatemala, Hindistan, Butan, Doru Timor, Kongo, Ekvator Gine'si, Gana, Laos, Bangladeş, Kamboçya, Kenya, Nepal, Pakistan, Myanmar, Angola, Svaziland, Tanzanya, Nijerya, Kamerun, Madagaskar, Zimbabve, Solomon, Papua Yeni Gine, Komoros, Yemen, Afganistan, Lesotho, Togo, Haiti, Uganda, Benin, Sudan, Güney Sudan, Senegal, Malavi, Etiyopya, Gambia, Liberya, Mali, Mozambik, Gine, Burkina, Burundi, Eritre, Nijer	Tunus, Kolombiya, Jamaika, Tonga, Belize, Dominika, Surinam, Samoa, Moldova, Mısır, Türkmenistan, Gabon, Endonezya, Filistin, Özbekistan, Filipinler, Güney Afrika, Bolivya, Kırgızistan, Guyana, Tacikistan, Suriye, Zambiya, Maldivler, Paraguay, El Salvador, Vietnam, Irak, Yeşil Burun Adaları, Nikaragua, Fas, Namibya, Guatemala, Hindistan, Butan, Doru Timor, Kongo, Ekvator Gine'si, Gana,	Moldova, Gabon, Paraguay, Mısır, Türkmenistan, Endonezya, Filistin, Filipinler, El Salvador, Bolivya Kırgızistan, Irak, Cabo Verde Fas Nikaragua Guatemala Namibya Guyana Mikronezya Tacikistan Honduras Hindistan Bhutan Timor-Leste Vanuatu Kongo Ekvator Gine'si Laos Halk Demokratik Cumhuriyeti Bangladeş Gana Zambiya Kamboçya Nepal Myanmar Kenya Pakistan
4. Küme	Irak, Namibya, Guatemala, Hindistan, Butan, Doğu Timor, Kongo, Ekvator Gine'si, Zambiya, Gana, Bangladeş, Kamboçya, Kenya, Nepal, Pakistan, Myanmar, Angola, Svaziland, Tanzanya, Nijerya, Kamerun, Madagaskar, Zimbabve, Solomon, Papua Yeni Gine, Komoros, Yemen, Lesotho, Togo, Haiti, Uganda, Benin, Sudan, Güney Sudan, Senegal, Afganistan, Malavi, Etiyopya, Gambia, Kongo, Liberya, Gine, Mali, Mozambik, Burkina, Burundi, Eritre, Nijer		Laos, Bangladeş, Kamboçya, Kenya, Nepal, Pakistan, Myanmar, Angola, Svaziland, Tanzanya, Nijerya, Kamerun, Madagaskar, Zimbabve, Solomon, Papua Yeni Gine, Komoros, Yemen, Afganistan, Lesotho, Togo, Haiti, Uganda, Benin, Sudan, Güney Sudan, Senegal, Malavi, Etiyopya, Gambia, Liberya, Mali, Mozambik, Gine, Burkina, Burundi, Eritre, Nijer	Svaziland Suriye Angola Tanzanya Nijerya Kamerun Papua Yeni Gine Zimbabve Solomon Adaları Madagaskar Ruanda Komor Adaları Lesoto Senegal Haiti Uganda Sudan Togo Benin Yemen Afganistan Malavi Fildişi Sahili Cibuti Gambia Etiyopya Mali Kongo Demokratik Cumhuriyeti Libya Gine -Bissau Eritre Sierra Leone Mozambik Güney Sudan Gine Burundi Burkina Faso Çad Nijer Orta Afrika Cumhuriyeti

Tablo 12’de, elde edilen kümeler ve ülke üyelikleri tek bir tabloda sunulmuş olup, kolay karşılaştırma yapabilmek adına Birleşmiş Milletler sınıflandırmasına da yer verilmiştir. Hiyerarşik kümelemede uygun küme sayısı 3 olarak belirlendiğinden diğer yöntemlerle karşılaştırılması çok sağlıklı sonuç vermeyecektir. Ancak k – ortalamalar yönteminde oluşan ilk 2 kümenin Ward tekniğinde tek bir kümeyi oluşturduğunu söylemek mümkündür.

Öncelikle Türkiye’nin durumunu incelediğimizde, Birleşmiş Milletler ’in hesaplamasına göre Gelişmiş Ülkeler sınıfında bulunan ülke, İki Aşamalı Kümeleme sonucunda da ikinci kümede yer alırken, k – ortalamalar yönteminde bir küme alta düşerek Gelişmekte Olan Ülkeler sınıfına düşmüştür. Elde edilen kümelerdeki diğer ülkeler incelendiğinde, Türkiye, BM ve İki Aşamalı Kümeleme Analizi sonucunda belirlenen 2’nci kümedeki ülkelerle daha çok benzeşmektedir.

Türkiye ile ilgili dikkat çekici olan sonuçlar, OECD’ye üye olan diğer ülkelerden alt bir sınıfta yer almasıdır. Bu, Türkiye’nin ekonomik yatırımlarını İnsani Gelişme için çok fazla kullanmadığını gösterebilir. Benzer şekilde, İki Aşamalı Kümeleme ve BM’nin ortak üyeleri olan birinci kümedeki ülkelerin bazıları, Kişi Başı GSMH açısından Türkiye’den daha alt sıralarda yer almaktadır. Bu da ülkedeki gelirin miktarından çok ne kadarının İnsani Gelişme için kullanıldığının daha önemli olduğunun bir kanıtı niteliğindedir.

Son olarak yöntem karşılaştırmasına geldiğimizde, BM’ye en farklı sonuç veren yöntem Ward Tekniğinin kullanıldığı Hiyerarşik Kümeleme Yöntemidir. Çünkü yöntemle göre, teorinin aksine, ülkeleri üç kümede gruplamanın uygun olduğu saptanmıştır. Yine de, elde edilen kümeler kendi içinde oldukça homojendir. Zaten Ward tekniğinin kullanılma sebebi de grup içi varyansları minimum yapan en iyi teknik olması idi. Hiyerarşik Olmayan Kümeleme sonuçları değerlendirildiğinde, yöntemin teorik altyapıya uygun olarak ülkeleri kümelemek için 4 kümenin uygun olduğu saptanmıştır. Ancak buradaki sorun da ilk kümenin diğer kümelere oranla çok küçük olmasıdır. Bu da kümeleme analizinde istenmeyen bir durumdur. Bu yöntemdeki ilk kümenin oluşumuna da gelir değişkeninin çok etkili olduğu saptanmıştır.

En iyi sonucu veren İki Aşamalı Kümeleme Yöntemi ile BM sonuçları karşılaştırıldığında, Türkiye'nin ait olduğu kümenin değişmediği gözlenmektedir. Ancak Türkiye ile aynı kümede olan ülkelerde farklılık gözlenmektedir. Örneğin BM'e göre, Karadağ, Romanya gibi toplumsal ve kültürel yapısı Türkiye ile çok benzerlik gösteren ülkeler Türkiye'den üst kümede yer almaktadır. İki Aşamalı Kümelemeye göre ise sosyo – kültürel benzerlikleri olan ülkeler aynı kümelerde yer almaktadır. Bu da İGE temeline göre istenen bir sonuçtur. Ayrıca, BM'e göre, kadınların yalnızca %5'inin iş gücüne katıldığı, mahkemelerde iki kadının tanıklığının bir erkeğin tanıklığına eşdeğer sayıldığı ve kadınların seçme ve seçilme hakkının olmadığı bir ülke olan Sudi Arabistan 'Çok Gelişmiş Ülkeler' sınıfındadır. Oysa İki Aşamalı Kümeleme, Sudi Arabistan'ı 'Gelişmiş Ülkeler' kümesine atamıştır. Bu da İki Aşamalı Kümeleme'nin BM sınıflandırmasına kıyasla daha iyi olduğunun bir başka göstergesi niteliğindedir.

5. SONUÇ

1990 yılına kadar toplumlardaki kalkınma seviyesini ölçebilmek için, ekonomik göstergeler kullanılırdı. Yani ülkenin ekonomik gelişimi, insani gelişime de bir gösterge olurdu. Ancak 1990 yılında Nobel ödüllü refah ekonomisti Amartya Sen tarafından BM'e sunulan İnsani Gelişim Raporunda, gelişmenin yalnızca ekonomik göstergelerle ölçülemeyeceğini, bunun yanında, toplumda yaşayan tüm bireylerin temel ihtiyaçlarına ulaşabilmiş olması gerektiğini öne sürmüştür. Yani gelirin yanında, bireyler temel besin maddeleri ve temiz suya ulaşabilmeli, toplumun her bireyi en azından temel düzeyde eğitim alabilmelidir. Bu doğrultuda, BM tarafından ülkelerin gelişmişlik düzeylerini ölçmek için birçok gösterge geliştirilmiştir. Bunlardan biri olan İnsani Gelişmişlik Endeksi, ülkelerin gelişmişlik seviyelerini, eğitim endeksi, sağlık endeksi ve gelir endeksi ile ölçmektedir. İGE'ye ek olarak Cinsiyet Eşitsizliği Endeksi, Fakirlik Endeksi, Eşitsizliğe Uyarlanmış İnsani Gelişim Endeksi gibi birçok endeks geliştirilmiştir.

İGE'ni alt endekslerinden olan eğitim endeksi, ortalama eğitim süresi ve beklenen eğitim süresine göre hesaplanmaktadır. Sağlık endeksi hesaplanırken bireylerin ortalama yaşam beklentisi kullanılırken gelir göstergesi olarak kişi başı gayri safi milli hasıla kullanılmaktadır. BM, ülkeleri bu 3 endeksin geometrik ortalamasına göre 4 sınıflı bir sıralamaya tabi tutmaktadır.

Bu çalışmada, BM'in 4 sınıflı sıralamasından hareketle, ülkeler İGE değerlerine göre tekrar sınıflandırılmıştır. Ancak burada, verilerin geometrik ortalaması yerine, Kümeleme Analizi kullanılmıştır. Çünkü geometrik ortalama kullanıldığında herhangi bir endeks değerinin çok yüksek ya da çok düşük olması İGE değerini çok etkileyebilir. Bu da ülkelerin sıralamasının değişmesine sebep olabilir. Kümeleme Analizinde ise, gözlemleri incelenen değişkenler açısından kendi içinde homojen, birbirlerine göre heterojen kümelere ayırmak mümkündür. Böylelikle, değişkenler hesaplanan bir orana göre değil, incelenen özellikler açısından diğer gözlemlere olan uzaklıklarına göre sınıflandırılabilir.

Bu kapsamda, dünyada eğitim, sağlık ve gelir verilerine ulaşılabilen 188 ülkenin 2015 İGE değerleri Kümeleme Analizinin 3 farklı yöntemine tabi tutulmuştur. Uzaklık ölçüsü olarak Kareli Öklid kullanılırken, Hiyerarşik Kümelemede kullanılan yöntem Ward tekniğidir. Hiyerarşik Kümelemeye göre ülkeler 3 küme altında sınıflanmış ve Türkiye 2. Kümede, yani ‘Gelişmiş Ülkeler’ kümesinde yer almıştır. Hiyerarşik olmayan Kümelemede ise k ortalamalar yöntemi kullanılmış ve ülkeler 4 kümeye ayrılmıştır. Burada elde edilen ilk küme, yalnızca 6 üyeli olup, üye ülkelerin hepsi zengin Asya ülkeleridir. Türkiye bu yöntemle göre 3. Kümede, yani Gelişmekte Olan Ülkeler sınıfında yer almaktadır. Son olarak uygulanan İki Aşamalı Kümeleme, 3 yöntem içinde en iyi sonucu veren yöntem olmuştur. Verdiği sonuçlar BM ile çok benzese de, bazı farklılıklar mevcuttur. BM’e göre Türkiye ile sosyo – kültürel açıdan çok benzese birkaç ülkenin Türkiye’den daha iyi bir kümede olduğu gözlenirken, İki Aşamalı Kümeleme sonucunda bu ülkeler de Türkiye ile aynı kümeye gelmiştir.

Türkiye’ nin İGE açısından Çok Gelişmiş Ülkeler sınıfına yükselebilmesi için, başta eğitime yapılan yatırımı arttırmak üzere, kalkınmaya daha çok önem vermesi gerekmektedir. Gelecek çalışmalarda, İki Aşamalı Kümeleme Analizi Eşitsizliğe Uyarlanmış İGE için de uygulanabilir. Böylece eşitsizliğin de etkisi görülebilir. Ayrıca, aynı çalışma, eğitim sağlık ve gelir endeksleri yerine devletin eğitim ve sağlık harcamaları baz alınarak yapılabilir. Böylece ülkelerin kalkınma için kullandıkları kaynak bazında ülke sınıflandırması yapılabilir.



Ek 1: Kullanılan Veri Seti

ÜLKELER	İGE	BYS	BES	OES	GNI
Norveç	0,94	81,6	17,5	12,6	64992
Avusturalya	0,94	82,4	20,2	13	42261
İsviçre	0,93	83	15,8	12,8	56431
Danimarka	0,92	80,2	18,7	12,7	44025
Hollanda	0,92	81,6	17,9	11,9	45435
Almanya	0,92	80,9	16,5	13,1	43919
İrlanda	0,92	80,9	18,6	12,2	39568
ABD	0,92	79,1	16,5	12,9	52947
Kanada	0,91	82	15,9	13	42155
Yeni Zelanda	0,91	81,8	19,2	12,5	32689
Singapur	0,91	83	15,4	10,6	76628
Hong Kong	0,91	84	15,6	11,2	53959
Liyşeynsteyn	0,91	80	15	11,8	79851
İsveç	0,91	82,2	15,8	12,1	45636
Birleşik Krallık	0,91	80,7	16,2	13,1	39267
İzlanda	0,9	82,6	19	10,6	35182
Kore	0,9	81,9	16,9	11,9	33890
İsrail	0,89	82,4	16	12,5	30676
Lüksemburg	0,89	81,7	13,9	11,7	58711
Japonya	0,89	83,5	15,3	11,5	36927
Belçika	0,89	80,8	16,3	11,3	41187
Fransa	0,89	82,2	16	11,1	38056
Avusturya	0,89	81,4	15,7	10,8	43869
Finlandiya	0,88	80,8	17,1	10,3	38695
Slovenya	0,88	80,4	16,8	11,9	27852
İspanya	0,88	82,6	17,3	9,6	32045
İtalya	0,87	83,1	16	10,1	33030
Çek Cumhuriyeti	0,87	78,6	16,4	12,3	26660
Yunanistan	0,87	80,9	17,6	10,3	24524
Estonya	0,86	76,8	16,5	12,5	25214
Brunei Darussalam	0,86	78,8	14,5	8,8	72570
Kıbrıs	0,85	80,2	14	11,6	28633
Katar	0,85	78,2	13,8	9,1	123124
Andorra	0,85	81,3	13,5	9,6	43978
Slovakya	0,84	76,3	15,1	12,2	25845

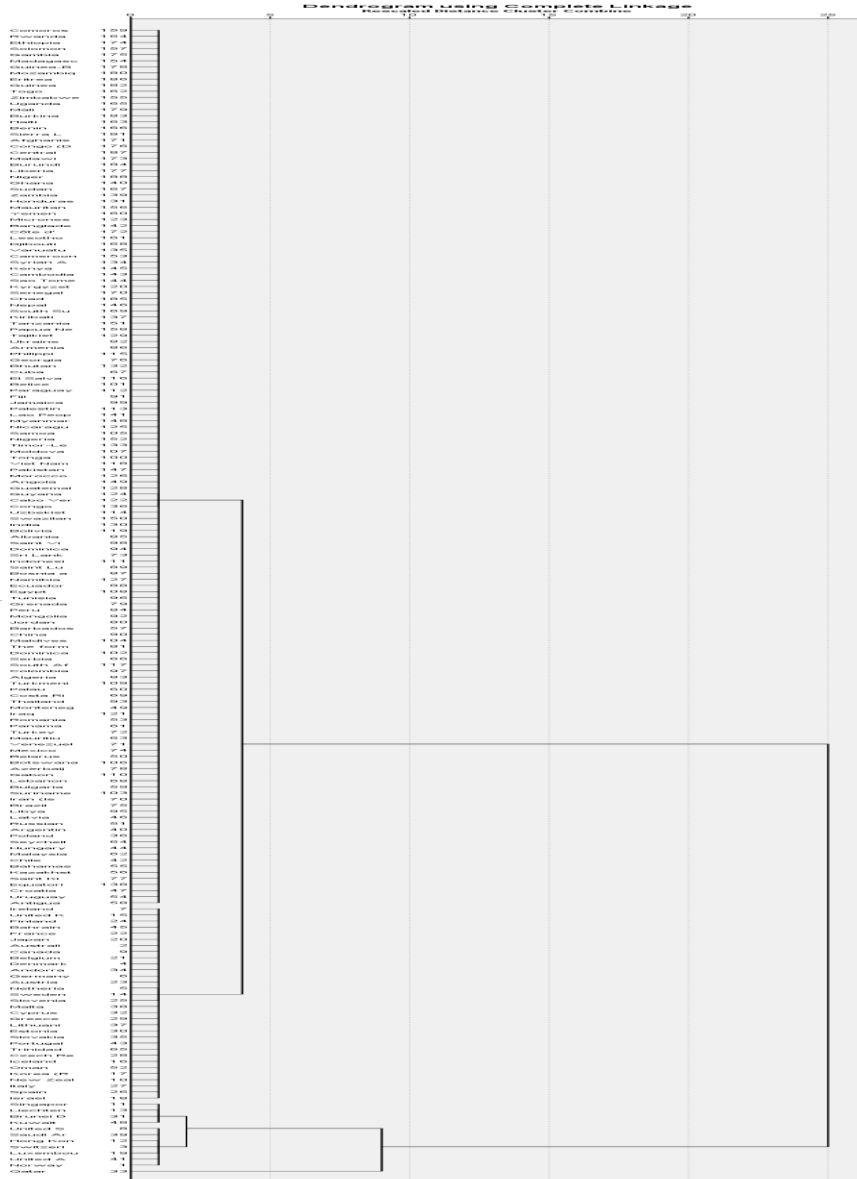
Polonya	0,84	77,4	15,5	11,8	23177
Litvanya	0,84	73,3	16,4	12,4	24500
Malta	0,84	80,6	14,4	10,3	27930
Suudi Arabistan	0,84	74,3	16,3	8,7	52821
Arjantin	0,84	76,3	17,9	9,8	22050
Birleşik Arap Emirlikleri	0,84	77	13,3	9,5	60868
Şili	0,83	81,7	15,2	9,8	21290
Portekiz	0,83	80,9	16,3	8,2	25757
Macaristan	0,83	75,2	15,4	11,6	22916
Bahreyn	0,82	76,6	14,4	9,4	38599
Letonya	0,82	74,2	15,2	11,5	22281
Hırvatistan	0,82	77,3	14,8	11	19409
Kuveyt	0,82	74,4	14,7	7,2	83961
Karadağ	0,8	76,2	15,2	11,2	14558
Belarus	0,8	71,3	15,7	12	16676
Rusya	0,8	70,1	14,7	12	22352
Umman	0,79	76,8	13,6	8	34858
Romanya	0,79	74,7	14,2	10,8	18108
Uruguay	0,79	77,2	15,5	8,5	19283
Bahamalar	0,79	75,4	12,6	10,9	21336
Kazakistan	0,79	69,4	15	11,4	20867
Barbados	0,79	75,6	15,4	10,5	12488
Antigua	0,78	76,1	14	9,2	20070
Bulgaristan	0,78	74,2	14,4	10,6	15596
Palau	0,78	72,7	13,7	12,3	13496
Panama	0,78	77,6	13,3	9,3	18192
Malezya	0,78	74,7	12,7	10	22762
Mauritius	0,78	74,4	15,6	8,5	17470
Seyşeller	0,77	73,1	13,4	9,4	23300
Trinidad	0,77	70,4	12,3	10,9	26090
Sırbistan	0,77	74,9	14,4	10,5	12190
Küba	0,77	79,4	13,8	11,5	7301
Lübnan	0,77	79,3	13,8	7,9	16509
Kosta Rika	0,77	79,4	13,9	8,4	13413
İran	0,77	75,4	15,1	8,2	15440
Venezüella	0,76	74,2	14,2	8,9	16159
Türkiye	0,76	75,3	14,5	7,6	18677
Sri Lank	0,76	74,9	13,7	10,8	9779
Meksika	0,76	76,8	13,1	8,5	16056

Brezilya	0,76	74,5	15,2	7,7	15175
Gürcistan	0,75	74,9	13,8	12,1	7164
Saint Kitts ve Nevis	0,75	73,8	12,9	8,4	20805
Azerbaycan	0,75	70,8	11,9	11,2	16428
Grenada	0,75	73,4	15,8	8,6	10939
Ürdün	0,75	74	13,5	9,9	11365
Yugoslavya	0,75	75,4	13,4	9,3	11780
Ukrayna	0,75	71	15,1	11,3	8178
Cezayir	0,74	74,8	14	7,6	13054
Peru	0,73	74,6	13,1	9	11015
Arnavutluk	0,73	77,8	11,8	9,3	9943
Ermenistan	0,73	74,7	12,3	10,9	8124
Bosna Hersek	0,73	76,5	13,6	8,3	9638
Ekvador	0,73	75,9	14,2	7,6	10605
Saint Lucia	0,73	75,1	12,6	9,3	9765
Çin	0,73	75,8	13,1	7,5	12547
Fiji	0,73	70	15,7	9,9	7493
Moğolistan	0,73	69,4	14,6	9,3	10729
Tayland	0,73	74,4	13,5	7,3	13323
Dominika	0,72	77,8	12,7	7,9	9994
Libya	0,72	71,6	14	7,3	14911
Tunus	0,72	74,8	14,6	6,8	10404
Kolombiya	0,72	74	13,5	7,3	12040
Saint Vicent	0,72	72,9	13,4	8,6	9937
Jamaika	0,72	75,7	12,4	9,7	7415
Tonga	0,72	72,8	14,7	10,7	5069
Belize	0,72	70	13,6	10,5	7614
Dominika	0,72	73,5	13,1	7,6	11883
Surinam	0,71	71,1	12,7	7,7	15617
Maldivler	0,71	76,8	13	5,8	12328
Samoa	0,7	73,4	12,9	10,3	5327
Botsvana	0,7	64,5	12,5	8,9	16646
Moldova	0,69	71,6	11,9	11,2	5223
Mısır	0,69	71,1	13,5	6,6	10512
Türkmenistan	0,69	65,6	10,8	9,9	13066
Gabon	0,68	64,4	12,5	7,8	16367
Endonezya	0,68	68,9	13	7,6	9788
Paraguay	0,68	72,9	11,9	7,7	7643
Filistin	0,68	72,9	13	8,9	4699

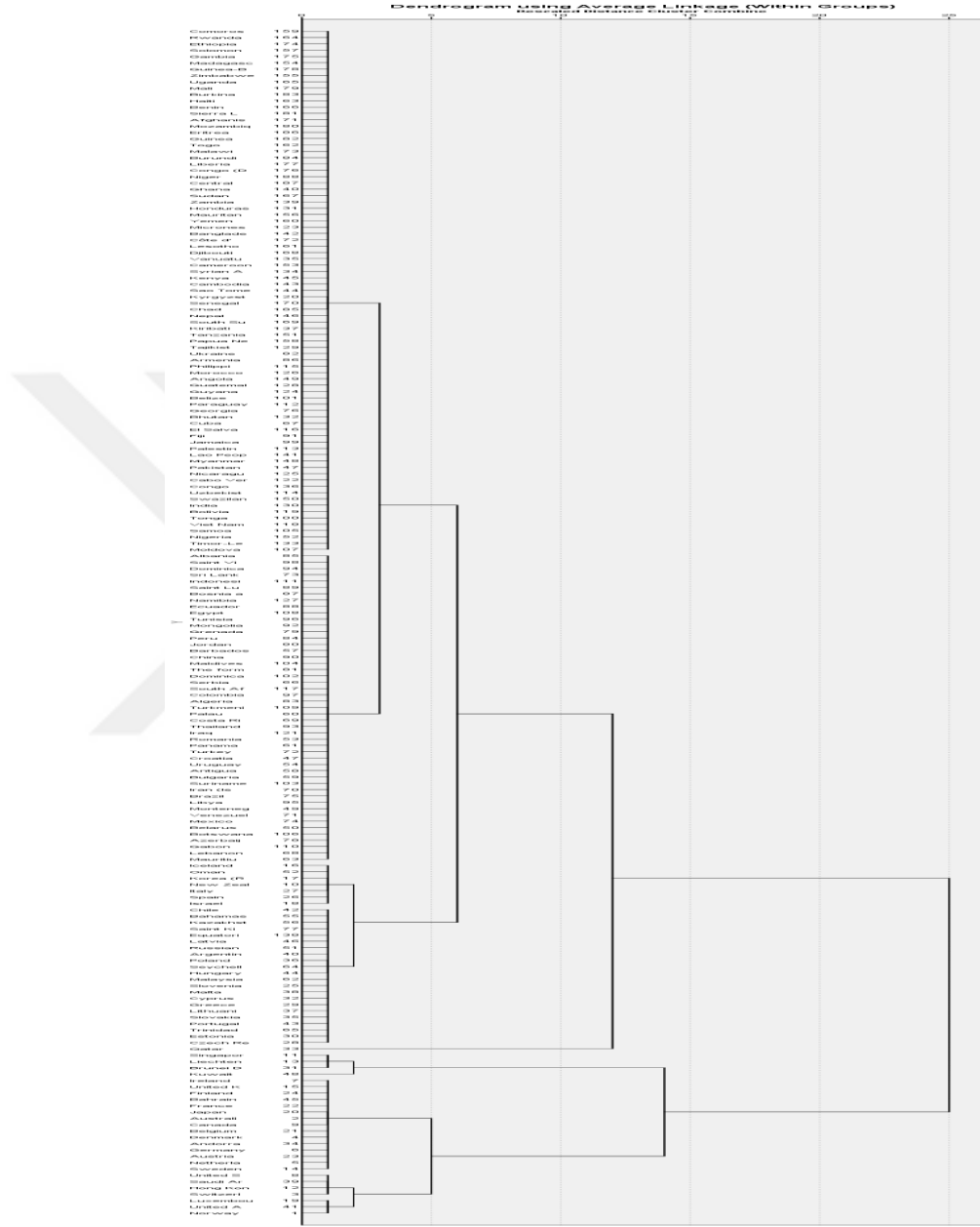
Özbekistan	0,68	68,4	11,5	10,9	5567
Philippi	0,67	68,2	11,3	8,9	7915
El Salvador	0,67	73	12,3	6,5	7349
Güney Afrika	0,67	57,4	13,6	9,9	12122
Viyetnam	0,67	75,8	11,9	7,5	5092
Bolivya	0,66	68,3	13,2	8,2	5760
Kırgızistan	0,66	70,6	12,5	10,6	3044
Irak	0,65	69,4	10,1	6,4	14003
Kabo Verde	0,65	73,3	13,5	4,7	6094
Mikronezya	0,64	69,1	11,7	9,7	3432
Guyana	0,64	66,4	10,3	8,5	6522
Nikaragua	0,63	74,9	11,5	6	4457
Fas	0,63	74	11,6	4,4	6850
Namibya	0,63	64,8	11,3	6,2	9418
Guatemala	0,63	71,8	10,7	5,6	6929
Tajikistan	0,62	69,4	11,2	10,4	2517
Hindistan	0,61	68	11,7	5,4	5497
Honduras	0,61	73,1	11,1	5,5	3938
Butan	0,61	69,5	12,6	3	7176
Timor-Leo	0,6	68,2	11,7	4,4	5363
Suriye	0,59	69,6	12,3	6,3	2728
Vanuatu	0,59	71,9	10,6	6,8	2803
Kongo	0,59	62,3	11,1	6,1	6012
Kiribati	0,59	66	12,3	7,8	2434
Ekvator	0,59	57,6	9	5,5	21056
Zambiya	0,59	60,1	13,5	6,6	3734
Gana	0,58	61,4	11,5	7	3852
Lao Peop	0,58	66,2	10,6	5	4680
Bangladeş	0,57	71,6	10	5,1	3191
Kamboçya	0,56	68,4	10,9	4,4	2949
Sao Tome	0,56	66,5	11,3	4,7	2918
Kenya	0,55	61,6	11	6,3	2762
Nepal	0,55	69,6	12,4	3,3	2311
Pakistan	0,54	66,2	7,8	4,7	4866
Myanmar	0,54	65,9	8,6	4,1	4608
Angora	0,53	52,3	11,4	4,7	6822
Svaziland	0,53	49	11,3	7,1	5542
Tanzanya	0,52	65	9,2	5,1	2411
Nijerya	0,51	52,8	9	5,9	5341

Kamerun	0,51	55,5	10,4	6	2803
Madagaskar	0,51	65,1	10,3	6	1328
Zimbabve	0,51	57,5	10,9	7,3	1615
Mauritan	0,51	63,1	8,5	3,8	3560
Solomon	0,51	67,9	9,2	5	1540
Papua Yeni Gine	0,51	62,6	9,9	4	2463
Komorlar	0,5	63,3	11,5	4,6	1456
Yemen	0,5	63,8	9,2	2,6	3519
Lesotho	0,5	49,8	11,1	5,9	3306
Togo	0,48	59,7	12,2	4,5	1228
Haiti	0,48	62,8	8,7	4,9	1669
Ruanda	0,48	64,2	10,3	3,7	1458
Uganda	0,48	58,5	9,8	5,4	1613
Benin	0,48	59,6	11,1	3,3	1767
Sudan	0,48	63,5	7	3,1	3809
Cibuti	0,47	62	6,4	3,8	3276
Güney Sudan	0,47	55,7	7,6	5,4	2332
Senegal	0,47	66,5	7,9	2,5	2188
Afganistan	0,47	60,4	9,3	3,2	1885
Côte d 'verde	0,46	51,5	8,9	4,3	3171
Malavi	0,45	62,8	10,8	4,3	747
Etiyopya	0,44	64,1	8,5	2,4	1428
Gambiya	0,44	60,2	8,8	2,8	1507
Kongo	0,43	58,7	9,8	6	680
Liberya	0,43	60,9	9,5	4,1	805
Gine	0,42	55,2	9	2,8	1362
Mali	0,42	58	8,4	2	1583
Mozambik	0,42	55,1	9,3	3,2	1123
Sierra	0,41	50,9	8,6	3,1	1780
Gine	0,41	58,8	8,7	2,4	1096
Burkina	0,4	58,7	7,8	1,4	1591
Burundi	0,4	56,7	10,1	2,7	758
Çad	0,39	51,6	7,4	1,9	2085
Eritre	0,39	63,7	4,1	3,9	1130
Afrika Cumhuriyeti	0,35	50,7	7,2	4,2	581
Nijer	0,35	61,4	5,4	1,5	908

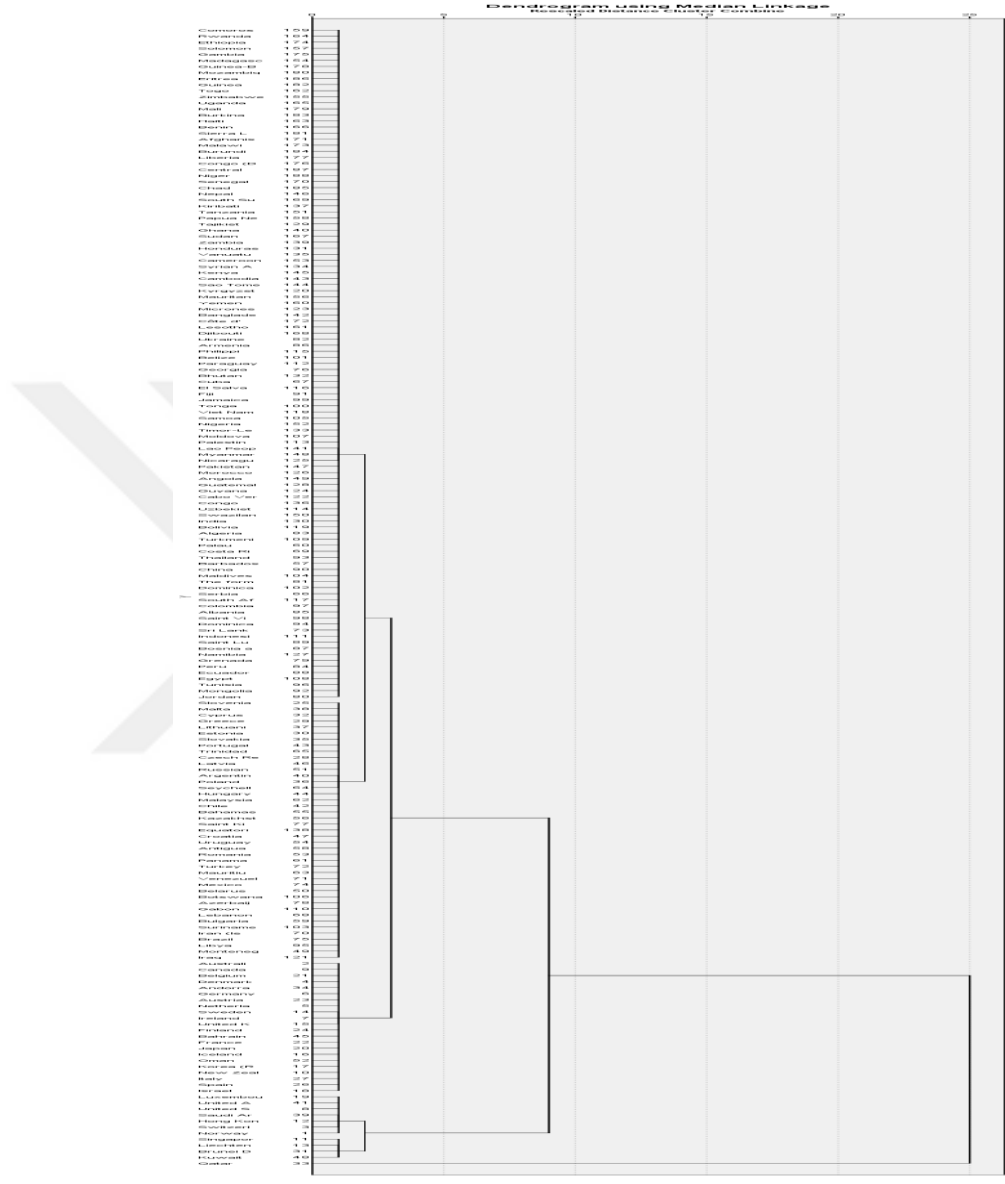
Ek 3: Tam Bağlantı Tekniği Dendogram Sonucu



Ek 4: Ortalama Bağlantı Tekniği Dendrogram Sonucu



Ek 6: Medyan Bağlantı Tekniği Dendogram Sonucu



KAYNAKÇA

Kitaplar

- Alpar, Reha (2003). Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Yöntemlere Giriş 1. Nobel Yayın Dağıtım.
- Altaş, Dilek (2006) Türk Bankacılık Sektörünün İstatistiksel Tekniklerle Analizi Der: İstanbul.
- Bülbül, Ş. (2006). Tanımlayıcı İstatistik. 2. Basım. İstanbul: Der Yayınları.
- Bülbül, Şahamet, Çilingirtürk, D. Altaş ve İ.E. Yıldırım. (2007). Avrupa Birliği'ne Bakış Açıları Yönünden Akademisyen Profili. İstanbul: Der Yayınları.
- Çakıcı, Metin, Oğuzhan, Adil ve Özdil, Tuncer. (2000). Temel İstatistik. 3. Basım İstanbul: Özal Matbaası
- Çilingirtürk, Ahmet Mete (2011). İstatistiksel Karar Almada Veri Analizi. 1. Basım Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Demir, Sırma. (2006). Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı İnsani Gelişme Endeksi ve Türkiye Açısından Değerlendirme. Devlet Planlama Teşkilatı.
- Hair, Joseph F., Black, William J., Babin, Barry J., & Anderson, Rolph E. (1992). Multivariate Data Analysis A Global Perspective, Pearson Global Editions, 7. Baskı: New Jersey.
- Hoeller, Peter., Joumard, Isabelle., & Koske, Isabel. (2014). Income İnequality İn OECD Countries: What Are The Drivers And Policy Options?. Fransa: World Scientific.
- Kalaycı, Şeref (2006). SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Teknikler. 2. Basım Ankara: Asil Yayın Dağıtım Ltd.

Moore, David S. (2011) The Practice of Statistics for Business and Economics. 3. Basım: New York: W.H. Freeman.

Orhunbilge, N. (2010). Çok Değişkenli İstatistik Yöntemler, İstanbul: İstanbul Üniversitesi, İşletme Fakültesi Yayını. ISO 690.

Stanton, Elizabeth. (2007) The Human Development Index: A History. Amherst, MA: Political Economic Research Institute (127).

Tatlıldil, Hüseyin. (1996) Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Analiz, 1. Basım. Ankara: Cem Web Ofset Ltd.

Wolfgang, Glatzer. (2015) Global Handbook of Quality Of Life: Exploration of Well-Being Of Nations And Continents. Springer.

Makaleler

Adediran, Olanrewaju. (2012) An Assessment of Human Development Index and Poverty Parameters in the Millenium Development Goals: Evidence from Nigeria. International Journal of Politics and Economics: 138-153.

Adrogué, Cecilia and Ricardo Crespo. (2010) Implicit Assumptions when Measuring in Economics: The Human Development Index (HDI) as a Case Study. Revista Cultura Económica XXVIII.79 33-42.

Akça Haşim (2012) Eğitim Ve Gelir Dağılımı Eşitsizliği: Türkiye Değerlendirmesi. Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 2012, 250-262

Al-Hilani, Hassan . (2012) HDI as a Measure of Human Development: A Better Index than the Income Approach? IOSR Journal of Business and Management 2.5 (2012): 24-28.

- Alkire, Sabina. (2011) Training Material For Producing National Human Development Reports. 12-25
- Anto, Hendrie. (2009) Introducing An Islamic Human Development Index (I-HDI) To Measure Development In OIC Countries. *Islamic Economic Studies*. 19(2). 69-81.
- Aşan, Zerrin. (2015). Kredi Kartı Kullanan Müşterilerin Sosyo-Ekonomik Özelliklerinin Kümeleme Analiziyle İncelenmesi. Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, (17), . Retrieved from <http://dergipark.gov.tr/dpusbe/issue/4759/65384>. 23 Ekim 2016
- Atkinson, A. B. (1970). On The Measurement Of İnequality. *Journal of economic theory*, 2(3), 244-263.
- Caliński, T., & Harabasz, J. (1974). A Dendrite Method For Cluster Analysis. *Communications in Statistics-theory and Methods*, 3(1), 1-27.
- Celile Günay Atbaş (2008) Kümeleme Analizinde Küme Sayısının Belirlenmesi Üzerine Bir Çalışma. Basılmamış Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü: Ankara
- Cengiz, Dicle, Öztürk, Faruk. (2012) Türkiyede İllerin Eğitim Düzeyine Göre Kümeleme Analizi ile İncelenmesi. *Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*. 69-84.
- Clifford, Harry et al. (2011) Comparison of Clustering Methods for Investigation of Genome-Wide Methylation Array Data. *Front. Gene*. 28-44
- Çilingirtürk A. M., Koçak H., (2017) Human Development Index (HDI) Rank-Order Variability, *Social Indicators Research*, 1-24
- Dib, Linda and Alessandra Carbone. (2012) CLAG: An Unsupervised Non Hierarchical Clustering Algorithm Handling Biological Data. *BMC Bioinformatics* 13.1 180 - 194.

- Dinçer, K. S., & Özdamar, K. (1992). Kümeleme Çözümlemesinde Uygun Kümeleme Ölçütlerinin Karşılaştırılması. Hacettepe Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 14, 17-33.
- Engineer, Merwan, Ian King, and Nilanjana Roy. (2008) The Human Development Index as a Criterion for Optimal Planning. Indian Growth and Development Review. 172-192.
- Gallardo, Glenda. (2009) The Human Development Index as an Effort to Measure Well-Being in Honduras. Busan: OECD World Forum. 1-13.
- Giray, Selay & Ergüt, Özlem. (2014). Multivariate Analysis of Countries according to Subdimensions of Human Development and Gender Inequality Indices. Eurasian Journal of Social Sciences, 2(3), 48-62.
- Giray, Selay. (2016). İki Aşamalı Kümeleme Analizi İle Hükümlü Verilerinin İncelenmesi. Ekonometri ve İstatistik e-Dergisi, (25), 1-31. <http://dergipark.gov.tr/iuekois/issue/27185/285989> (Erişim Tarihi: 23 Ocak 2017)
- Işık, Rıdvan. (2006). Azgelişmişlik Sorunu, Demokrasi Krizi ve İnsani Kalkınma Endeksine Göre Azgelişmiş Demokrasiler. Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.
- Kangallı, Sinem G., Uyar, Umut., Buyrukoğlu, Selçuk. (2014) OECD Ülkelerinde Ekonomik Özgürlük: Bir Kümeleme Analizi. Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi. 95-109.
- Klugman, Rodriguez And Choi. (2011) Training Material For Producing National Human Development Reports. Oxford Department Of International Development. 1-32.
- Kubas, A., Altas, D., & Sezen, J. (2016). Environmental Sensitivity Analysis İn Turkey. International Journal of Global Environmental Issues, 15(3), 179-190.

- Lance, G. N., & Williams, W. T. (1966). Computer Programs For Hierarchical Polythetic Classification ("Similarity Analyses"). *The Computer Journal*, 9(1). 60-64.
- Land, Kenneth. (2015) *The Human Development Index: Objective Approaches (2)*. Global Handbook of Quality of Life. ABD: Springer Science Business Media. 133-157.
- Majerová, Ingrid. (2012) Comparison of Old and New Methodology in Human Development and Poverty Indexes: A Case of the Least Developed Countries. *Journal of Economics Studies and Research*. 1-15.
- Neumayer, Eric. (2011) The Human Development Index and Sustainability — A Constructive Proposal." *Ecological Economics* (39/1): 101–114.
- Radovanović, Bojana. (2011) Human Development Index as a Measure of Human Development." *Filozofija I Društvo* 22.3. 193-208.
- Şchiopu, D. (2010). Applying Twostep Cluster Analysis For Identifying Bank Customers' Profile. *Buletinul*, 62, 66-75.
- Tan, Pang-Ning, Michael Steinbach, and Vipin Kumar. (2005) *Introduction to Data Mining*. Boston: Pearson Addison Wesley.
- Turanlı, Münevver., Özden, Ünal. H., & Türedi, Serdar. (2006). Avrupa Birliği'ne Aday ve Üye Ülkelerin Ekonomik Benzerliklerinin Kümeleme Analiziyle İncelenmesi. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*. 95-108.
- Ward Jr, Joe H., and Marion E. Hook. (1963) Application Of An Hierarchical Grouping Procedure To A Problem Of Grouping Profiles. *Educational and Psychological Measurement*. 68-84
- Wolff, Hendrik, Howard Chong, and Maximilian Auffhammer. (2009) *Human Development Index: Are Developing Countries Misclassified?* Milwaukee, WI: Agricultural & Applied Economics Association. (Erişim Tarihi: 12 Mart 2017) <http://ageconsearch.tind.io/record/49763/files/HDI%20with%20author%20info.pdf>

Wolkind, S. N., & Everitt, B. (1974). A Cluster Analysis Of The Behavioural Items İn The Pre-School Child. Psychological Medicine, 4(04), 422-427.

Yıldırım, I. E. (2009). The Effect Of Principal Components Analysis İmproving Discrimination Power On Data Envelopment Analysis Process. İstanbul Üniversitesi, İşletme Fakültesi Dergisi, 38(1), 66-83.

Yim, Odilia and Kylee T. Ramdeen. "Hierarchical Cluster Analysis: Comparison of Three Linkage Measures and Application to Psychological Data." The Quantitative Methods for Psychology 11.1 (2015): 8-21. (Erişim Tarihi 23 Ekim 2016)

İnternet Kaynakları

<http://hdr.undp.org/en/content/inequality-adjusted-human-development-index-ihdi>

<http://hdr.undp.org/en/content/human-development-index-hdi>

<http://hdr.undp.org/en/composite/HDI>

<http://hdr.undp.org/en/faq-page/human-development-index-hdi>

<http://www.mfa.gov.tr/islam-isbirligi-teskilati.tr.mfa>

<http://iresearch.worldbank.org/PovcalNet/home.aspx>

<http://hdr.undp.org/en/content/income-palma-ratio>

<http://hdr.undp.org/en/content/income-quintile-ratio>

<http://hdr.undp.org/en/content/health-index>

<http://hdr.undp.org/en/content/education-index>

<http://hdr.undp.org/en/composite/IHDI>

<http://hdr.undp.org/en/content/income-index>

<http://www.meb.gov.tr/mevzuat/liste.asp?ara>

http://siteresources.worldbank.org/TURKEYINTURKISHEXTN/Resources/4556871235059017165/OECDReviewsOfHealthSystemsTurkey_Ch2-tr.pdf

United Nations Development Program (UNDP). (1990) "Human Development Report 1990". New York Oxford. Oxford University Press:1-20

http://hdr.undp.org/sites/default/files/reports/219/hdr_1990_en_complete_nostats.pdf

United Nations Development Program (UNDP). (2010) The Real Wealth of Nations: Pathways to Human Development. UNDP.

http://hdr.undp.org/sites/default/files/reports/270/hdr_2010_en_complete_reprint.pdf

UNDP. Africa Human Development Report 2011 (2011) Sustainability and Equity: A Better Future For All. UNDP.

http://hdr.undp.org/sites/default/files/reports/271/hdr_2011_en_complete.pdf

UNDP. Africa Human Development Report 2012 (2012) Towards a Food Secure Future. UNDP.

http://hdr.undp.org/sites/default/files/reports/240/ahdr_2012.pdf

UNDP. Human Development Report 2013 (2013) The Rise of the South: Human Progress in a Diverse World. UNDP.

http://hdr.undp.org/sites/default/files/reports/14/hdr2013_en_complete.pdf

UNDP. Human Development Report 2014: (2014) Sustaining Human Progress: Reducing Vulnerabilities and Building Resilience. UNDP.

<http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr14-report-en-1.pdf>

UNDP. Human Development Report 2015: (2015) “Human Development Report 2015: Work for Human Development. UNDP.

http://hdr.undp.org/sites/default/files/2015_human_development_report.pdf

UNDP. Human Development Report 2016. (2016) Human Development For Everyone. UNDP.

http://hdr.undp.org/sites/default/files/2016_human_development_report.pdf