

T.C.  
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
İKTİSAT ANA BİLİM DALI  
İKTİSAT PROGRAMI

DOKTORA TEZİ

İNOVASYONUN ÖLÇEKLENDİRME YASALARI ARACILIĞIYLA  
COĞRAFİ ANALİZİ: KARMAŞIK SİSTEMLER YAKLAŞIMI

EREN YILDIRIM  
19710003

TEZ DANIŞMANI  
DOÇ. DR. YASEMİN ASU ÇIRPICI

2024

T.C.  
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
İKTİSAT ANA BİLİM DALI  
İKTİSAT PROGRAMI

DOKTORA TEZİ

İNOVASYONUN ÖLÇEKLENDİRME YASALARI  
ARACILIĞIYLA COĞRAFİ ANALİZİ: KARMAŞIK  
SİSTEMLER YAKLAŞIMI

EREN YILDIRIM  
19710003  
ORCID NO: 0000-0002-3705-2424

TEZ DANIŞMANI  
DOÇ. DR. YASEMİN ASU ÇIRPICI

ŞUBAT  
2024

Eren YILDIRIM tarafından hazırlanan “İnovasyonun Ölçeklendirme Yasaları Aracılığıyla Coğrafi Analizi: Karmaşık Sistemler Yaklaşımı” başlıklı çalışma, 02/02/2024 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oybirliği ile başarılı bulunmuş ve jürimiz tarafından İktisat Ana Bilim Dalı İktisat Programında DOKTORA tezi olarak kabul edilmiştir.

**Danışman**

**İmza**

Doç. Dr. Yasemin Asu ÇIRPICI

.....

**Jüri Üyeleri**

**İmza**

Prof. Dr. Dilek ÇETİN

.....

Doç. Dr. Seçkin SUNAL

.....

Doç. Dr. Semanur SOYYİĞİT

.....

Doç. Dr. Senem ÇAKMAK ŞAHİN.....

## ÖZET

### İNOVASYONUN ÖLÇEKLENDİRME YASALARI ARACILIĞIYLA COĞRAFI ANALİZİ: KARMAŞIK SİSTEMLER YAKLAŞIMI

Yenilik, ülke veya şehir ekonomisinin büyümesi, sosyal ve demografik değişkenlerin refah artırıcı şekilde artmasında en önemli etkenlerden biridir. Şehirlerin yaşayan birer organizmaya benzer olarak karmaşık sosyal ve ekonomik işleyişi göz önüne alındığında, bu işleyişin ekonomik açıdan ölçülmesi önemlidir. Bunun için nüfus dağılımı büyüklüğü ile farklı sosyoekonomik değişkenler arasındaki dağılımsal ilişkiyi şehir düzeyinde ölçmek hedefiyle kentsel ölçeklendirme yasaları ortaya konulmuştur. Yeniliğin ölçülmesinde farklı değişkenler kullanılmakla birlikte bu değişkenler arasında patent verisi en sık kullanılan araçlardan biridir. Bu çalışmada, yeniliğin ölçeklendirme yasaları aracılığıyla ölçülmesi hedeflenmiştir. Ölçeklendirme yasalarını yenilik açısından değerlendirirken patent verisi kullanılmıştır. Çalışmada ilk olarak daha önce edebiyat, fizik, biyoloji gibi birçok farklı disiplinde test edilen Zipf yasası ele alınmıştır. Zipf yasasının patent verisi ile test edilmesinde ilk olarak Türkiye için 1995-2022 yılları arasındaki patent verisi şehir düzeyinde analiz edilmiştir. Zipf yasası Türkiye şehirleri için doğrulanmamıştır. Daha sonra Zipf yasası uluslararası düzeyde aynı yöntemle test edilmiştir. Hesaplanan Zipf katsayısının ülke bağlamında farklı sonuçlar verdiği ortaya konulmuştur. Çalışmanın ikinci kısmında ölçeklendirme yasalarından bir diğeri olan kentsel ölçeklendirme yasası test edilmiştir. Bu bağlamda şehir düzeyinde kişi başına düşen gelir, nüfus ve patent sayısı verileri ölçeklendirmeye tabi tutulmuştur. Kentsel ölçeklendirme hesaplamasında hem ulusal hem de uluslararası düzeyde en az bir patent başvurusuna sahip şehirlerin patent sayısı, gelir ve nüfusu ile patent sayısı arasındaki ilişki ölçeklendirme katsayısı ile değerlendirilmiştir. Hesaplanan ölçek katsayısı değeri yazındaki sosyoekonomik değişkenleri dikkate alan çalışmalarda sonuçlarla benzer olarak yeniliğin dağılımında, ölçeğe göre artan getiri durumunun geçerli olduğunu ortaya koymuştur. Elde edilen sonuçlardan yeniliğin, nüfusun göreceli olarak daha büyük olduğu şehirlerde yoğunlaştığı çıkarımı yapılmıştır. Tez çalışmasının son bölümünde ise üstel yasa analizi bağlamında yeniliğin coğrafi dağılımının analiz edilmesi hedeflenmiştir. Bunun için patent başvuru sayısı dağılımı, 2014 yılı için ülke düzeyinde üstel yasa analizi çerçevesinde test edilmiştir. Üstel yasa analizi sonuçlarına göre yeniliğin, veri setine dahil ülkeler için üstel yasaya göre dağıldığı doğrulanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Yenilik, Üstel Yasa, Patent, Ölçeklendirme Yasaları, Karmaşık Sistemler, Yenilik İktisadı.

## ABSTRACT

### GEOGRAPHIC ANALYSIS OF INNOVATION THROUGH SCALING LAWS: A COMPLEX SYSTEMS APPROACH

Innovation stands out as a paramount factor contributing to the growth of a country's or city-level economy and fostering a welfare-enhancing rise in social and demographic variables. Given the intricate social and economic dynamics of cities, akin to living organisms, it is imperative to assess their functioning through economic metrics. For this purpose, urban scaling laws have been introduced to measure the distributional relationship between the population distribution size and different socioeconomic variables at the city level. Although other variables are used to measure innovation, patent data is one of the most frequently used indicators among these variables. The main aim of this thesis is to measure innovation through scaling laws. Patent data was used as a proxy for innovation when evaluating scaling laws. In the study, Zipf's law, which has been previously tested in many different disciplines such as literature, physics and biology, is discussed. In testing Zipf's law with patent data, firstly, patent data for Türkiye between 1995 and 2022 was analyzed at the city level. Zipf's law has not been verified for Turkish cities. Later, Zipf's law is tested internationally using the same method. It is concluded that the calculated Zipf coefficient gives different results in the country context. The urban scaling law is tested in the second part of the study. In this context, per capita income, population and patent number data at the city level were scaled. In the urban scaling computation, the scaling coefficient was utilized to assess the relationship between the number of patents, income, and population of cities that filed at least one patent application, both at national and international levels. The calculated scale coefficient value revealed that increasing returns to scale is valid in the distribution of innovation, similar to the results of studies in the literature that take socioeconomic variables into consideration. From the results obtained, it was inferred that innovation is concentrated in cities where the population is relatively larger. In the final section of the thesis, the aim is to analyze the geographical distribution of innovation within the context of power law analysis. For this purpose, the distribution of the number of patent applications was tested at the country level for the year 2014 within the framework of power law analysis. According to the results of the power law analysis, it has been confirmed that innovation follows a power law distribution for the countries included in the dataset.

**Keywords:** Innovation, Power Law, Patent, Scaling Laws, Complex Systems, Economics of Innovation.

## ÖN SÖZ

Yenilik kavramını iktisadi açıdan niceliksel olarak değerlendirmek hedefiyle yola çıktığım bu tez çalışması, inişli çıkışlı bir dört yıllık doktora sürecinin meyvesi oldu. Tezde incelediğim yenilik kavramına benzer şekilde, bu çalışma için gösterdiğim çaba ve yaşadığım zorluklar da doğrusal olmayan bir çizgide ilerledi. Tez çalışmam süresince bana olumlu desteğini insani ve akademik olarak gösteren danışmanım Doç. Dr. Yasemin Asu Çırpıcı'ya teşekkür ederim. Tez konusunun şekillenmesi ve nihai haline gelmesinde katkıları olan tez izleme komitesi üyeleri Doç. Dr. Seçkin Sunal ve Doç. Dr. Semanur Soyyiğit'e teşekkür ederim. Tezimi, tez çalışması süresince olumsuzlukları aşmamda destek olan eşim Zeynep'e ve aileme ithaf ediyorum.

Eren YILDIRIM  
Şubat, 2024; İstanbul

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	iv
ÖN SÖZ .....	v
İÇİNDEKİLER .....	vi
TABLolar LİSTESİ .....	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	x
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xi
1. GİRİŞ .....	1
2. ZİPF YASASININ PATENT VERİSİ İLE TEST EDİLMESİ .....	7
2.1. Türkiye Örneği.....	8
2.1.1. Veri ve Yöntem.....	8
2.1.1.1. Veri.....	8
2.1.1.2. Yöntem.....	10
2.1.2. Ampirik Bulgular .....	11
2.2. Zipf Yasasının Uluslararası Düzeyde Testi.....	15
2.2.1. Veri ve Yöntem.....	16
2.2.1.1. Veri.....	16
2.2.1.2. Yöntem.....	19
2.2.2. Ampirik Bulgular .....	19
2.2.2.1. Zipf Yasasının Patent Verisi ile Testi: Ülke Düzeyi.....	19
2.2.2.2. Zipf Yasasının Patent Verisi ile Testi: Şehir Düzeyi .....	22
3. YENİLİĞİN KENTSEL ÖLÇEKLENDİRME İLE ÖLÇÜLMESİ .....	27
3.1. Veri ve Yöntem.....	28
3.1.1. Veri.....	28
3.1.2. Yöntem.....	31
3.2. Ampirik Bulgular .....	32
3.2.1. Yeniliğin Ülke Düzeyinde Toplam Değerlerle Ölçeklendirilmesi.....	32

3.2.2. Yeniliğin Ülke Düzeyinde Kentsel Ölçeklendirilmesi.....	35
3.2.3. Yeniliğin Şehir Düzeyinde Kentsel Ölçeklendirilmesi .....	39
4. PATENT DAĞILIMININ ÜSTEL YASA İLE ANALİZİ.....	43
4.1. Veri ve Yöntem .....	45
4.1.1. Veri.....	45
4.1.2. Yöntem.....	46
4.2. Ampirik Bulgular .....	48
5. SONUÇ .....	54
KAYNAKÇA .....	58
EKLER.....	65
Ek 1. Patent Sayısı ve Sıra Değişkenlerinin Şehir Düzeyinde Dağılımı.....	65
Ek 2. Patent Sayısının Sıra Değişkenine Göre Dağılımı (Logaritmik Düzey).....	80

## TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1 Tanımlayıcı İstatistikler .....	9
Tablo 2 En Fazla Patent Tescil Sayısına Sahip 10 Şehre Ait İstatistikler.....	9
Tablo 3 En Küçük Kareler Yöntemi ile Tahmin Sonuçları (Robust Regresyon) .....	13
Tablo 4 Uluslararası Analiz İçin Seçilen Ülkeler .....	17
Tablo 5 Patent Başvuru Sayısına Göre İlk 5 Sıradaki Ülke.....	18
Tablo 6 Tanımlayıcı İstatistikler .....	19
Tablo 7 En Küçük Kareler Yöntemi ile 45 Ülke İçin Tahmin Sonuçları (Robust Regresyon) .....	20
Tablo 8 En Küçük Kareler Yöntemi ile 45 Ülke İçin Tahmin Sonuçları (Doğrusal Regresyon) .....	21
Tablo 9 Patent Başvuru Sayısına Göre İlk 5 Ülke için Tanımlayıcı İstatistikler.....	23
Tablo 10 Patent Başvuru Sayısına Göre İlk 20 Şehrin Patent Sayıları .....	23
Tablo 11 43 Ülke için Zipf Katsayısı Tahmin Sonuçları .....	25
Tablo 12 Veri Setine Dahil Edilen Ülkeler .....	29
Tablo 13 Patent Başvuru Sayısına Göre İlk 5 Sıradaki Ülke.....	29
Tablo 14 Tanımlayıcı İstatistikler (Ülke Düzeyi) .....	30
Tablo 15 En Fazla Patent Başvuru Sayısına Sahip İlk 5 Şehir .....	30
Tablo 16 Tanımlayıcı İstatistikler (Şehir Düzeyi) .....	31
Tablo 17 En Küçük Kareler Yöntemi ile Tahmin Sonuçları (GSYH ve Nüfus) .....	33
Tablo 18 En Küçük Kareler Yöntemi ile Tahmin Sonuçları (Patent Başvuru Sayısı ve Nüfus).....	34
Tablo 19 En Küçük Kareler Yöntemi ile Tahmin Sonuçları (Patent Başvuru Sayısı ve GSYH) .....	35

Tablo 20 En Küçük Kareler Yöntemi ile Tahmin Sonuçları (GSYH ve Nüfus-Kentsel Değerler) .....	36
Tablo 21 En Küçük Kareler Yöntemi ile Tahmin Sonuçları (Patent Başvuru Sayısı ve Nüfus-Kentsel Değerler) .....	37
Tablo 22 En Küçük Kareler Yöntemi ile Tahmin Sonuçları (Patent Başvuru Sayısı ve GSYH-Kentsel Değerler) .....	38
Tablo 23 Şehir Düzeyinde En Küçük Kareler Yöntemi ile Tahmin Sonuçları (GSYH ve Nüfus).....	40
Tablo 24 Şehir Düzeyinde En Küçük Kareler Yöntemi ile Tahmin Sonuçları (Patent Sayısı ve Nüfus) .....	40
Tablo 25 Şehir Düzeyinde En Küçük Kareler Yöntemi ile Tahmin Sonuçları (Patent Sayısı ve GSYH).....	41
Tablo 26 Veri Setine Dahil Edilen Ülkeler .....	45
Tablo 27 Patent Başvuru Sayısına Dair Tanımlayıcı İstatistikler .....	46
Tablo 28 Üstel Yasa ve Log-normal Dağılım Parametrelerinin Tahmin Sonuçları ..	49
Tablo 29 Üstel Yasa Parametrelerinin Yeniden Örnekleme (BS) Standart Sapmaları .....	50
Tablo 30 Log-normal Dağılım Parametrelerinin Yeniden Örnekleme (BS) Standart Sapmaları.....	51

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1 Patent Tescil Sayılarının 1995-2022 Yılları Arasındaki Değerleri.....	11
Şekil 2 İl Bazlı Patent Sayısının Coğrafi Dağılımı (1995-2022) .....	12
Şekil 3 İl Bazlı Patent Sayısının Her İlin Sıralamasına Göre Dağılımı .....	12
Şekil 4 Patent Sayısının Dağılımının EKK Yöntemi ile Tahmini.....	13
Şekil 5 Kümülatif Patent Sayısının Sıra Değişkenine Göre Dağılımı .....	20
Şekil 6 Ülke Seviyesinde Patent Başvuru Sayısının En Küçük Kareler Yöntemi ile Tahmini .....	21
Şekil 7 Ülke Katsayılarının Zipf Yasasından Sapma Düzeyi .....	26
Şekil 8 GSYH'nin Nüfusa Göre Ölçeklendirilmesi .....	33
Şekil 9 Patent Başvuru Sayısının Nüfusa Göre Ölçeklendirilmesi .....	34
Şekil 10 Patent Başvuru Sayısının GSYH'ye Göre ölçeklendirilmesi.....	35
Şekil 11 GSYH'nin Nüfusa Göre Ölçeklendirilmesi .....	36
Şekil 12 Patent Başvuru Sayısının Nüfusa Göre Ölçeklendirilmesi .....	37
Şekil 13 Patent Başvuru Sayısının GSYH'ye Göre Ölçeklendirilmesi.....	38
Şekil 14 GSYH'nin Nüfusa Göre Ölçeklendirilmesi .....	39
Şekil 15 Patent Başvuru Sayısının Nüfusa Göre Ölçeklendirilmesi .....	40
Şekil 16 Patent Başvuru Sayısının GSYH'ye Göre Ölçeklendirilmesi.....	41
Şekil 17 Patent Başvuru Sayısının Ülke Düzeyinde Dağılımı .....	49
Şekil 18 Üstel Yasa Parametreleri için Yeniden Örnekleme (Bootstrap) Değerleri ..	50
Şekil 19 Log-normal Dağılım Parametreleri için Yeniden Örnekleme (Bootstrap) Değerleri.....	51

## KISALTMALAR LİSTESİ

<b>EKK</b>	: En Küçük Kareler
<b>EUROSTAT</b>	: Avrupa Topluluğu İstatistik Ofisi
<b>GSYH</b>	: Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
<b>İBBS</b>	: İstatistiki Bölge Birimleri Sınıflandırması
<b>KS</b>	: Kolmogorov-Smirnov
<b>NUTS</b>	: The Nomenclature of Territorial Units for Statistics
<b>OECD</b>	: Ekonomik İş Birliği ve Kalkınma Teşkilatı
<b>PATSTAT</b>	: EPO Worldwide Patent Statistical Database
<b>TL3</b>	: Territorial Level 3
<b>TÜİK</b>	: Türkiye İstatistik Kurumu
<b>TÜRKPATENT</b>	: Türk Patent ve Marka Kurumu

## 1. GİRİŞ

Bilginin geniş anlamda üretimi birey düzeyinde karmaşık bir sürecin sonucunda ortaya çıkmaktadır. Bu süreç, bireylerin karmaşık bir bilişsel çaba sarf etmeleri sonucunda mümkün olmaktadır. Hem bilişsel hem de fiziksel anlamda bireyin öğrenme ve yaratıcılık düzeyiyle ilgili olan bilgi üretim süreci sadece bireyin eylemliliği ve yetenekleri ile sınırlı değildir. Sosyal ağlar aracılığıyla birey ve gruplar arası etkileşim ile bilgi üretim süreci daha da karmaşık bir yapıya bürünebilmektedir. Birey ve sosyal grup düzeyinin ötesinde tarihsel açıdan iktisadi hayatın gelişmesi ile ortaya çıkan firmalar, sivil toplum kuruluşları ve devlet yapısı da bilgi üretim sürecinde etkilidir. Kaynağı bireysel çaba veya kurumsal bir niteliğe sahip olmasından bağımsız olarak yeniliğin üretilmesi ve iktisadi bir değere dönüştürülmesi süreci bilimsel açıdan incelemeye değerdir. Bunun temel nedeni yenilik konseptinin, ekonomik büyümenin desteklenmesinde ve ulusal ekonomilerin sosyal ve demografik göstergelerinin iyileştirilmesinde önemli bir faktör olmasıdır.

Verimliliği, rekabet gücünü ve bireylerin yaşam kalitesini artırabilecek yeni ürün, hizmet ve süreçlerin yaratılması yenilik vasıtasıyla gerçekleşmektedir. Bu yaratıcı süreç sadece ekonomik boyutta değil hayatın genel akışını da değiştiren bir niteliğe sahiptir. Yenilik, benimsenen birim tarafından yeni olarak algılanan ve uygulamaya geçirilen bir fikir, uygulama veya nesne olarak tanımlanır (Rogers, 2003). Yeniliği iktisadi açıdan ele alan ilk isimlerden biri olan Schumpeter'e (1939) göre ise yenilik, "yeni bir üretim fonksiyonu oluşturulmasıdır." Schumpeter'in yenilik kavramına yaklaşımında bir diğer önemli unsur ise girişimcinin rolüdür. Bu rol, yeni bir üretim fonksiyonu oluşturulması sürecinde yaratıcı yönün girişimci tarafından sağlanmasıdır. Yenilik kavramına benzer olarak günlük hayatta kullanılan bir diğer kavram ise buluş kavramıdır. Jewkes vd. (1958) buluş kavramını "yeni fikirlerin, süreçlerin veya ürünlerin yaratılması" olarak tanımlar ve yeniliğin ise buluşların iktisadi veya sosyal değişimlere yol açan bir şekilde uygulanmasıdır. Drucker (1993) ise buluş ve yenilik kavramları arasındaki farkın, yeniliğin başarılı bir şekilde kurum veya toplum düzeyinde uygulanması olarak ifade etmektedir. Buluş ile yenilik her ne kadar farklı

kavramlar olsa da yenilik sürecinin ilk aşaması büyük çoğunlukla buluş ile başlamaktadır (Kline, 1985). Yenilik kavramsal olarak farklı sınıflamalar ile değerlendirilmiştir. Bu sınıflamalardan biri yeniliğin yani inovasyonun, ürün yeniliği ve süreç yeniliği olarak sınıflanmasıdır. Bir diğer yenilik sınıflaması ise aşamalı inovasyon ve radikal inovasyon ayırımına dayanan sınıflamadır. Buna göre aşamalı inovasyon yenilik sürecinin görece daha yavaş ve tedrici olarak ilerlediği bir yenilik sürecini ifade etmektedir. Radikal inovasyon ise bir mal veya hizmetin daha önce görülmemiş bir biçimde ve üretim sürecini dönüştürücü şekilde ortaya konması sürecini belirtmektedir.

Ekonomik birimlerin üretim ve tüketim kalıplarının dönüşümü, yeni ürün ve hizmetlerin uygulanmasındaki başarıya bağlıdır. Başarılı ar-ge faaliyetlerine ulaşmak için hükümetler ve kurumlar tarafından yeniliği teşvik eden bir ortam yaratmak için çaba harcanmaktadır. Bu çabaların sonucunda yeniliğin somut bir çıktısı olarak hem iktisadi olarak büyüme ve kalkınmanın sağlanması hem de sosyal hayattaki ilişkilerin yeniden düzenlenmesi hedeflenebilmektedir. Burada şunu belirtmek gerekir ki yeni bir bilginin üretilmesi süreci başarısız birçok deneme sonucu ortaya çıkabildiği gibi başarılı denemelerin üst üste sıralı halde gerçekleştirilmesi ile de sağlanabilir. Yeni bilgi üretiminin, bireyin yaratıcılığına ve eylemliliğine bağlı bu yönü ile sistemsel olarak bakıldığında kendi kendini düzenleyen bir sisteme benzeyen tarafları vardır. Diğer taraftan teknolojinin gelişmesiyle birlikte sermaye yoğun bir üretim sürecinde kurumsal olarak planlanmış yenilik yaratım süreci de sıklıkla görülür. Yeniliği bir kavram olarak ele aldığımızda hem tepeden aşağı doğru düzenlenen bir sistemin unsurlarını hem de aşağıdan yukarı doğru bir dağılma etkisine sahip kendi kendini düzenleyen sistemlerin işleyiş prensiplerini dikkate almak gereklidir. Bu açıdan bakıldığında yeniliğin üretim ve yayılma sürecinin karmaşık adaptif sistemlerin işleyişi ile paralellik gösterdiği söylenebilir. Karmaşık adaptif sistemler genel olarak; ajanlar içeren, bu ajanların etkileşiminin olduğu, adaptasyonun etkin yer aldığı, bütünün parçaların toplamından daha fazlasını ifade ettiği, doğrusal olmayan etkileşimler içeren, geri besleme mekanizmasının bulunduğu, kendi kendini organize eden dirençli sistemler olarak ifade edilebilir (Mitchell, 2009). Karmaşık adaptif sistemlerin özellikle tek bir elden düzenlenmemesi ve ortaya çıkma (*emergence*) gibi nitelikleri, yenilik yaratım sürecinin de önemli özelliklerindedir. Holland ve Miller'ın (1991) önerdiği üzere iktisadi sistemlerin birçoğunun karmaşık adaptif sistemler

olduğundan hareketle bu çalışmada, yenilik kavramı karmaşık adaptif bir sistem olarak ele alınmıştır.

İnovasyon, ekonomik faaliyetlerin, kaynakların ve yeteneklerin yoğunlaşması nedeniyle genellikle ekonomik büyümenin motoru olarak kabul edilen şehirlerde özellikle önemlidir. Şehirler, yeni ürün ve hizmetler yaratmaya yönelik yenilikçileri çekmede önemli bir rol oynayan karmaşık canlı organizmalar olarak kabul edilebilir (Decker vd., 2000). Bu yaratıcı sürecin hem kentsel hem de ulusal düzeyde Gayri Safi Yurtiçi Hasıla, istihdam, eğitim vb. sosyal ve ekonomik göstergeler üzerinde birçok etkisi vardır. Şehirlerin kendi kendini düzenleyen sistemlere benzer olarak sürekli evrimleşen dinamik yapısı nedeniyle yenilik, hem şehir içinde üretilebilir hem de şehirler arası bilgi akışına dayanan etkileşim ile yayılabilir. Yeniliğin değerlendirilmesinde şehir düzeyindeki analizler, bahsedilen süreçlerin büyüklüğünü, yayılmasını ve yeniden üretilmesini anlamakta fayda sağlayabilir. İktisadi bağlamda şehir düzeyinde incelenen yenilik, teknolojik kapasitenin artışına ve dolayısıyla göreceli olarak verimlilik avantajına sahip coğrafyaların ortaya konmasına destek verebilir. Mekânsal iktisat bu bağlamda iktisadi değişkenlerin coğrafi dağılımı ile bilgi üretimi arasındaki ilişkiyi ortaya koymak açısından gerekli bir bakış açısı sunmaktadır. Mekânsal iktisat bilgi üretiminin konum olarak özelliklerini, bilginin yığıldığı şehirleri, yenilik için rekabetçi alanları ve eşitsizlikleri incelemek üzere başvurulan bir alandır. Kısaca coğrafya ile yenilik arasındaki karşılıklı ilişkiyi değerlendirmede mekânsal iktisat yöntemlerinin kullanılması önemli görülmektedir. Bilgi yaratma süreci ile mekânsal etkileri birlikte ele alan çok sayıda çalışma mevcuttur (Duranton & Puga, 2001; Florida, 2002; Hautala & Jauhainen, 2014; Lengyel vd., 2020; Rutten, 2016). Bu alanda daha güncel olarak ise otomasyon ve yapay zekanın kullanımının, ağ ekonomilerinin yeniliğe ve bölgesel eşitsizliklere neden olduğunu açıklamaya odaklanan çalışmalar da mevcuttur (Domini vd., 2022; Hémons & Olsen, 2022; Prettnner & Strulik, 2020).

Karmaşık sistemler yazınında, gözlemlenen büyüklükleri hesaplamak üzere çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Karmaşıklık ölçüye göre, entropi düzeyi aracılığıyla, algoritmik bilgi içeriği olarak, mantıksal veya termodinamik derinliğe göre, istatistiksel ve hesaplamalı açılardan ya da fraktal boyuta göre ölçmek mümkündür (Mitchell, 2009). Karmaşık sistemlerin makro düzeydeki bazı özelliklerinin o sistemin işleyişini düzenleyen mikro düzeydeki özellikleri ile doğrudan açıklanamaması

durumu, ortaya çıkma (*emergence*) olarak tanımlanır (Sayama, 2015). Karmaşık sistemlerin ölçeğe göre bir ortaya çıkma özelliğine sahip olması nedeniyle bu çalışmada ele alınan yenilik kavramı da ölçeklendirme boyutunda ele alınmıştır. Patent verileri, yeniliği ölçmek için en sık kullanılan göstergelerden biri olduğundan, patent verileri yeniliğin bir göstergesi olarak kullanılmıştır. Patent başvuruları, geliştirilmekte olan yenilik türleri, yeniliği teşvik eden firmalar ve bireyler ile coğrafi yenilik hakkında bilgi içermektedir. Son yıllarda çeşitli patent verilerinin açık erişim olarak yayımlanmasıyla birlikte şehirlerdeki inovasyonun kapsamlı analizine odaklanan çalışmaların sayısı da artmaktadır.

Somut veya soyut bir büyüklüğü anlamaya çalışırken insanlar genellikle bu büyüklüğü bir başka büyüklük ile karşılaştırarak veya ölçeklendirerek değerlendirmektedir. Bu değerlendirme ve ölçeklendirmenin objektif veya sübjektif tarafları olmakla birlikte bilimsel açıdan herhangi bir büyüklüğün ölçülmesi, sıralanması ve bir kuralı takip edip etmediğinin ortaya konması önemlidir. Değerlendirilen büyüklükler, dengeli ve durağan bir sisteme dahil olabileceği gibi dinamik, kaotik veya karmaşık bir sistemin parçası da olabilir. Farklı disiplinlerde çeşitli kavramların büyüklüklerinin bir ölçeğe göre ortaya konulması için ölçeklendirme yasaları ortaya konmuştur. Ölçeklendirme yasaları (*scaling laws*) genel olarak, bir matematiksel değişkenin boyutunun veya ölçeğinin, çeşitli sistem özellikleriyle nasıl ilişkilendiğini tanımlar. Ölçeklendirme yasaları, bir sistemin büyüklüğünün artması veya azalması durumunda belirli bir özellik veya davranışın nasıl değiştiğini açıklayabilirler. Bu yasalar, karmaşık sistemlerin yerel veya evrensel özelliklerinin ve örüntülerinin açığa çıkarılmasına yardımcı olabilir.

Ele alınan bir büyüklüğün veya değişkenin sıklığa dayanan niceliksel bir özelliğini ölçmek üzere biyoloji, coğrafya, fizik gibi birçok farklı disiplinde ölçeklendirme (*scaling*) yöntemine başvurulmuştur (Batty, 2008; Nordbeck, 1971; Samaniego & Moses, 2008; West vd.,1997). Bahsedilen ölçeklendirme ilişkileri genel olarak;

$$Y = c X^{\beta} \quad (1.1)$$

şeklinde matematiksel olarak formüle edilen bir üstel yasa şeklinde ifade edilebilir. Burada Y değişkeni, X değişkenindeki değişime göre sistematik bir şekilde etkilenen bir ilişkiyi temsil etmektedir ve c ile  $\beta$  ise ölçeklendirme parametrelerdir (Pumain vd., 2006).

Ölçeklendirme yasaları, fizik, biyoloji, coğrafya gibi doğa bilimlerde uygulandığı gibi iktisat, sosyoloji gibi sosyal bilimlerde de çalışmalara konu olmuştur. Biyoloji yazınında alometrik ölçeklendirme, hayvanların vücut büyüklüğü ile metabolizma hızı arasında bir ilişki olup olmadığını ortaya koymaya odaklanmıştır (Kleiber, 1932). Alometrik ölçeklendirmenin temelinde yatan fikir, herhangi bir organizmanın vücut büyüklüğünde görülen artış ile belirli biyolojik özelliklerin doğrusal bir büyüme ilişkisi izlememesidir. Coğrafya alanında çeşitli göstergelerin coğrafi dağılımı ve nüfus büyüklüğü gibi büyüklüklerin büyüme hızını anlamada da ölçeklendirme yasalarına sıklıkla başvurulmuştur. Edebiyatta ölçeklendirme yasası, sözcüklerin kullanım sıklığı ile sıralamaları arasındaki ilişkiyi inceleyen bir konsept olarak ortaya çıkmıştır. Bu ölçeklendirme yasası, George Kingsley Zipf (1949) tarafından, bir metinde geçen kelimelerin sıklığı ile sıralaması arasındaki bir ilişki olup olmadığını ortaya koymak hedefiyle yola çıkmıştır ve yazında Zipf yasası olarak bilinmektedir.

Ölçeklendirme yasalarının farklı disiplinlerde bir diğer sık kullanılan örneği ise kentsel ölçeklendirme (urban scaling) yasalarıdır. Fizik ve coğrafya yazınında ve özellikle de bölgesel çalışmalar ile kent çalışmalarında kentsel ölçeklendirmeye yönelik birçok çalışma mevcuttur. Bu bağlamda şehirlerin karmaşık sosyal bir ağ olarak ele alınması ve iktisadi, sosyal ve kent planlaması açısından değerlendirilmesinde kentsel ölçeklendirme yasasının farklı türevlerine yazında rastlamak mümkündür. Bu tip çalışmalarda genel olarak bir kentsel sistemde kentin nüfusu ile çeşitli kentsel göstergelerin olasılık dağılımının istatistiki olarak analiz edilmesi söz konusudur (Gomez-Lievano vd., 2012). Kentsel gösterge olarak gayri safi yurtiçi hasıla, işsizlik, patent gibi iktisadi olarak doğrudan ilişkilendirilebilecek değişkenleri içeren çalışmalarda (Bettencourt vd., 2010; Bettencourt & Lobo, 2016; Fritsch & Wyrwich, 2021) kentsel ölçeklendirme yasası yöntem olarak kullanılmıştır. Bunun yanında cinayet oranları, sinema koltuk kapasitesi, şehir geometrisi (Arbesman vd., 2009; Batty, 2008; Leitão vd., 2016) gibi göstergeleri ele alan çalışmalar da mevcuttur.

Yeniliğin coğrafi dağılımının değerlendirilmesinde bir diğer önemli boyut ise patent üretiminin ülkeler için nasıl bir dağılım izlediğidir. Uluslararası düzeyde ekonomik, siyasi, coğrafi ve sosyal farklılıklar nedeniyle yeniliğin üretilmesi ve iktisadi bir çıktıya dönüştürülerek yaygın bir etkiye sahip olması süreci farklı işleyişlere tabidir. Bu farklılıklar ülkelerin yeniliği teşvik eden politikalarıyla birlikte değerlendirildiğinde, yeniliğin dağılımında coğrafi olarak eşitsizliklerin

gözelemlenmesi kaçınılmaz görülmektedir. Yeniliğin dağılımındaki bölgesel eşitsizlikler, ülkelerin alt coğrafi birimleri içinde avantajlı veya dezavantajlı bölgelerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. İktisadi faaliyetleri ve beşerî faktörleri kendi yapısında toplayan bölgelerde yenilik için uygun bir ekosistemin oluşması zaman içinde bu bölgelerin diğer bölgelere göre daha fazla ölçüğe göre artan getiri şartlarından faydalanmasını sağlamaktadır. Bu açıdan yeniliğin dağılımının niceliksel olarak ölçülmesi avantajlı ve dezavantajlı bölgelerin belirlenmesinde faydalı olabilir. Bu tarz bir ölçüm ayrıca yeniliğin coğrafi olarak dağılımında kendiliğinden gerçekleşen veya düzenlenmeyen faktörlerin etkisiyle ortaya çıkan yığılaşma etkilerini ölçebilmek açısından da önemlidir. Yığılaşma, iktisadi aktivitelerin belirli kent bölgelerinde coğrafi açıdan yoğun şekilde görülmesi durumudur (Goldstein & Gronberg, 1984). İktisadi açıdan ölçek ekonomilerinin coğrafi yönünü anlayabilmek için kentsel yığılaşma kavramını göz önüne almak gereklidir.

Tez çalışmasının ilk bölümünde Türkiye şehirleri için patent dağılımı Zipf yasasının geçerliliği açısından test edilmiştir. Bu bölümde ayrıca aynı yöntemle Zipf yasasının uluslararası geçerliliği çeşitli ülkeler için araştırılmıştır. Çalışmanın ikinci bölümünde patent dağılımı, kentsel ölçeklendirme yasası çerçevesinde test edilmiştir. Bu kapsamda hem Türkiye için kent düzeyinde hem de seçilmiş uluslararası şehirlerin yer aldığı daha geniş kapsamlı veriyi içeren bir hesaplama yapılmıştır. Çalışmanın üçüncü bölümünde yeniliğin üstel yasa izleyip izlemediği test edilmiştir. Uluslararası düzeyde seçilen OECD (Organisation for Economic Co-Operation and Development) ülkeleri için 2014 yılında yapılmış patent başvuru sayılarının dağılımı, üstel yasa ve log-normal dağılım için test edilmiş ve incelenen veri seti için üstel yasa rejiminin geçerli olduğu doğrulanmıştır. Çalışma her üç bölümde elde edilen ekonometrik sonuçların özetlenmesi ve tartışılması ile sonlandırılmıştır.

## 2. ZİPF YASASININ PATENT VERİSİ İLE TEST EDİLMESİ

Yeni bilgilerin üretilmesi ve ekonomik değeri olan hizmet ve ürünlere dönüştürülmesi sürecinde şehirler yaşayan birer karmaşık sistem olarak işlerlik göstermektedir. Bu açıdan bir şehirdeki gelir ve eğitim düzeyi, işgücüne katılan nüfus, sosyal ve teknolojik altyapı, çevresel faktörler gibi değişkenler nedeniyle şehirler arasında bilgi üretim sürecinde farklılıklar ortaya çıkmaktadır. Bu farklılıklar, zaman içinde kendini besleyen bir döngü yaratıp bilgi üretiminin avantajlı şehirlerde daha da yoğunlaşmasına neden olabilmektedir. Bu tür bir mekânsal eşitsizliğin ekonomik olarak bölüşümsel sorunların artmasına da neden olacağı öne sürülebilir. Bu nedenle şehirlerin büyümesinin motoru diye niteleyebileceğimiz inovasyonun mekânsal dağılımının analiz edilmesi anlamlıdır.

G.K. Zipf (1949) çalışmasında kelimelerin tekrar etme sıklığı ile sıralaması arasındaki ilişkiyi üstel bir yasa olarak ele aldığımızda bu yasanın Yule (1925), Lotka (1926), Bradford (1934) gibi dağılımlarla benzerlik gösterdiği söylenebilir (Fedorowicz, 1982). Ayrıca Mandelbrot (1965) Zipf yasasını daha genel hale getirmiştir ve bazı çalışmalarda bu yöntem Zipf - Mandelbrot yasası olarak anılmıştır. H. A. Simon (1955) ise Zipf yasasının orijinalinden yola çıkıp bu formülasyonu oransal istatistik bir yön de ekleyerek geliştirmiştir.

Zipf Yasasına göre, bir metinde sık kullanılan kelimelerin, nadiren kullanılan kelimelerden çok daha yüksek oranda kullanıldığını gözlemlemiştir. Bu yasa, ters orantılı ölçeklendirme yasası olarak ifade edilebilir ve bilimsel olarak birçok çalışmaya konu olmuştur (Corominas-Murtra vd., 2018; Denisov, 1997; Fernholz & Fernholz, 2020; Giller, 2013; Harremoës & Topsoe, 2005). Zipf yasası daha sonra birçok alanda farklı büyüklüklerin ölçeklendirilmesinde kullanılmıştır. Şehir planlaması alanında Zipf yasası bir şehrin büyüklüğü ile nüfusu arasındaki ilişkiyi ölçeklendirmede test edilmiştir (Manaeva, 2019; Moura & Ribeiro, 2006; Ribeiro vd., 2021; Rozenfeld vd., 2011; Soo, 2007). Bilgisayar bilimi alanında web sitelerinin popülaritesini, tıklanma sıklığını ölçmek üzere de Zipf yasası uygulanmıştır (Adamic

& Huberman, 2002). Örgütsel davranış alanında Kirby (1985) Zipf yasasının geçerliliğini test etmiştir. İktisat yazınında ise Zipf yasası, karşılaştırmalı üstünlüklerin değerlendirilmesinde (Hinlopen & van Marrewijk, 2006); şehirlerin büyümesinin ölçeklendirilmesinde (Aur lie & Martin, 2020; Gabaix, 1999; Pfitzner, 2017); firma büyüklüklerinin analiz edilmesinde (Axtell, 2001; Stanley vd., 1995) kullanılmıştır. İnovasyonun dağılımlarını Zipf yasası ile test eden çalışmalara Duranton (2006)  rnek verilebilir. Bahse konu çalışmada şehirlerin büyüme oranı ile bilgi dağılımı arasındaki ilişkinin bazı şartlar altında Zipf yasasını takip ettiği sonucuna varılmıştır. Ayrıca Tria v.d. (2018) inovatif sistemlerde Zipf yasasını benzer üstel yasalar ile karşılaştırmalı olarak analiz etmişlerdir. Adel (2021) patent yayımlarını başvuran kimliğine göre Zipf yasası çerçevesinde değerlendirmiştir.

## **2.1. Türkiye  rneği**

Türkiye şehirleri için inovasyon alanında Zipf yasasının ampirik bir yaklaşımla uygulandığı bir çalışma bildiğimiz kadarıyla henüz yapılmamıştır. Literatürdeki bu boşluktan hareketle tez çalışmasının ilk kısmında Türkiye şehirleri için inovasyonun coğrafi dağılımı ile sıralaması (*rank*) arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak ortaya konması hedeflenmiştir. Türkiye şehirleri için inovasyon kriteri olarak hem veriye erişimin görece kolaylığı hem de kullanılan verinin uluslararası bir objektif değere sahip olması nedeniyle patent sayısı belirlenmiştir. Veri setindeki şehirler arasındaki bilgi üretiminin düzeyi arasındaki farkların yerel bir yasayı takip edip etmediğinin ortaya konması önemlidir. Bu alışma ile, üretilen yeniliğin ekonomik bir değere dönüşmesi sürecindeki coğrafi kısıtlar, yığınlaşma ekonomileri, bilginin yayılmasında temel bölgeler gibi alanlarda yapılacak gelecek çalışmalara öncülük etmede faydalı olacağı d ş n lmştir.

### **2.1.1. Veri ve Yöntem**

#### **2.1.1.1. Veri**

Çalışmanın bu bölümünde, inovasyon göstergesi olarak, Türkiye şehirleri için her bir şehirde 1995-2022 yılları arasında tescil edilmiş patent sayısı temel alınmıştır. Veriye Türk Patent ve Marka Kurumunun (TÜRKPATENT) patent istatistikleri veri tabanından ulaşılmıştır. Mekânsal büyüklük seçimi için Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından belirlenen Türkiye İstatistik Bölge Birimleri Sınıflandırması

(Türkiye İBBS) kullanılmıştır. Bu sınıflamada İBBS–III düzeyi tercih edilmiştir ve bu düzey idari yapıda il seviyesine denk gelmektedir. Avrupa Birliği ülkelerinin kullandığı NUTS (nomenclature d'unités territoriales statistiques) sınıflandırmasını temel alan İBBS sınıflamasına göre İBBS–III, NUTS3 düzeyine denk sayılmaktadır. İl seçiminde 1995-2022 aralığında en az bir patent tescili kabul edilmiş iller değerlendirmeye alınmıştır. Patent tescillerin, şehir düzeyinde, 1995-2022 periyodu için toplam değerleri üzerinden düzenlenen veri setimizin tanımlayıcı istatistikleri Tablo 1’de özetlenmiştir. Toplamda 81 ilden 2 tanesi patent tesciline sahip olmadığı için veri setinden çıkarılmış ve kalan 79 il en az 1 patent tesciline sahip olması kriterine göre ekonometrik analize dahil edilmiştir.

**Tablo 1 Tanımlayıcı İstatistikler**

Değişken	Gözlem sayısı	Ortalama	Std. Sapma	Min.	Maks.
Patent Sayısı	79	330.1	1509.31	1	12958
Sıra	79	39.67	22.625	1	76

*Türk Patent ve Marka Kurumu, Patent Yıllık İstatistikler, 2023.*

Patent tescillerin bu periyotta (1995-2022) coğrafi olarak İBBS-III düzeyinde il bazlı dağılımı değerlendirildiğinde ise nüfus ve iktisadi faaliyetlerin yoğunlaştığı illerin öne çıktığı görülmektedir. Tablo 2, TÜRK PATENT tarafından paylaşılan il bazlı patent tescilinde ilk 10 şehre ait patent istatistiklerini göstermektedir.

**Tablo 2 En Fazla Patent Tescil Sayısına Sahip 10 Şehre Ait İstatistikler**

Şehir	Patent Tescil Sayısı	Toplam Patent Sayısına Oranı	Sıra
İstanbul	12958	0,49	1
Ankara	3076	0,11	2
Bursa	2085	0,07	3
İzmir	1179	0,04	4
Kocaeli	1125	0,04	5
Manisa	704	0,02	6
Konya	674	0,02	7
Sakarya	548	0,02	8
Tekirdağ	403	0,01	9
Gaziantep	331	0,01	10

Burada il sınırları içinde üretilen toplam patent sayısının beklenildiği üzere büyükşehirlerde yoğunlaştığı görülmektedir. İstanbul, Türkiye geneli iktisadi faaliyetlerdeki payına benzer olarak yenilik faaliyetlerinde de başı çekmektedir.

Bunun yanında Kocaeli, Sakarya, Tekirdağ ve Bursa illeri de İstanbul'a coğrafi yakınlığı ile iktisadi faaliyetlere özellikle üretim alanında sağladığı katkılara paralel olarak patent sayısında nüfusuna oranla daha yüksek bir rakama ulaşmıştır. Ayrıca patent sayısında ilk 10 sıradaki şehirlerin Türkiye geneli üretilen toplam patent tescilinin yaklaşık olarak yüzde 88'ini temsil etmektedir. Geri kalan 71 ilin toplamda yaklaşık yüzde 12'lik patent tescil üretimi, yenilik açısından geride kalan şehirlerin olduğunu ifade etmektedir.

### 2.1.1.2. Yöntem

Zipf yasasının en yalın hali:

$$n \sim 1/r^\alpha \quad (2.1)$$

şeklinde ifade edilebilir. Bu fonksiyonda  $r$  sıralamaya konu değişkenin sırasını,  $n$  sıralamaya konu değişkenin sıklığını ve  $\alpha$  ise Zipf katsayısını ifade etmektedir. Çalışmamızda sıklık değeri olarak İBBS–III düzeyinde her bir il için patent sayısının toplam değeri alınmıştır. Zipf yasası bir üstel yasaya örnektir fakat özel olarak sıklık sıralamasına göre illerin sıralaması yapılması gereklidir. Bu yüzden veri setimizde yer alan iller için patent sayıları büyükten küçüğe sıralanmış ve her bir il için sıralama belirlenmiştir. Ekonometrik analiz için Zipf yasasını test eden çalışmalarda sıklıkla başvurulan en küçük kareler yöntemi kullanılmıştır. Urzúa (2020) belirttiği üzere her ne kadar en küçük kareler yöntemi üstel yasayı takip eden dağılımlar için ideal bir ölçüm yöntemi olmasa da bu yöntemin seçilmesinde örneklemin nicelik olarak küçük olması etkili olmuştur. Görece küçük örneklemler için Pareto dağılımları değerlendirirken diğer en sıklıkla başvurulan yöntem olan Ençok olabilirlik yöntemi yanlı sonuçlar verebilmektedir (Gabaix & Ioannides, 2004). Zipf yasasının geçerliliği test edilirken hem sıralama hem de sıklık değişkeninin logaritmik dönüşümü yapılmaktadır. Logaritmik dönüşüm sonrası üstel yasayı ifade eden denklem:

$$\log n = \log n_0 - \alpha \log r + \varepsilon \quad (2.2)$$

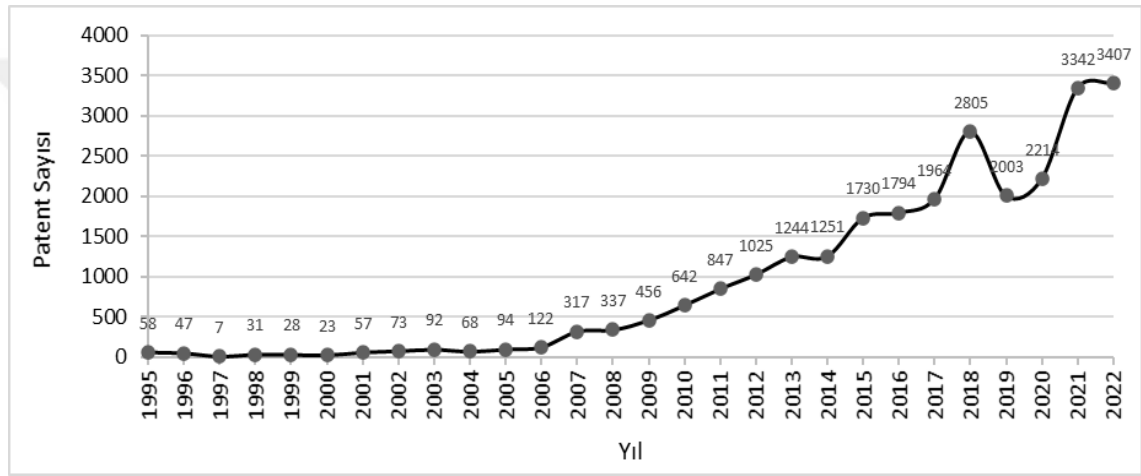
şeklinde özetlenebilir. Bu şekilde ekonometrik biçimde ifade edilen denklem daha sonra sıradan en küçük kareler yöntemine göre tahmin edilmiştir. Zipf yasasını tahmin eden yazında sıklıkla tahmin edilen değişkenlerin log-log ölçekte grafik olarak görselleştirilmesi de kullanılmaktadır. Bu görselleştirmede sıralama değişkeni yatay ekseninde sıklık değişkeni ise dikey ekseninde olmak üzere oluşturulan eğrinin eğiminin  $-1$  değerini alması veya bu değere yakın bir değerde olması beklenmektedir ve bu

koşulun sağlanması durumunda Zipf yasası araştırılan değerler için doğrulanabilmektedir.

### 2.1.2. Ampirik Bulgular

İnovasyon göstergesi olarak patent sayısını ele aldığımızda Türkiye genelinde TÜRKPATENT tarafından sağlanan verilere göre yıllık bazda patent tescil sayılarının dağılımı Şekil 1’de görülmektedir. Bu periyotta Türkiye genelinde 2006 yılından itibaren yıllık patent tescil sayısı üç haneli rakamlara ulaşmış ve birkaç istisnai yıl dışında artan bir eğilim izlemiştir.

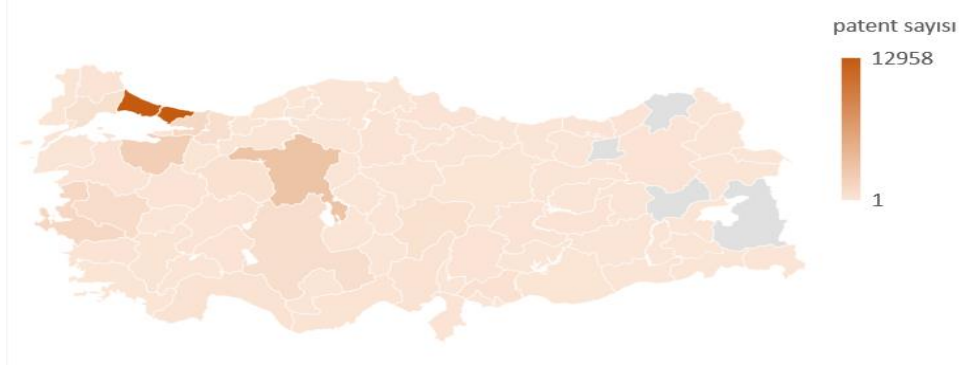
**Şekil 1 Patent Tescil Sayılarının 1995-2022 Yılları Arasındaki Değerleri**



Burada özellikle genel eğilimden farklı olarak azalış olan yılların iktisadi değişkenlerle doğrudan bir ilişkisi olup olmadığı konusunda net bir çıkarım yapmak mümkün değildir. Ayrıca patent tescil sayısı ile Türkiye ekonomisinin yaşadığı ekonomik krizler ve küresel boyutta yaşanan ekonomik kriz yılları arasında da anlamlı bir ilişki gözükmemektedir.

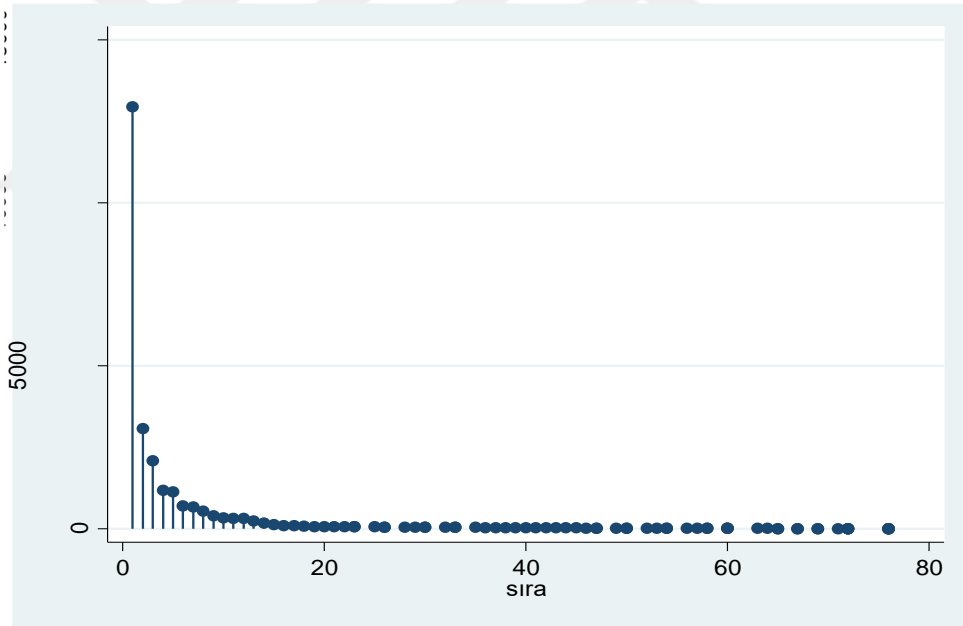
Şekil 2’de il bazlı toplam patent tescil sayısının coğrafi dağılımı gösterilmiştir. Veri setine dahil olan periyotta iller arasında yenilik faaliyeti üretme konusunda iller arasındaki eşitsizlikler net bir şekilde görülmektedir. İstanbul şehrinin Türkiye geneli toplam patent tescilinin yaklaşık yüzde 49,6’lık kısmını ürettiği bu periyotta Bayburt ve Artvin illeri hiç patent tesciline sahip olamamıştır. Ayrıca toplamda 17 il ise tek haneli rakamlarla ifade edilen sayıda patent tesciline sahiptir.

## Şekil 2 İl Bazlı Patent Sayısının Coğrafi Dağılımı (1995-2022)



Patent dağılımının sezgisel olarak coğrafi dağılımının eşit olmayacağı beklentisi verilerle de desteklenmektedir. Buradan hareketle Zipf yasasının test edilmesi bu tip eşitsizliğin bir yasayı takip edip etmediğini ortaya çıkarmak açısından önemlidir.

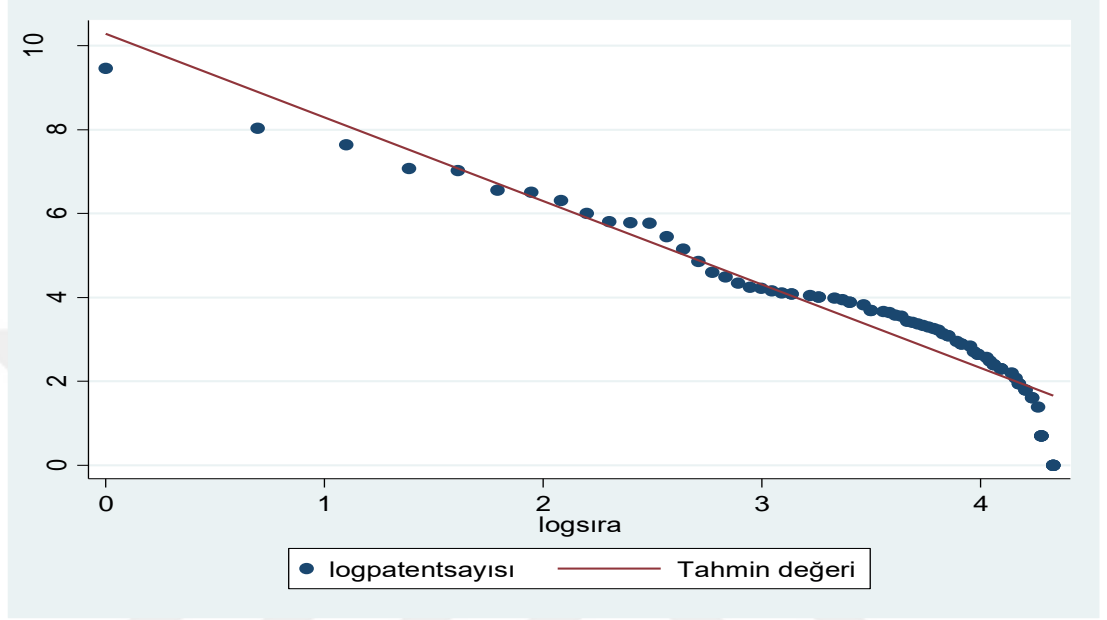
## Şekil 3 İl Bazlı Patent Sayısının Her İlin Sıralamasına Göre Dağılımı



İl bazlı patent tescilinin Zipf yasasını takip edip etmediğini anlayabilmek açısından temel olarak her bir il, o ilde tescil edilmiş toplam patent sayısına göre büyükten küçüğe sıralanmıştır. Daha sonra bu sıralamaya göre her bir ilin patent sayısı için bir sıra numarası atanmıştır. Şekil 3'te her bir ilin patent sayısının sırasına göre dağılımı görülmektedir. Sağa çarpık bu dağılım patent tescil sayısındaki coğrafi eşitsizlikten kaynaklanmaktadır. Bu dağılımın Zipf yasasını takip edip etmediğini daha iyi değerlendirebilmek üzere logaritmik düzeyde sıra değişkeni yatay eksende patent

sayısı da dikey ekseninde olacak şekilde patent dağılımını Şekil 4’te gösterilmiştir. Daha sonra bu dağılımın ekonometrik olarak analizi en küçük kareler yöntemi uygulanarak yapılmıştır.

**Şekil 4 Patent Sayısının Dağılımının EKK Yöntemi ile Tahmini**



Değişen varyans durumunu test etmek üzere Breusch-Pagan testi uygulanmıştır. Değişen varyans problemi (heteroskedastisite) tespit edilmiş ve bu nedenle robust regresyon analizi yapılmıştır. En küçük kareler yöntemi ile Zipf yasasının testinden elde edilen sonuçlar Tablo 3’te gösterilmiştir.

**Tablo 3 En Küçük Kareler Yöntemi ile Tahmin Sonuçları (Robust Regresyon)**

logpatentsayısı	Katsayı	Std. Hata
logsıra	-1.791*	0.035
Sabit	9.791*	0.122
R-kare		0.972

\*  $p < .01$ .

Zipf katsayısı Türkiye şehirlerinde patent dağılımı için yaklaşık 1.79 olarak hesaplanmıştır. Tablo 3’te Zipf katsayı değerinin en küçük kareler yöntemi ile tahmininden elde edilen sonuçlar listelenmiştir. Türkiye şehirleri için Zipf katsayı değerinin 1 değerinden büyük olması sebebiyle Zipf yasası Türkiye şehirleri için patent tescili bağlamında doğrulanamamıştır. Zipf katsayısının değeri, patent tescilinin

dağılımının başka bir üstel yasayı takip edip etmediğini test etmek sonraki çalışmalar açısından anlamlı görülmektedir.

Pek çok alanda sıklıkla kullanılan bir ölçeklendirme yasası olan Zipf yasasının sosyoekonomik değişkenlerle test edilmesi önemlidir. Herhangi bir sosyoekonomik değişkenin mekânsal dağılımını değerlendirirken, bu dağılımın yapısını ortaya koymak ve varsa bir evrensel kuralı takip edip etmediğini belirlemek mikro veya makro ölçekte iktisat yazını için de değerli görülmektedir.

Çalışmamızda inovasyonun Türk şehirleri için mekânsal dağılımını incelerken Zipf yasasının temel hali kullanılmıştır. 1995-2022 yıllarını kapsayan Türk şehirleri için patent tescil sayısına dair En Küçük Kareler regresyonundan elde edilen Zipf katsayısı yaklaşık olarak 1.79 olarak hesaplanmıştır. Bu durum Zipf yasasında belirtilen koşul olan sıra değişkeninin katsayısının 1 değeri veya buna yaklaşık değer alması koşulunu sağlamamaktadır. Ayrıca Zipf katsayısının 1 değerine eşit olup olmadığı istatistiksel olarak yüzde 5 düzeyinde hipotez testi uygulanarak da test edilmiş ve bu katsayının 1 değerinden istatistiksel olarak anlamlı bir düzeyde farklılaştığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu nedenle Zipf yasası Türkiye şehirleri için patent verisinin sıklığı açısından doğrulanmamıştır. Zipf yasasının patent dağılımı açısından doğrulanamamasının temel nedeni olarak Türkiye'deki araştırma-geliştirme faaliyetlerinin karmaşık bölgesel dinamiklerden etkilenmesidir. Her ne kadar patentin coğrafi dağılımı bir üstel yasayı takip etse de Zipf yasasının doğrulanamamasına şehirler arasındaki sosyoekonomik eşitsizliklerin neden olduğu değerlendirilmektedir. İstanbul, Ankara, İzmir gibi hem nüfusun hem de iktisadi faaliyetlerin yoğunlaştığı illerde, patent sayısı da sezgisel olarak bekleneceği üzere yoğunlaşmaktadır. Bu yoğunlaşmanın üstel bir yasayı takip etmesi ise inovasyon açısından belirli bölgelerin uzaklık-yakınlık ilişkisi ile çevresini de etkilediğini göstermektedir.

Buradan hareketle gelecekte yapılacak çalışmalar, bölgeler arası ortaya konan eşitsizliğe neden olan temel göstergelerin ortaya konmasını sağlayabilir. İnovasyonun dağılımında geçerli olan üstel yasanın, inovasyon ve diğer iktisadi faaliyetler açısından daha başarılı bölgelerin özelliklerinin ortaya çıkarılmasında rehberlik edebileceği beklenilmektedir. Zipf yasasının doğrulanamamasına rağmen bölgesel inovasyon dinamiklerinin çeşitliliğini ortaya koyduğumuz bu çalışmamızın gelecekteki yenilik araştırmalarına zemin hazırlaması umulmaktadır.

Zipf yasasını karmaşık değişkenlerle test ederken bu yasanın geçerliliğinin kullanılan ekonometrik yöntemlerin seçimine göre farklılık arz edebileceği göz önüne alınmalıdır. Ençok olabilirlik tahmini gibi alternatif istatistiksel yöntemlerin kullanılması Zipf yasası bağlamında farklı sonuçlar verebilir. Bu olası farklılıklar, ölçeklendirme yasalarının uygulanabilirliğini ele alırken birden fazla analitik yaklaşımın dikkate alınmasının önemini vurgulamaktadır. Buna ek olarak Zipf yasasının kabul veya reddi ele alınan mekânsal sınıflamaya göre de farklılık gösterebilir. Çalışmamızda Türkiye için İBBS–III düzeyi coğrafi sınıflama benimsenmiştir fakat farklı coğrafi düzeylerde ve nüfus ve gelir dağılımına sahip ülkeler için inovasyonun coğrafi dağılımında Zipf yasası testi farklı sonuçlar verebilir. Sonuç olarak, inovasyonun teşvik edilmesi ve iktisadi bir çıktıya dönüştürülmesinde mekânsal ilişkiler ve yığınlaşmalar önemlidir.

## **2.2. Zipf Yasasının Uluslararası Düzeyde Testi**

Tez çalışmasının bu kısmında Zipf yasasının en temel halinin coğrafi olarak uluslararası düzeyde test edilmesine odaklanılmıştır. (2.2) numaralı eşitlikten yola çıkarak patent başvurularının üstel yasa olarak formüle edilmesi ile birlikte Zipf yasasının ülkeden ülkeye yeniliğin üretimi açısından farklılık arz eden doğasını ortaya koymak hedeflenmiştir.

Zipf yasasını farklı coğrafi bölgeler düzeyinde test eden birçok çalışma vardır. Soo (2007) Zipf yasasını Malezya şehirleri için kentsel gelişme bağlamında analiz etmiştir. Gonzalez-val (2012) Amerika Birleşik Devletleri şehirleri için Zipf yasasını değerlendirmiş ve bu yasadaki sapmaları ortaya koymuştur. Amerikan şehirleri üzerine Krugman (1996) tarafından yapılan çalışmada ise Zipf yasasının metropol bölgelerde geçerli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Gabaix (1999); Ioannides ve Overman (2003) da yine Amerikan şehirleri için Zipf yasasının geçerli olduğu sonucuna varmışlardır. Eckhout (2004) ise Amerikan şehirleri için Zipf yasasından sapmalar olduğunu belirtmiştir. Ziqin (2016) Çin şehirleri için Zipf yasasını test etmiş ve 655 coğrafi bölge üzerinden yapılan bu değerlendirmede Zipf yasası doğrulanamamıştır. Duran ve Özkan (2015) Türkiye şehirleri için Zipf yasasını şehir büyüklüğü ve çeşitli sosyoekonomik göstergeler açısından test etmiş ve yasayı doğrulamamıştır. Deliktaş vd. (2013) ise Zipf yasasının Türkiye şehirleri için geçerli olduğu bulgusuna ulaşmışlardır. Giesen ve Suedekum (2010) Almanya şehirleri için yaptıkları çalışmada

Gibrat yasası ile birlikte Zipf yasasını test etmiş ve her iki yasayı da doğrulamışlardır. Rosen ve Resnick (1980) uluslararası boyutta farklı ülkeler için Pareto dağılımını temel alarak sıralama-büyüklik açısından değerlendirmiştir. Soo (2005), Zipf yasasını ülkelerarası boyutta 73 ülke için incelemiş ve 53 ülke için bu yasayı reddetmiştir. Ribeiro vd. (2021) ise Zipf yasası ve kentsel ölçeklendirme yasasını 96 ülke için karşılaştırmalı olarak analiz etmiş ve farklı şehir büyüklüklerine sahip ülkeler için katsayı değerlerinin de farklılık arz ettiğini sonucuna varmışlardır. Cristelli vd. (2012) Zipf yasasını bir üstel yasa olarak analiz etmiş ve Zipf yasası için değerlendirilen verilerin bir üstel yasadan sapması durumunda farklı katsayı sonuçlarına ulaşılması sorununa dikkat çekmişlerdir.

Zipf yasasının şehir büyüklükleri için analizinde şehir kavramının tanımı önemlidir. Şehir merkezi, kent düzeyi veya farklı kategorizasyonlar şehir büyüklüğünü doğrudan etkilediğinden Zipf yasasına konu olan diğer göstergelerle birlikte yapılan ekonometrik hesaplamaların sonucunu değiştirmektedir. Çalışmanın bu kısmında şehir tanımı olarak veri setimize dahil her bir ülkenin idari değerlendirme kriteri göz önüne alınmıştır.

## **2.2.1. Veri ve Yöntem**

### **2.2.1.1. Veri**

Zipf yasasını patent verisinin dağılımı açısından uluslararası düzeyde şehirler için incelerken karşılaştırmalı analizde bir tutarsızlığı engellemek üzere açık erişim olarak yayımlanmış veri seti tercih edilmiştir. Uluslararası analiz için de Rassenfosse vd. (2019) tarafından düzenlenen dünya geneli patent verisini içeren veri seti seçilmiştir. Yerel patent ofislerinin verileri dikkate alınarak oluşturulan veri setinde, yerel bilgidaki eksiklerin patent ailesi verisi ve coğrafi kodlama sayesinde çeşitli yanlılıkları en aza indirildiği söylenebilir. Bu veri seti 1980-2014 yılları arasında PATSTAT'ta kayıtlı toplam patent başvurularının yaklaşık yüzde 99'lük kısmını içeren 46 ülke verisini sağlamaktadır. Veri seti toplamda yaklaşık 30.3 milyon patent başvurusunu içermektedir. Bu çalışmada veri setindeki toplam patent sayısı sadece ilk patent başvurusunu dikkate alacak şekilde (patent ailesi kapsamında yapılan başvurular elenerek) sınırlanmıştır. Bu sınırlama sonucu benzersiz patent başvurusu olarak toplamda 18.8 milyon başvuru çalışma için düzenlenen veri setine dahil edilmiştir. Daha sonra patent başvuru verileri coğrafi olarak sınıflanmıştır. Bu sınıflama

sonucunda veri setine dahil edilen ülkelere karar verilmiştir. Veri setine dahil edilen ülkelerin listesi Tablo 4’te görülmektedir. Ülke düzeyinde yapılan analiz için Malta veri setinden çıkarılmıştır. Geri kalan 45 ülke için coğrafi olan sınıflama açısından belirli bir sınıflama tipine göre kent büyüklüğü seçimi yapılmıştır. Bu seçim için Avrupa bölgesi ülkeleri için Eurostat (European Community Statistical Office) tarafından oluşturulan NUTS3 düzeyi sınıflama dikkate alınmıştır. Eurostat sınıflamasına dahil olmayan ülkeler için ise OECD’nin bölgesel sınıflaması dikkate alınmıştır ve bu sınıflamanın NUTS3 ile büyük ölçüde eşdeğerlik gösteren TL3 (Territorial Level 3) düzeyi benimsenmiştir. Her iki sınıflamaya dahil olmayan Çin, Rusya, Güney Afrika, Brezilya ve Hindistan için ise ülkelerin yerel istatistikî kuruluşlarının kentsel sınıflama biçimi dikkate alınmıştır. Ayrıca Amerika Birleşik Devletleri, Avustralya gibi şehir düzeyinin ölçek olarak farklılık gösterdiği ülkeler için farklı düzeyde bir şehir büyüklüğü seçilmiştir. Veri setinde ilk patent başvurusu olarak seçilen girdilere dair coğrafi konum bilgisinde eksik veya tutarsız olan bölümler de çıkarılmıştır. Daha sonra her bir ülke için şehir bazında 1980-2014 yılları arasındaki patent başvurularının toplam değeri hesaplanmıştır.

**Tablo 4 Uluslararası Analiz İçin Seçilen Ülkeler**

Veri Setine Dahil Edilen Ülkeler		
Kanada	İspanya	İsveç
Brezilya	Finlandiya	Rusya
Litvanya	Fransa	Romanya
Birleşik Krallık	Hindistan	Polonya
Güney Afrika	İsrail	Yeni Zelanda
Şili	İtalya	Norveç
Çin	Almanya	Hollanda
Avusturya	Portekiz	Meksika
Belçika	Türkiye	Letonya
Bulgaristan	Slovakya	Güney Kore
Brezilya	Slovenya	Japonya
İsviçre	Macaristan	Yunanistan
Çekya	Hırvatistan	Estonya
Danimarka	Avustralya	Güney Afrika
Litvanya	Lihtenştayn	Lüksemburg

Üstel yasaları tahmin ederken hem yatay kesit veri türü hem de zaman serisi analizi yapılması mümkündür. Çalışmanın bu bölümünde, hesaplama Zipf yasası için toplam sıklık değeri dahil edildiğinden zaman serisi yerine veri setine dahil yıllar için kümülatif değerlerin kullanılması tercih edilmiştir.

Tablo 5'te veri setine dahil ülkeler için 1980-2014 yılları arasında toplam patent başvurusuna göre ilk 5 ülkenin verileri yer almaktadır. Bu 5 ülke patent verisi üretiminde veri setine dahil edilen ülkelerin toplam patent başvurusunun yaklaşık yüzde 91'lik kısmına sahiptir. Bu durum yeniliğin coğrafi dağılımı açısından dünya çapında bir eşitsizlik olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca Japonya gibi yaklaşık olarak tüm patent başvuru sayısının yarısını sağlayan ülkelerin varlığı patent dağılımını değerlendirirken bu tez çalışmasının konusu olan ölçeklendirme yasalarıyla yapılan analizin gerekli olduğunu ortaya koymaktadır. Ender gerçekleşen olaylara benzer olarak patent dağılımında baskın bir değere sahip olan ülkelerin varlığını ekonometrik olarak analiz etmek yeniliğin gelecekteki dağılımına coğrafi olarak tahminlerde bulunabilmeyi de sağlayabilecektir.

**Tablo 5 Patent Başvuru Sayısına Göre İlk 5 Sıradaki Ülke**

Ülke	Patent Başvuru Sayısı	Sıra
Japonya	9.771.082	1
ABD	2.805.677	2
Çin	2.034.850	3
Güney Kore	1.647.186	4
Almanya	968.110	5

Ülke düzeyinde patent dağılımının Zipf yasası açısından test ederken veri setine dahil edilen 45 ülke için 1980-2014 yılları arasındaki toplam patent başvuruları hesaplama dahil edilmiştir. Daha sonra her bir ülke için patent başvuru sayısına göre azalan şekilde bir sıralama yapılmıştır ve bu sıralamaya göre de her bir ülkeye sıra (*rank*) verilmiştir. Sıra numarası verilmesinde eşit değere sahip olan coğrafi bölgeler olması durumunda aynı sıra numarası verilmiş ve takip eden farklı patent sayısına sahip coğrafi birimin sıra numarası eşit sayıdaki coğrafi birim kadar atlanarak atanmıştır. Tablo 6'da veri setine ülke boyutunda analiz için dahil edilen ülkelerin tanımlayıcı istatistikleri yer almaktadır.

**Tablo 6 Tanımlayıcı İstatistikler**

Değişken	Gözlem sayısı	Ortalama	Std. Sapma	Min.	Maks.
Patent Sayısı	45	417971.42	1533996.5	453	9771082
Sıra	45	23	13.13	1	45

Ülke bazında tanımlayıcı istatistikler değerlendirildiğinde patent sayısının standart sapmasının yüksek bir değere sahip olduğu dikkati çekmektedir. Bunun nedeni temelde patent sayısının bölgesel olarak eşitsiz dağılmaması yani belirli ülkelerde yoğunlaşmasıdır. Bu eşitsiz dağılımın istatistiki olarak analizi bu yüzden önemlidir.

### 2.2.1.2. Yöntem

Ülke boyutundaki patent verisinin Zipf yasası açısından değerlendirilmesinde Türkiye patent verisinin analiz edilmesindeki yöntemin aynısı kullanılmıştır. Bunun için Zipf yasasının temel halinden (2.1 numaralı eşitlik) hareket edilmiştir. Daha sonra ekonometrik analiz için (2.2) numaralı ekonometrik eşitlik kullanılmıştır. Verileri analiz ederken yüksek standart sapma ve olası değişen varyans problemini göz önüne alarak değişen varyans probleminin var olup olmadığını belirleyebilmek adına Breusch-Pagan testi uygulanmıştır. Hem patent sayısı değişkeni hem de sıra değişkeni için logaritmik dönüşüm yapılmış ve bu logaritmik değişkenler regresyonda kullanılmıştır. Zipf yasasının temel haline göre patent sayısı değişkenini düşey ekseninde sıra değişkeni ise yatay ekseninde olacak şekilde verilerin dağılımının görselleştirmesi yapılmıştır. Bu görselleştirmede patent sayısının sıraya göre dağılımının 1 değeri veya bu değere yakın bir değer alması gerekmektedir. Bu koşulu test ederken yüksek standart sapma ve değişen varyans probleminin etkisini azaltmak üzere Zipf yasası için  $\alpha$  katsayısını hesaplarken robust regresyon analizi yöntemi de kullanılmıştır.

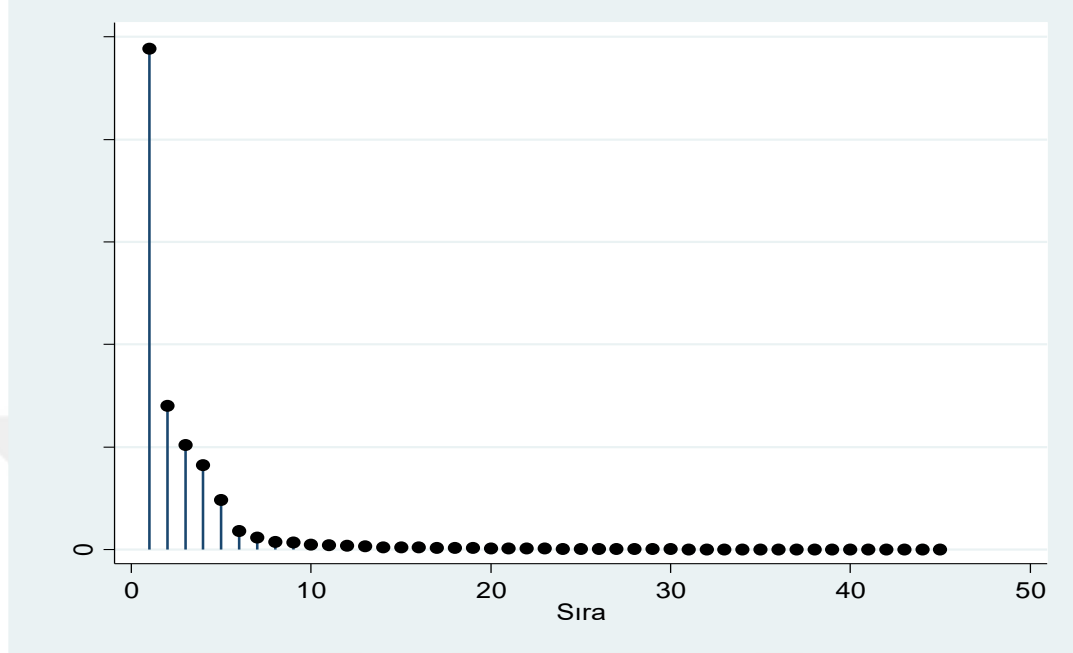
### 2.2.2. Ampirik Bulgular

#### 2.2.2.1. Zipf Yasasının Patent Verisi ile Testi: Ülke Düzeyi

Patent verisini temel alan ekonometrik hesaplamayı yaparken her bir ülke sınırları içinde gerçekleştirilen patent başvuruları dikkate alınmıştır. 1980-2014 yılları arasındaki ülke sınırları içindeki kümülatif patent başvuru sayısının sıra değişkenine göre dağılımı Şekil 5'te yer almaktadır. Patent sayısının ülke seviyesindeki dağılımda

dikkat çeken durum patent başvuru sayısında ilk 10 sırada yer alan ülkeden sonraki ülkelerin görece daha birbirine yakın bir yenilik üretimi söz konusudur.

**Şekil 5 Kümülatif Patent Sayısının Sıra Değişkenine Göre Dağılımı**



Bu açıdan bakıldığında ilk 10 ülkenin patent sayısını, üstel yasayı konu alan çalışmalarda ifade edilen ender görülen olaylar kategorisinde değerlendirmek mümkündür.

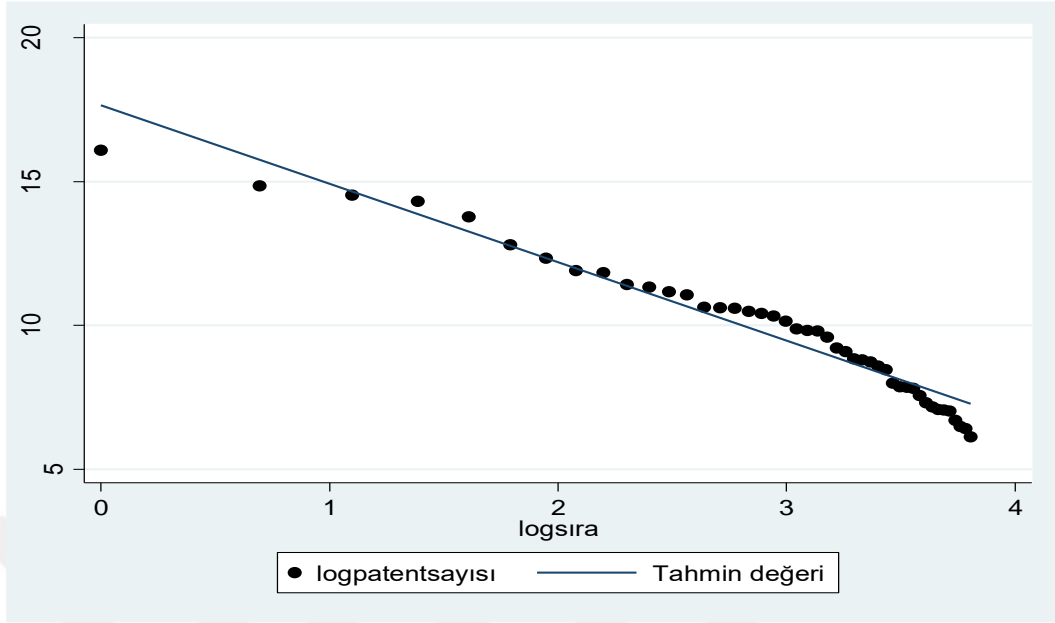
1980-2014 yılları arasındaki ülke sınırları içindeki kümülatif patent başvuru sayısı ile sıra değişkeni arasındaki ilişki (2.2) numaralı eşitlikten yola çıkarak sıradan en küçük kareler yöntemi ile tahmin edilmiştir. Bu tahminden elde edilen sonuçlar Tablo 7'de yer almaktadır. Robust regresyon tahmin sonuçlarına göre veri setine dahil 45 ülke için Zipf katsayı değeri -2.97 olarak hesaplanmıştır. Bu hesaplanan değer patent dağılımının ülke seviyesinde Zipf yasasını takip etmediğini ortaya koymuştur.

**Tablo 7 En Küçük Kareler Yöntemi ile 45 Ülke İçin Tahmin Sonuçları (Robust Regresyon)**

logpatentsayısı	Katsayı	Std. Hata
logsıra	-2.979*	0.98
Sabit	18.451*	0.299
R-kare		0.956

\*  $p < .01$ .

### Şekil 6 Ülke Seviyesinde Patent Başvuru Sayısının En Küçük Kareler Yöntemi ile Tahmini



Şekil 6’da EKK yöntemi ile logaritmik düzeyde tahmin edilen patent sayısı ve sıra değişkenlerinin dağılımı görülmektedir. Zipf yasasına göre bu dağılımın ters yönlü tam doğrusal bir bağlantı olması gereklidir. Şekil 6’dan de anlaşılacağı üzere logaritmik dönüşüm yapılmasına rağmen Japonya, ABD gibi uç değerlerin doğrusal düzlemde saptığı görülmektedir. Bu uç değerler, veri setinden çıkarılması durumunda, veri setinin bütünüyle anlamını yitirmesine neden olabilecek kadar büyük bir etkiye sahiptir. Zipf yasasının analizinde patent sayısının dağılımını en küçük kareler yöntemi ile tahmin ederken değişen varyans testi olarak Breusch-Pagan testi uygulanmıştır. Bu testten elde edilen sonuç ( $p = 0.07$ ) yüzde 5 anlamlılık düzeyinde sabit varyansın doğrulandığını göstermektedir. Test sonuçlarına göre güçlü bir değişen varyans sorunu olmamasından dolayı robust regresyon sonuçlarının yerine doğrusal en küçük kareler regresyon sonuçlarını dikkate almak daha anlamlı gözükmektedir. Doğrusal regresyon tahmininden elde edilen sonuçlar Tablo 8’de yer almaktadır.

**Tablo 8 En Küçük Kareler Yöntemi ile 45 Ülke İçin Tahmin Sonuçları (Doğrusal Regresyon)**

logpatentsayı	Katsayı	Std. Hata
logsıra	-2.727*	0.95
Sabit	17.646*	0.286
R-kare		0.95

\*  $p < .01$ .

Doğrusal regresyondan elde edilen Zipf katsayısı  $-2.72$  olarak robust regresyona göre daha düşük bir değer olmasına rağmen Zipf yasasını doğrulayacak bir değerden uzaktır. Buna ek olarak Zipf katsayı değerinin 1 değerinden istatistiksel olarak anlamlı bir düzeyde farklılaşması da test edilmiş ve bu farklılaşma onaylanmıştır. Ayrıca hesaplama sonucuna göre standart hatalar da doğrusal regresyonda, birbirine çok yakın olmasına rağmen, robust regresyona göre daha düşüktür. Bu nedenle ülke seviyesindeki Zipf yasası tahmininde standart doğrusal modelden elde edilen sonuçların dikkate alınması daha anlamlıdır.

#### **2.2.2.2. Zipf Yasasının Patent Verisi ile Testi: Şehir Düzeyi**

Zipf yasasını veri setine dahil olan ülkeler için test ettikten sonra her bir ülkenin şehirleri için test edilmesine yönelik bir çerçeve oluşturulmuştur. Şehir bazında uluslararası düzeyde bir analiz sayesinde farklı bir coğrafi birim dikkate alınarak Zipf yasasının geçerli olup olmadığını ortaya koymak önemlidir. Şehir düzeyine bağlı olarak hesaplanan Zipf katsayıları sayesinde, ülkeler arası bir karşılaştırmanın yapılması da mümkün olacaktır. Bu bağlamda daha önce oluşturulan veri setindeki 45 ülkeden Lihtenştayn ve Lüksemburg ölçeklendirme yapmak için yeterli alt coğrafi birime sahip olmadığından değerlendirmeye alınmamıştır. Geri kalan 43 ülke için bir Zipf yasasının orijinal halini ifade eden (2.1) numaralı özdeşlikten yola çıkarak (2.2) numaralı ekonometrik model kullanılmıştır. Bu 43 ülke için şehir bazındaki patent başvuru sayısı sadece ilk başvuru türü dikkate alınarak 1980-2014 yılları için kümülatif olarak toplanmıştır. Daha sonra her bir ülke için ulusal düzeydeki patent başvuru sayısı azalan şekilde sıralanmış ve bu sıralamaya göre sıra numarası verilmiştir. Patent sayısında ilk 5 içinde yer alan ülkeler için tanımlayıcı istatistikler Tablo 9’da yer almaktadır. Patent verisinin ülkeler arasındaki dağılımında olduğu gibi ülke içinde dağılımında da şehirler arasında yüksek bir eşitsizlik görülmektedir. Bu eşitsizlik patent sayısı değişkeninin standart sapmasında kendi göstermektedir. Özellikle ülke nüfusunun önemli bir kısmının yoğunlaştığı tek bir metropol bölgeye sahip olan Japonya ve Güney Kore gibi ülkelerde şehirler arasında patent başvuru sayısındaki farklılık çok yüksektir. Burada şunu belirtmek gerekir ki bu durum Japonya ve Güney Kore’de şehirlerin genel olarak düşük seviyede patent başvurusuna sahip olduğu anlamına gelmemektedir. Bu iki ülke için görece küçük sayılabilecek bölgelerde ilk 5 ülke dışındaki diğer ülkelerin toplamından daha fazla patent üretimi yapan şehirler mevcuttur.

**Tablo 9 Patent Başvuru Sayısına Göre İlk 5 Ülke için Tanımlayıcı İstatistikler**

Ülke	Değişken	Gözlem Sayısı	Ortalama	Std. Sapma	Min.	Maks.
Japonya	Patent Sayısı	48	203564,21	520406,49	2230	3156445
	Sıra	48	24,5	14	1	48
Amerika B.D.	Patent Sayısı	1788	1569,17	7260,11	1	196629
	Sıra	1788	889,65	510,66	1	1747
Çin	Patent Sayısı	337	6038,13	22415,62	1	269839
	Sıra	337	168,92	97,35	1	337
Güney Kore	Patent Sayısı	18	91510,33	149969,06	351	528958
	Sıra	18	9,5	5,34	1	18
Almanya	Patent Sayısı	403	2402,26	3812,28	83	43269
	Sıra	403	201,97	116,46	1	403

Almanya ve Fransa gibi Avrupa Birliği ülkelerinde ise nüfusun ve iktisadi faaliyetlerin yoğunlaştığı birçok coğrafi merkez bulunduğundan patent üretimi yüksek olmasına rağmen bu üretimin coğrafi dağılımı bahse konu Asya ülkelerine göre görece daha dengelidir. Tablo 10’da 1980-2014 yılları arasında veri setine dahil olan ülkelerde en fazla patent başvurusu yapılan şehirler yer almaktadır.

**Tablo 10 Patent Başvuru Sayısına Göre İlk 20 Şehrin Patent Sayıları**

Şehir	Patent Sayısı	Sıra	Şehir	Patent Sayısı	Sıra
Tokyo	3156445	1	Beijing	269839	11
Kanagawa	1385205	2	Chiba	226971	12
Osaka	1320313	3	Kyoto	222950	13
Aichi	691896	4	Nagano	200307	14
Gyeonggi-do	528958	5	Santa Clara	196629	15
Seoul	461608	6	Shanghai	189134	16
Saitama	342433	7	Shenzhen	182093	17
Hyogo	330130	8	Hiroshima	129781	18
Shizuoka	285672	9	Fukuoka	108633	19
Ibaraki	280030	10	Shiga	108390	20

En fazla patent başvurusuna sahip 20 şehrin tamamı Japonya, Çin, Güney Kore ve Amerika Birleşik Devletleri olmak üzere 4 ülkede yoğunlaşmıştır. Bu şehirlerden 1'i ABD, 2'si Güney Kore, 3'ü Çin ve geri kalan 14 tanesi ise Japonya sınırları içinde yer almaktadır. Bu şehirlerden bazılarının ürettiği toplam patent birçok ülkenin toplam patent sayısından daha fazladır. Örneğin Tokyo şehri 3 milyondan fazla patent başvurusu ile veri setine dahil tüm ülkelerin ürettiği patent sayısının altıda birini üretmiştir ve şehir olarak ülke sıralamasına dahil edildiğinde sınırları içinde yer aldığı Japonya'nın ardından ikinci sırada yer alabilirdi.

Şehir düzeyinde Zipf yasasını test ederken patent sayısı göstergesi olarak 1980-2014 yılları arasındaki toplam patent başvurusu dikkate alınmıştır. Buna göre her bir şehir patent başvurusu sayısına göre ülke sınırları dikkate alınarak azalan şekilde sıralanmıştır. Bu sıralamaya göre her bir şehre bir sıra (*rank*) atanmıştır. Zipf yasasının şehir boyutundaki testi bir önceki bölümde ifade edilen prosedürün aynısı gerçekleştirilerek yapılmıştır. Buna göre her bir ülkenin şehirleri için önce patent sayısı ve sıra değişkenlerinin logaritmik dönüşümü yapılmıştır. Daha sonra bu logaritmik dönüşümü yapılmış değişkenlerden patent sayısı bağımlı ve sıra değişkeni bağımsız değişken olmak üzere sıradan EKK yöntemi ile (2.2) numaralı ekonometrik model ile tahmin edilmiştir. Bir sonraki aşamada 43 ülkenin şehir düzeyinde verileri için değişen varyans durumunu test etmek üzere Breusch-Pagan testi uygulanmıştır. Değişen varyans problemi tespit edilmesinden bağımsız olarak tüm ülkeler için robust regresyon ile tahmin de yapılmıştır. Zipf yasasının ekonometrik analizinden önce şehir düzeyinde patent sayısının dağılımları Ek-1'de yer almaktadır. Ek-1'de yer alan ve 43 ülke için görselleştirilen grafiklerde düşey ekseninde patent sayısı, yatay ekseninde ise sıra değişkeni yer almaktadır. Ülkelerin tamamı için logaritmik dönüşümü yapılmamış verilerle oluşturulan dağılımların normal dağılımdan ve doğrusal bir eğriden beklenildiği üzere uzak olduğu görülmektedir. Ayrıca şehir bazındaki dağılımların neredeyse tüm ülkeler için sağa çarpık bir yapıya sahip olması patent sayısının dağılımının ölçeklendirme yasalarıyla analiz edilmeye uygunluğu konusunda temel seviyede bir fikir vermektedir. Logaritmik dönüşümü yapılan patent sayısı ve sıra değişkenlerinin 43 ülke için şehir düzeyinde dağılımı Ek-2'de gösterilmiştir. Bu şekillerde patent başvuru sayısının dağılımı ve doğrusal tahmin değerlerini ifade eden eğri gösterilmektedir. Veri setinde yer alan birçok ülke için Zipf yasasından sapmalar gözlemlenmektedir. Ayrıca Zipf yasası için kabul değeri 1 değerinden ülke katsayı

değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı bir düzeyde farklılık gösterip göstermediği durumu test edilmiş ve tüm ülkeler için yüzde 5 anlamlılık düzeyinde katsayı değerinin 1 değerinden farklılaştığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu sapmaların ekonometrik olarak hesaplanması ve ülkeler arasında karşılaştırma yapabilmek üzere (2.2) numaralı ekonometrik modelden yola çıkarak hesaplanan Zipf katsayısına ait değerler Tablo 11’de ifade edilmiştir. Ülkelerin şehirleri için hesaplanan Zipf katsayılarının Zipf yasası kuralı olan 1 değerinden ne kadar farklılaştığı incelendiğinde, Avrupa ülkelerinin katsayı değerlerinin diğer ülkelere göre görece Zipf yasasına daha yakın olduğu belirlenmiştir. Nüfus ve ekonomik aktivitelerin belirli merkezlerde toplandığı ülkelerde ise Zipf kuralından sapmanın büyüklüğü daha fazladır.

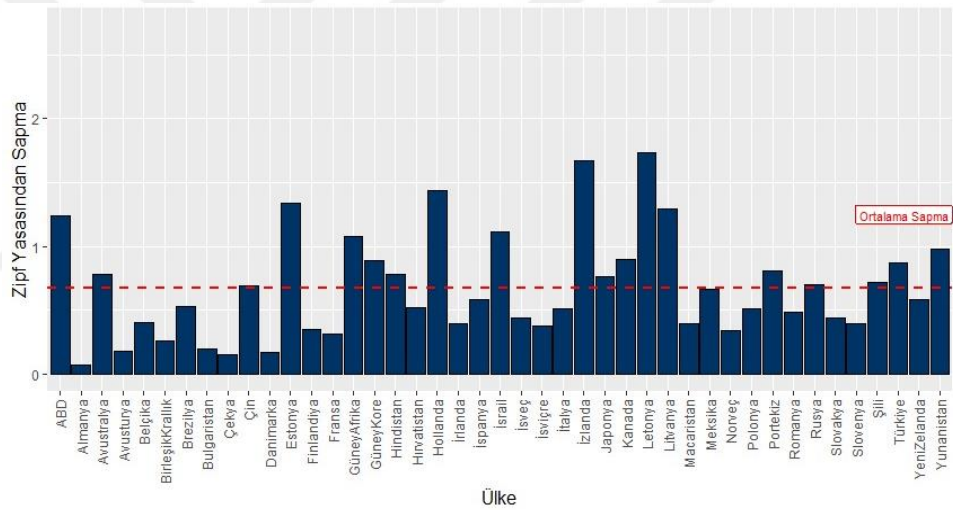
**Tablo 11 43 Ülke için Zipf Katsayısı Tahmin Sonuçları**

Ülke	Sabit	Zipf Katsayısı ( $\alpha$ )	R-kare	Ülke	Sabit	Zipf Katsayısı ( $\alpha$ )	R-kare
Slovakya*	5.45	0.56	0.83	Yeni Zelanda*	8.16	1.58	0.91
Çekya	7.25	0.85	0.94	Meksika	9.10	1.66	0.94
Almanya	12.50	1.07	0.83	Çin*	15.28	1.69	0.78
Danimarka	9.41	1.17	0.96	Rusya	10.33	1.70	0.96
Avusturya	9.56	1.18	0.77	Şili	6.34	1.72	0.98
Bulgaristan*	5.48	1.20	0.89	Japonya	15.93	1.76	0.94
Birleşik Krallık	11.58	1.26	0.84	Avustralya	11.62	1.78	0.85
Fransa	12.14	1.31	0.85	Hindistan*	11.13	1.78	0.94
Norveç	9.07	1.34	0.83	Portekiz	7.64	1.81	0.88
Finlandiya	10.31	1.35	0.93	Türkiye*	8.19	1.87	0.98
İsviçre	10.65	1.38	0.77	Güney Kore	14.15	1.89	0.63
İrlanda	8.37	1.39	0.95	Kanada	12.82	1.90	0.86
Macaristan*	8.06	1.39	0.96	Yunanistan*	7.54	1.98	0.96
Slovenya	7.08	1.39	0.95	Güney Afrika*	9.32	2.08	0.93
Belçika	9.82	1.40	0.88	İsrail	10.47	2.11	0.57
İsveç	10.68	1.44	0.81	Amerika B.D.	19.19	2.24	0.85
Romanya	6.77	1.48	0.90	Litvanya*	6.01	2.29	0.96
İtalya	11.79	1.51	0.79	Estonya	6.25	2.34	0.96
Polonya	9.20	1.51	0.95	Hollanda	11.53	2.44	0.57
Hırvatistan	6.42	1.52	0.94	İzlanda	5.67	2.67	0.93
Brezilya	9.88	1.53	0.96	Letonya	5.93	2.73	0.88
İspanya	10.09	1.58	0.80				

\*Her bir ülke için doğrusal regresyon tahminine ek olarak Breusch-Pagan değişen varyans testi yapılmış ve tabloda işaretli değişen varyans problemi ortaya çıkan ülkeler için robust regresyondan elde edilen katsayı değerleri paylaşılmıştır.

Şekil 7’de hesaplanan ülke katsayılarının Zipf kuralından sapmalarının, veri setine dahil ülkelerin ortalama sapmasına göre ifadesi yer almaktadır. Buna göre Almanya, Avusturya, Belçika Fransa gibi kıta Avrupası ülkelerinin ortalamanın altında bir sapma ile Zipf yasasına daha yakın olduğu görülmektedir. Estonya, İzlanda, Letonya gibi şehir sayısı az olan ülkelerin genel eğilim olarak diğer ülkelere göre Zipf yasasından daha yüksek bir sapmaya sahip olduğu gözlemlenmektedir. Bu durumda istatistiksel hesaplama biçiminin etkili olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca küçük bir örnekleme uç değerlerin yani patent başvurusu sayısında yüksek değere sahip olan şehirlerin olmasının da etkisi vardır. Ülke ekonomisinden ve nüfusundan çok yüksek pay alan bir şehre sahip olan Güney Kore, Türkiye gibi ülkelerin Zipf katsayısının da ortalama sapmadan daha yüksek bir değerde Zipf yasasından ayrıştığı görülmektedir.

**Şekil 7 Ülke Katsayılarının Zipf Yasasından Sapma Düzeyi**



Zipf yasasının ülke boyutunda patent verisi ile testinde genel olarak varılan sonuç yasanın patent başvuru sayısının dağılımı için geçerli olmadığıdır. Sosyoekonomik değişkenlerin coğrafi dağılımında farklı nedenlerden kaynaklanan eşitsizlikler nedeniyle, Zipf yasasına ek olarak sosyoekonomik değişkenlerin etkisini de içeren kentsel ölçeklendirme yasalarının uygulanması yeniliğin coğrafi analizi açısından faydalı çıkarımlar sağlayabilir. Kitle iletişiminin ve iktisadi ağların çok daha karmaşık hale geldiği günümüzde demografik ve iktisadi eşitsizliklerin ortaya konmasında ölçeklendirme yasaları önemli eğilimleri ortaya çıkarabilir.

### 3. YENİLİĞİN KENTSEL ÖLÇEKLENDİRME İLE ÖLÇÜLMESİ

Kentsel ölçeklendirme, şehirlerdeki coğrafi yığınlaşmanın istatistiki bir derecesini ölçme hedefini gerçekleştirmektedir. Kentsel aktivitelerden doğan karmaşık ilişkilerin oluşturduğu yığınlaşma etkileri iktisadi değişkenlerin incelenmesinde önemlidir. Kentsel ölçeklendirme, iktisadi verimlilik, yenilik, suç oranları gibi göstergelerin bir şehrin büyüklüğüne göre nasıl geliştiğini ifade eden bir kavramdır (Bettencourt vd., 2020). Genel olarak şehir büyüklüğünü bir istatistiki değer olarak ele alırken bu büyüklük için nüfus dağılımı verileri kullanılmaktadır. Nüfus dağılımı ile birlikte hem altyapı hem de kurumsal ve kültürel farklılıklardan doğan farklı değişkenler bir arada analiz edilebilmektedir. Kentsel ölçeklendirme hem bir ülkenin şehirlerini değerlendirirken hem de uluslararası düzeyde karşılaştırmalar için ölçümsel bir çerçeve sağlamaktadır. Şehirlerin sürekli değişen bir yapı olarak kendini oluşturan çevresel ve beşerî unsurlarının toplamından daha fazla bir değer oluşturduğu önermesinden hareketle kentsel değerlerin sistematik bir şekilde değerlendirilmesi gereklidir. Ölçeklendirme kanunları bilimsel yazında geniş bir yelpazede uygulanmaktadır. Kentsel ölçeklendirme de ölçeklendirme yasalarının şehirlere uygulanması sonucu bir şehrin nüfusu ile herhangi bir sosyoekonomik değişken arasındaki artan veya azalan getiri oranının ilişkisini ortaya koymaya çalışmaktadır. Dünya nüfusunun ve kentte yaşam onaranının hızlı bir şekilde arttığı günümüzde kentsel kavramları niceliksel olarak ölçmek ve sistematik kurallarını ortaya koymak bir tür zorunluluk haline gelmektedir.

Kentsel kavramları ölçeklendirme aracılığıyla inceleyen çalışmalarda farklı istatistiki sonuçlar elde edildiğinden aslında temelde kente dair kavramların bir ölçeklendirme yasası olarak tanımlanması tam olarak isabetli değildir. Bu nedenle bu alandaki çalışmalarda nadiren de olsa ölçeklendirme yasası kavramı yerine ölçeklendirme teorisi kavramını kullanan çalışmalar da mevcuttur (Burger vd., 2022; Ortman vd., 2014; Lei vd., 2021).

Kentsel Ölçeklendirme yapılırken nüfusa göre büyüklüğü değerlendirilen değişkenlerin niteliğine göre farklı ölçeklendirme sonuçları ortaya çıkmaktadır. Bu farklı sonuçları üç temel kategoride özetlemek mümkündür. Bu kategorilerden ilki, gelir, salgın hastalıklar, patent sayıları gibi sosyoekonomik değişkenlerin nüfusa göre doğrusal değer 1'den daha büyük bir katsayı ile ölçüldüğü doğrusal üstü ölçeklendirme yasağıdır. Bu durum sosyoekonomik değişkenlerin ölçeğe göre artan getiri kuralıyla işlerlik kazandığı anlamına gelmektedir. Sosyoekonomik değişkenlerin nüfusa göre kentsel ölçeklendirmesini yapan çalışmalara Bettencourt vd. (2007); Arbesman vd. (2009); Bettencourt ve West (2011) örnek verilebilir. İkinci kategori ise hane sayısı, elektrik tüketimi gibi temel insan ihtiyaçlarının nüfusa göre doğrusal bir şekilde ölçeklendirilmesidir. Doğrusal ölçeklendirme değerine göre sonuçlar elde eden çalışmalara Norman vd. (2006) örnek verilebilir. Üçüncü kategori ise benzin istasyonu gibi temel altyapı ihtiyaçlarının ise nüfusa göre doğrusal altı bir seviyede ölçeklendirilmesidir. Bu tür çalışmalara Newman vd. (1989); Gudipudi vd. (2016) örnek verilebilir. Patent verisini içeren kentsel ölçeklendirme çalışmaları da birçok farklı disiplinde uygulanmıştır (Arcaute vd., 2015; Gomez-Lievano vd., 2016; Yang vd., 2019; Mewes, 2019; Fritsch & Wyrwich, 2021; Broekel vd., 2023).

Çalışmanın bu bölümünde sosyoekonomik değişkenler olarak patent sayısı ve gayri safi yurtiçi hasıla değişkenlerinin nüfusa göre niceliksel olarak ölçeklendirilmiştir. Yeniliğin coğrafi dağılımını kentsel ölçeklendirme bağlamında analiz edilmesi ile hesaplanan ölçeklendirme katsayılarının ölçeğe göre nasıl bir getiri izlediği uluslararası düzeyde incelenmiştir.

### **3.1. Veri ve Yöntem**

#### **3.1.1. Veri**

Yeniliğin kentsel ölçeklendirme çerçevesinde değerlendirilmesinde yenilik göstergesi olarak patent verisi kullanılmıştır. Patent başvuru sayıları coğrafi birimlerin ürettiği yeniliğin niceliksel bir göstergesi olarak kabul edilebilir. Çalışmada patent verisi için de Rassenfosse vd. (2019) tarafından düzenlenen ve patent başvuru sayılarını coğrafi kodlamayla birlikte içeren veri seti işlenmiştir. Veri seti 1980-2014 yılları arasında 46 ülke için yaklaşık toplamda 30.3 milyon patent verisini içermektedir. Patent başvuru sayısını daha istikrarlı bir nicelik olarak değerlendirmek üzere veri setindeki benzersiz başvurular filtrelenmiştir ve bu filtreleme sonucu toplamda yaklaşık 18.8 milyon adet

patent başvurusu kullanılmıştır. Kentsel ölçeklendirme analizinde kullanılacak diğer değişkenlerin coğrafi düzeyde ulaşılabilir olması da gözetilerek veri setine dahil yıllardan en günceli olan 2014 yılına ait patent başvuru sayısı listelenmiştir. Daha sonra coğrafi olarak sınırlanan veriler veri setindeki tüm ülkeler için sınıflanmıştır. Bir sonraki aşamada ise şehir düzeyinde benzersiz patent başvuru sayıları 2014 yılı için toplanmıştır. Kentsel ölçeklendirmede kullanılan diğer değişkenlerin ulaşılabilir olmasına göre ülke seçimi OECD ülkeleri olarak kararlaştırılmıştır. Buna göre veri setine dahil edilen 36 ülke Tablo 12’de gösterilmiştir.

**Tablo 12 Veri Setine Dahil Edilen Ülkeler**

Almanya	Güney Kore	Macaristan
Amerika B.D.	Hırvatistan	Meksika
Avustralya	Hollanda	Norveç
Avusturya	İrlanda	Polonya
Belçika	İspanya	Portekiz
Birleşik Krallık	İsveç	Romanya
Bulgaristan	İsviçre	Slovakya
Çekya	İtalya	Slovenya
Danimarka	Japonya	Şili
Estonya	Kanada	Türkiye
Finlandiya	Letonya	Yeni Zelanda
Fransa	Litvanya	Yunanistan

Çalışmanın ilk bölümünde ülke düzeyinde kentsel ölçeklendirmeyi uygulamak için öncelikle veri setine dahil her bir ülke için patent başvuru sayısı hesaplanmıştır. 2014 yılına ait toplam patent başvuru sayısından yola çıkarak elde edilen veriye göre ilk 5 ülkenin patent başvuru sayıları Tablo 13’te yer almaktadır.

**Tablo 13 Patent Başvuru Sayısına Göre İlk 5 Sıradaki Ülke**

Ülke	Patent Başvuru Sayısı	Sıra
ABD	128756	1
Güney Kore	119689	2
Japonya	51550	3
Almanya	45987	4
Fransa	16806	5

Çalışmanın ülke düzeyi patent analizini içeren kısmında her bir ülke için patent başvuru sayısına ek olarak 2014 yılı için ülke toplam nüfusları ve satın alam gücü paritesine göre düzenlenmiş kişi başına düşen gayri safi yurtiçi hasıla istatistikleri kullanılmıştır. Nüfus ve gelir istatistiklerine OECD Bölgesel İstatistikler veri tabanı üzerinden ulaşılmıştır. Her ne kadar kentsel ölçeklendirme yazınında genellikle metropol bölgeler için hesaplamalar yapılsa da çalışmanın bu bölümünün ilk kısmında ülke düzeyinde toplam değerler için hesaplamalar yapılmıştır. Ülke düzeyinde ölçeklendirme hesaplaması için tanımlayıcı istatistikler Tablo 14’te yer almaktadır.

**Tablo 14 Tanımlayıcı İstatistikler (Ülke Düzeyi)**

Değişken	Gözlem	Ortalama	Std. Sapma	Min.	Maks.
Patent Sayısı	36	11264.08	30030.69	7	128756
Nüfus	36	35898994	58565200	1315820	3.183e+08
GSYH	36	1449725.3	3031620.2	37680	17726300

Çalışmanın bu bölümünün ikinci kısmında ise OECD ülkelerinin metropol şehirleri üzerine odaklanılmıştır. OECD’nin fonksiyonel kent bölgeleri sınıflaması dikkate alınarak oluşturulan şehir düzeyindeki veri seti için öncelikle Bölgesel İstatistikler veri tabanında yer alan metropol bölgeler için nüfus ve kişi başına düşen gayri safi yurtiçi hasıla verileri toplanmıştır. OECD fonksiyonel kent bölgelerini, en az 50 bin nüfusa sahip ve kilometre kare başına en az 1500 insanın düştüğü birimler olarak tanımlamıştır. Toplamda 36 OECD veri tabanına dahil ülke için 2023 aralık ayında ulaşılan veriye göre 250000 nüfustan fazla nüfusa sahip 691 fonksiyonel kent bölgesi vardır. Şehir düzeyinde kentsel ölçeklendirme için bu 691 şehir dikkate alınmıştır. Hem patent verisinin uygunluğu (en az bir patent başvurusuna sahip bölgeler) hem de eksik veri gibi faktörler göz önüne alınarak belirli şehirler veri setinden çıkarılmıştır. Nihai olarak toplamda 624 fonksiyonel kent bölgesi için gelir, nüfus ve patent sayısı verileri toplanmıştır.

**Tablo 15 En Fazla Patent Başvuru Sayısına Sahip İlk 5 Şehir**

Şehir	Patent Başvuru Sayısı	Sıra
Seoul	30930	1
San Francisco	22137	2
Tokyo	15962	3
New York	7542	4
Seattle	4957	5

Veri setine dahil edilen 624 metropol bölge ve 2014 yılı için ilk 5 şehir patent başvuru sayıları Tablo 15’te yer almaktadır. Şehir düzeyinde patent başvurusunun ilk 5 sırası değerlendirildiğinde Amerika Birleşik Devletleri fonksiyonel kent bölgelerinin ağırlıklı olarak yer aldığı görülmektedir. Ayrıca 2014 yılı için en yüksek patent başvurusuna sahip şehrin Güney Kore başkenti Seoul’ün yanı sıra Japonya’dan Tokyo şehri de listede yer bulmuştur. Şehir düzeyinde kentsel ölçeklendirme için kullanılan verilere dair tanımlayıcı istatistikler Tablo 16’da yer almaktadır.

**Tablo 16 Tanımlayıcı İstatistikler (Şehir Düzeyi)**

Değişken	Gözlem sayısı	Ortalama	Std. Sapma	Min.	Maks.
Patent Sayısı	624	354.9	1748.01	1	30930
Nüfus	624	1243281.8	2622377.8	223008	35565308
GSYH	624	57455.96	137542.06	2582	1730445

Kişi başına düşen gelir hesaplamasında 2015 yılı fiyatları baz olmak üzere satın alma gücü paritesine göre dolar bazlı istatistikler dikkate alınmıştır. Nüfus istatistikleri ise OECD Bölgesel İstatistikler veri tabanından Bölgesel Seviye 3 düzeyindeki veriler kullanılmıştır.

### 3.1.2. Yöntem

Yeniliğin kentsel ölçeklendirme bağlamında istatistiki analizinde, şehirlerin sistematik olarak belirli benzer özellikleri izleyip izlemediğini ortaya koymak hedeflenmiştir. Bunun için kentlerde yoğunlaşan nüfus ve bu kentlerin ürettiği ekonomik çıktının düzeyine yoğunlaşmıştır. Kentsel ölçeklendirmenin niceliksel olarak ölçülmesi üzerine birçok bilimsel çalışma yapılmış ve niceliksel ölçüm için kullanılan istatistiki yöntemler de birçok kez test edilmiştir. Kentsel ölçeklendirme diğer ölçeklendirme yasalarında olduğu gibi bir üstel yasa olarak ele alınır. Buradan hareketle kentsel ölçeklendirme:

$$Y = Y_0 N^\beta e^\varepsilon \quad (3.1)$$

şeklinde ifade edilebilir (Bettencourt & Lobo, 2016). Bu denklemde  $Y$ , şehir için ölçeklendirme ilişkisine sokulmak istenen herhangi bir değişkeni ifade etmektedir ve bu değişken yüzölçümü, gelir, patent sayısı gibi büyüklükler olabilir.  $Y_0$ , tüm şehirler için ortak temel büyüklüğü ifade ederken,  $N$  ise şehrin nüfusunu göstermektedir.  $\varepsilon$  denklemdeki istatistiksel sapmaların ölçüsü veren büyüklüğün ifadesidir. Kentsel ölçeklendirme yaparken en fazla odaklanılan ve ölçeklendirmenin büyüklüğünü ifade

eden değişken ise  $\beta$  katsayısıdır. Buradan hareketle (3.1) numaralı denklemin ekonometrik olarak tahmini için Sıradan En Küçük Kareler Yöntemi kullanılır. En Küçük Kareler tahmini yapılırken (3.1) numaralı denklem logaritmik dönüşüm ile:

$$\log Y = \log Y_0 + \beta \log N + \varepsilon \quad (3.2)$$

tahmin için doğrusal biçime getirilmiştir. Ekonometrik tahminin ilk kısmında 2014 yılı için ülke düzeyinde toplam nüfus ile toplam gayri safi yurtiçi hasıla ve patent sayısı için analiz yapılmıştır. (3.2) numaralı denklemde patent sayısı ve gayri safi yurtiçi hasıla bağımlı değişken ve nüfus bağımsız değişken olmak üzere  $\beta$  katsayısı tahmin edilmiştir. Tahmin sürecinde öncelikle doğrusal regresyon tahmini yapılmıştır. Sonraki aşamada olası değişen varyans problemini test etmek üzere Breusch-Pagan testi uygulanmıştır. Değişen varyans problemi ülke düzeyinde yapılan analizde tespit edilmediğinden doğrusal regresyondan elde edilen sonuçlar kabul edilmiştir. Ekonometrik tahminin ikinci kısmında OECD metropol bölgeler sınıflamasına giren 624 şehir için aynı prosedür bu defa şehir düzeyinde uygulanmıştır. Bu veri setine dahil şehirlerin tamamı ülke sınırı gözetmeksizin analize dahil edilmiştir. Şehir düzeyinde kullanılan nüfus, gelir ve patent sayısı istatistikleri bahse konu kentlerin metropol bölgelerine ait verilerdir. En küçük Kareler tahmininden sonra değişen varyans problemi şehir düzeyindeki tahmin için test edilmiştir. Breusch-Pagan test sonucuna göre değişen varyans problemi şehir düzeyinde de bulunmadığına dair güçlü kanıt olması nedeniyle doğrusal modelden elde edilen tahmin sonuçları paylaşılmıştır.

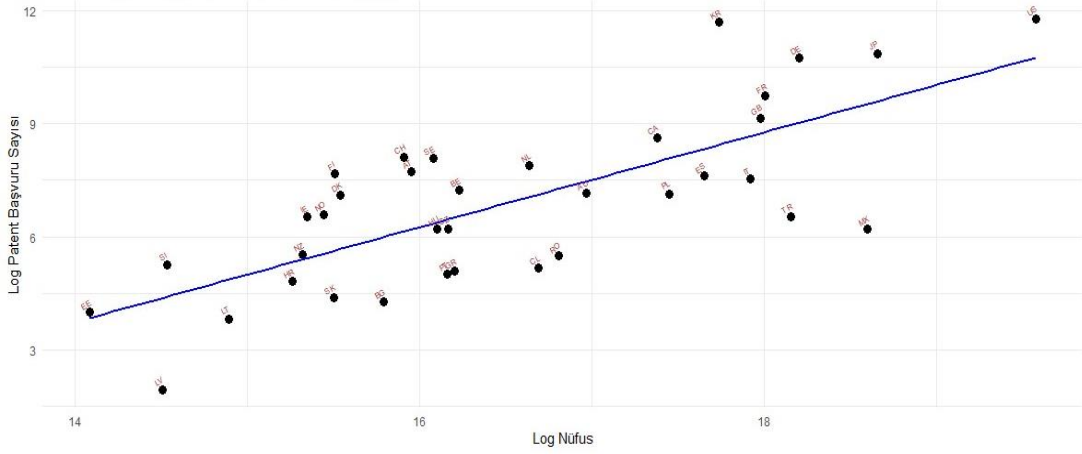
## **3.2. Ampirik Bulgular**

### **3.2.1. Yeniliğin Ülke Düzeyinde Toplam Değerlerle Ölçeklendirilmesi**

Yenilik göstergesi olarak patent başvuru sayısı değerlendirmeye alındığında, çalışmanın bu bölümünde veri setine dahil edilen 36 ülke için kentsel ölçeklendirme yapılmıştır. Kentsel ölçeklendirme yazınında bir şehrin tanımı yapılırken coğrafi büyüklük veya siyasi sınıflama gibi kriterlere göre sınıflamalar yapılmaktadır. Ülke düzeyinde analizde genel eğilimleri ortaya koyabilmek adına ilk bölümde sadece kent merkezleri değil metropol-taşra ayrımı yapmaksızın toplam değerler değerlendirmeye alınmıştır. Kentsel ölçeklendirme için (3.2) numaralı denklemden yola çıkarak, nüfus bağımsız değişken ve patent başvuru sayısı ile satın alam gücüne göre gayri safi yurtiçi



### Şekil 9 Patent Başvuru Sayısının Nüfusa Göre Ölçeklendirilmesi



Patent başvuru sayısı ile nüfus arasındaki ilişkinin En Küçük Kareler yöntemi ile tahmininden elde edilen sonuçlar Tablo 18’de yer almaktadır.

**Tablo 18 En Küçük Kareler Yöntemi ile Tahmin Sonuçları (Patent Başvuru Sayısı ve Nüfus)**

logpatentsayısı	Katsayı	Std. Hata
lognüfus	1.25*	0.19
Sabit	-13.86*	3.22
R-kare		0.55

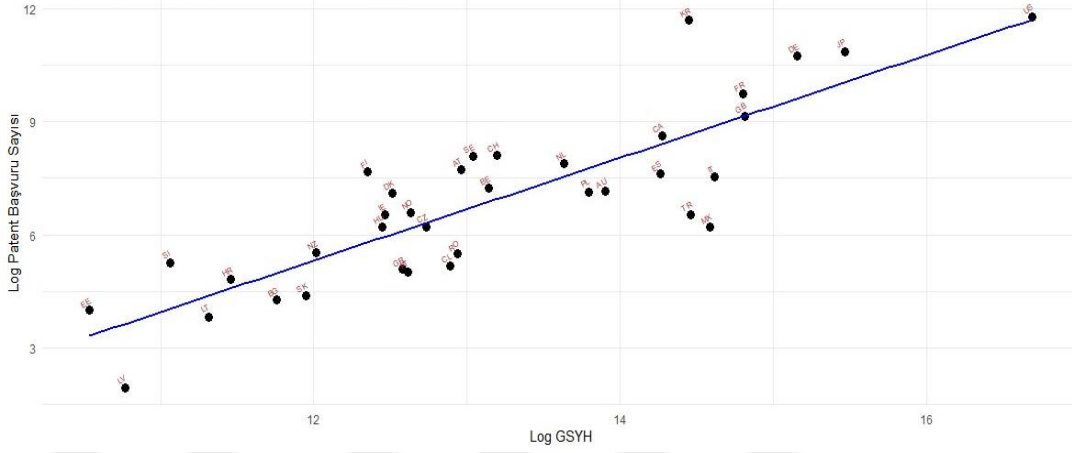
\*  $p < .01$ .

Nüfus değişkeninin katsayısı  $\beta$  için ölçeklendirme katsayısı 1.25 olarak hesaplanmıştır. Bu değer patent başvuru sayısının nüfusa göre dağılımının gelire göre daha eşitsiz bir eğilim izlediğini göstermektedir. Patent sayısının nüfusa göre doğrusal üstü bir ilişkiye sahip olması ölçüğe göre artan getiri durumunun geçerli olduğunu göstermektedir yani veri setinde yer alan ülkeler için nüfusun daha fazla olduğu bölgelerde patent başvuru sayısının ölçeklendirme katsayısı kadar bir oranda daha yüksek olduğunu göstermektedir.

Ülke düzeyindeki kentsel ölçeklendirmenin bir diğer alt modelinde ise patent başvuru sayısının GSYH’ye göre dağılımı tahmin edilmiştir. Şekil 10’da veri setine dahil 36 ülke için patent başvuru sayısı bağımlı ve GSYH değişkeni bağımsız olmak üzere yapılan tahmin görselleştirilmiştir. Patent başvuru sayısının GSYH’ye göre dağılımının GSYH ile nüfus arasındaki dağılıma göre doğrusal eğilimden daha fazla saptığı görülmektedir. Bu durum patent üretiminin ve dolayısıyla yeniliğin ülke düzeyinde nüfus ve gelire göre görece daha eşitsiz dağıldığını ifade etmektedir. Güney

Kore ve Meksika gibi ülkelerin doğrusal eğilimden pozitif veya negatif olarak ayrışması bu ülkelerin gelirine oranla hangi düzeyde patent başvurusunda bulunduğu ile ilgilidir ve bu durum yenilikte geri kalan ülkelerin ortaya konmasında önemlidir.

**Şekil 10 Patent Başvuru Sayısının GSYH'ye Göre Ölçeklendirilmesi**



Patent başvuru sayısı ile GSYH arasındaki ölçeklendirme ilişkisini En Küçük Kareler Yöntemi ile tahmin edilmesinden elde edilen sonuçlar Tablo 19'da yer almaktadır.

**Tablo 19 En Küçük Kareler Yöntemi ile Tahmin Sonuçları (Patent Başvuru Sayısı ve GSYH)**

logpatentsayısı	Katsayı	Std. Hata
logGSYH	1.36*	0.14
Sabit	-11.02*	1.88
R-kare		0.72

\*  $p < .01$ .

GSYH değişkeni için ölçeklendirme katsayısı  $\beta$  yaklaşık 1.36 olarak hesaplanmıştır. Bu değer çalışmada ele alınan değişkenler için yapılan ölçeklendirmeler arasında ülke düzeyindeki en yüksek değerdir. Bu durum yeniliğin gelire göre dağılımındaki eşitsizliğin, veri setine dahil ülkeler için, diğer değişkenlerden daha yüksek olduğunu ifade etmektedir.

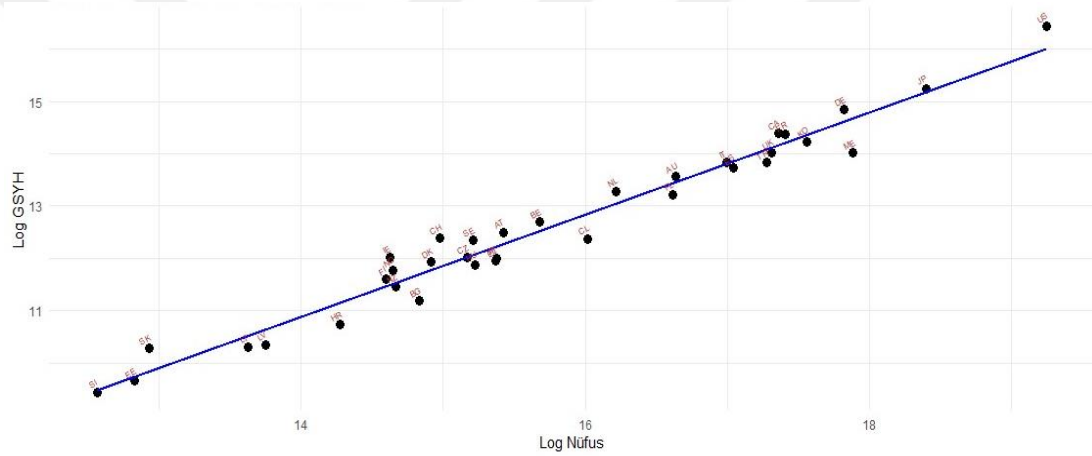
### 3.2.2. Yeniliğin Ülke Düzeyinde Kentsel Ölçeklendirilmesi

Yeniliğin nüfusun ve iktisadi aktivitelerin yoğunlaştığı bölgelerde ölçeklendirilmesi için fonksiyonel kentsel bölgeler (*functional urban areas*) dikkate alınmaktadır. Yeniliğin ülke düzeyinde toplam değerlerle ölçeklendirilmesinden sonra aynı yöntemle kentsel kısıtla ölçeklendirilmesi de yeniliğin değerlendirilmesi açısından

fayda sağlayacaktır. Bu nedenle OECD metropol şehirleri sınıflamasından yola çıkarak oluşturulan veri setinden, veri eksikliği olan veya 2014 yılı için patent üretimi olmayan şehirlerin çıkarılmasıyla elde edilen yeni veri seti kullanılmıştır. Bu veri seti toplamda 624 fonksiyonel kent alanını içermektedir. Bu kent alanları ülke bazlı toplulaştırılmış ve (3.2) numaralı eşitliğe göre En Küçük Kareler Yöntemi ile tahmin edilmiştir. Kentsel ölçeklendirme için toplam değerlerle ilgili yapılan analizin aynı olacak şekilde kentsel toplam patent başvuru sayısı, nüfus ve gayri safi yurtiçi hasıla değişkenleri kullanılmıştır.

İlk olarak kentsel gelirin nüfusa göre dağılımı analiz edilmiştir. Şekil 11 kentsel nüfus ile GSYH arasındaki dağılımsal ilişkiyi göstermektedir.

**Şekil 11 GSYH'nin Nüfusa Göre Ölçeklendirilmesi**



Kentsel hasılanın nüfusa göre dağılımının aynı değişkenler ile toplam değerlerle yapılan analize göre büyük farklılıklar göstermediği görülmektedir. GSYH'nin nüfusa göre ölçeklendirilmesinden elde edilen doğrusal regresyon tahmin sonuçları Tablo 20'de yer almaktadır. Nüfus değişkeni için kentsel ölçeklendirme katsayısı  $\beta$ , 0.97 olarak hesaplanmıştır. Bu değer 1'e çok yakın olduğundan kentsel GSYH'nin veri setindeki ülkeler için yaklaşık olarak doğrusal dağıldığı sonucuna ulaşılmıştır.

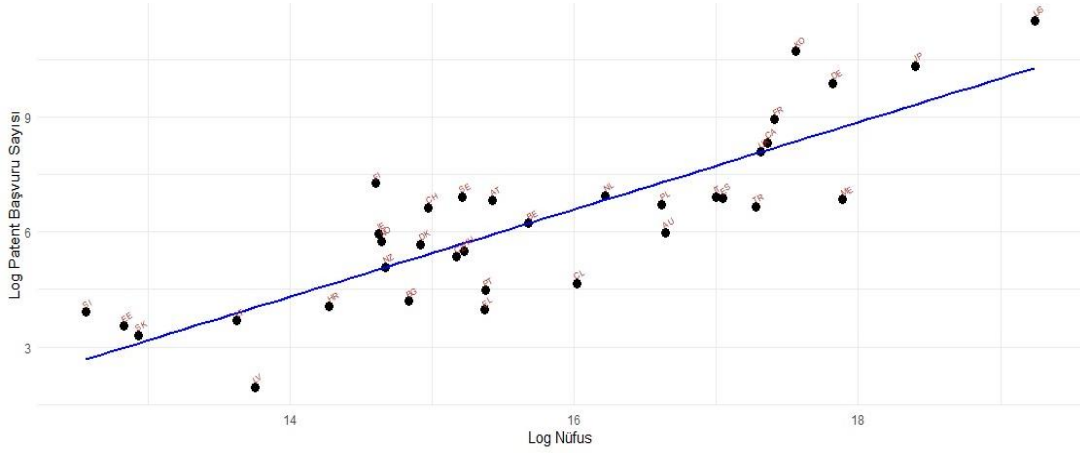
**Tablo 20 En Küçük Kareler Yöntemi ile Tahmin Sonuçları (GSYH ve Nüfus-Kentsel Değerler)**

logGSYH	Katsayı	Std. Hata
lognüfus	0.97*	0.03
Sabit	-2.82*	0.49
R-kare		0.97

\*  $p < .01$ .

Yeniliğin ölçütü olarak patent başvuru sayılarının kentsel dağılımının nüfusa göre ölçeklendirilmesinden elde edilen görsel Şekil 12’de yer almaktadır.

**Şekil 12 Patent Başvuru Sayısının Nüfusa Göre Ölçeklendirilmesi**



Patent başvuru sayısının nüfusa göre ölçeklendirilmesinde, patent üretiminde başarı gösteren Almanya, Kore gibi ülkelerin toplam değerlere benzer olarak kentsel değerlerde de doğrusal eğilime göre daha yüksek bir yenilik üretim düzeyinde yer aldığı dikkati çekmektedir. Patent başvuru sayısının nüfusa göre kentsel ölçeklendirilmesinden elde edilen EKK tahmin sonuçları Tablo 21’de yer almaktadır.

**Tablo 21 En Küçük Kareler Yöntemi ile Tahmin Sonuçları (Patent Başvuru Sayısı ve Nüfus-Kentsel Değerler)**

logpatentsayısı	Katsayı	Std. Hata
lognüfus	1.13*	0.12
Sabit	-11.61*	1.95
R-kare		0.71

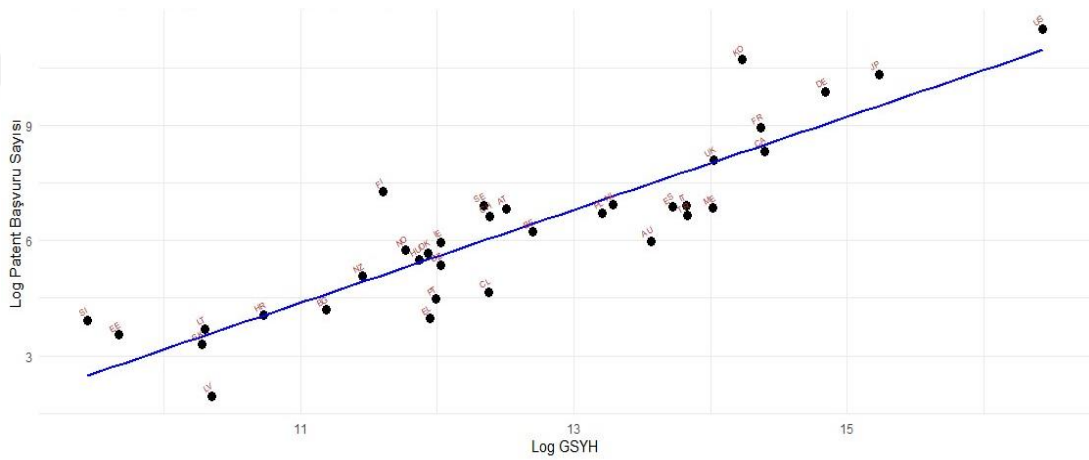
\*  $p < .01$ .

Nüfus değişkeni için kentsel ölçeklendirme katsayısı  $\beta$ , 1.13 olarak hesaplanmıştır. Bu değer patent başvuru sayısının nüfusa göre doğrusal üstü bir ölçeklendirme katsayısına sahip olduğu anlamına gelmektedir. Kentsel ölçeklendirme yazınında sosyoekonomik değişkenler, kent büyüklüğüne göre, sıklıkla doğrusal üstü bir ilişki ile ölçeklendirilmektedir. Patent başvuru sayısı değişkeninin katsayı değeri ( $\beta = 1.13$ ) bu çalışmada da doğrusal üstü bir ölçeklendirme ilişkisini göstermektedir ve yazındaki diğer çalışmalarla uyumlu bir sonuç elde edilmiştir.

Patent başvuru sayısı ile GSYH arasındaki kentsel ölçeklendirme ilişkisinin görsel olarak ifadesi Şekil 13’de yer almaktadır. Patent başvuru sayısı ile GSYH arasındaki

ölçeklendirme ilişkisi temelde patent başvuru sayısı ile nüfus arasındaki ilişkiye büyük oranda benzemektedir. Bu benzerlikte fonksiyonel kent alanlarında nüfus ile birlikte iktisadi faaliyetlerin yoğunlaşması ve dolayısıyla ekonomik çıktının daha yüksek olması etkilidir. Yenilik üretiminde başarılı olan Japonya, Kore, ABD gibi ülkelerin kentsel bölgelerinde patent sayısının yüzde bir artışı gelirden yüzde birden daha fazla bir artışa neden olmaktadır (doğrusal üstü ölçeklendirme ilişkisi). Bu açıdan bakıldığında yenilik üretimi hedefleyen bir girişimcinin veya firmanın coğrafi olarak yer seçiminde büyük şehirleri tercih etmesi nihai olarak daha yüksek bir ekonomik çıktı üretmesini sağlayacaktır.

**Şekil 13 Patent Başvuru Sayısının GSYH'ye Göre Ölçeklendirilmesi**



Patent başvuru sayısı ile GSYH değişkenleri arasındaki kentsel ölçeklendirme tahmin değerleri Tablo 22'de yer almaktadır. GSYH değişkeni için kentsel ölçeklendirme katsayısı  $\beta$ , 1.21 olarak hesaplanmıştır.

**Tablo 22 En Küçük Kareler Yöntemi ile Tahmin Sonuçları (Patent Başvuru Sayısı ve GSYH-Kentsel Değerler)**

logpatentsayısı	Katsayı	Std. Hata
logGSYH	1.21*	0.10
Sabit	-8.94*	1.31
R-kare		0.80

\*  $p < .01$ .

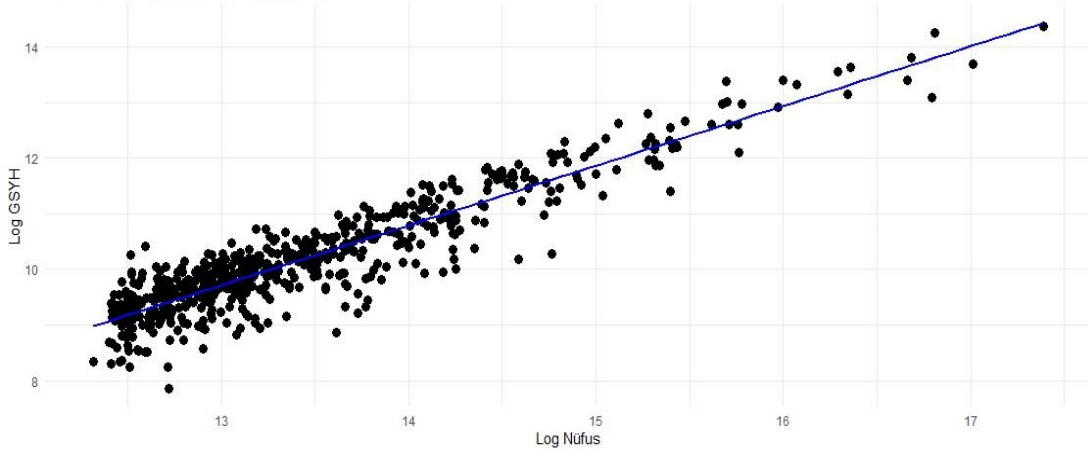
Hesaplanan katsayı değeri patent başvuru sayısının GSYH'ye göre doğrusal üstü bir ölçeklendirme katsayısına sahip olduğu anlamına gelmektedir. Yeniliğin büyük şehirlerde ve fonksiyonel kentsel alanlarda yığılması daha yüksek bir iktisadi çıktı üretilmesini sağlamaktadır.

### 3.2.3. Yeniliğin Şehir Düzeyinde Kentsel Ölçeklendirilmesi

Yeniliğin ülke düzeyinde ölçeklendirilmesinde toplam büyüklükler üzerinden bir değerlendirmenin ardından çalışmanın bu bölümünde metropol bölgeler için kentsel ölçeklendirme yapılmıştır. Bunun için veri setine dahil edilen 624 metropol bölge için 2014 yılına ait patent başvuru sayısı, satın alam gücü paritesine göre düzenlenmiş gayri safi yurtiçi hasıla (2015 baz yılı) ve nüfus değişkenleri kullanılmıştır. Patent başvuru sayısı coğrafi olarak fonksiyonel metropol bölgeler için hesaplanmıştır. Milli gelir ve nüfus verileri için de OECD tarafından sağlanan fonksiyonel metropol bölge verileri düzenlenmiştir.

Şehir düzeyinde, kentsel ölçeklendirme için ülke düzeyinde yapılan ekonometrik tahmin için oluşturulan prosedür izlenmiştir. (3.2) numaralı eşitlikte patent sayısı bağımlı ve nüfus ile milli gelir değişkenleri bağımsız değişken olmak üzere ayrı ayrı tahminler yapılmıştır. Şekil 14'te şehir düzeyindeki Gayri Safi Yurtiçi Hasılanın metropol nüfus verisi ile dağılımsal ilişkisi görülmektedir.

Şekil 14 GSYH'nin Nüfusa Göre Ölçeklendirilmesi



Ülke düzeyinde elde edilen sonuçlara benzer olarak GSYH'nin nüfusa göre doğrusal eğilime çok yakın bir dağılıma sahip olduğu söylenebilir. Şehir düzeyindeki GSYH'nin fonksiyonel metropol bölgelerin nüfusuna göre tahmininden elde edilen sonuçlar Tablo 23'te görülmektedir. Şehir düzeyinde nüfus değişkeninin ölçeklendirme katsayısı  $\beta$ , GSYH değişkenine göre 1.07 olarak hesaplanmıştır. Bu değer veri setine dahil şehirler için gelirin nüfusa oranla doğrusal değere çok yakın dağıldığını yani görece daha eşit bir dağılımı ifade etmektedir.

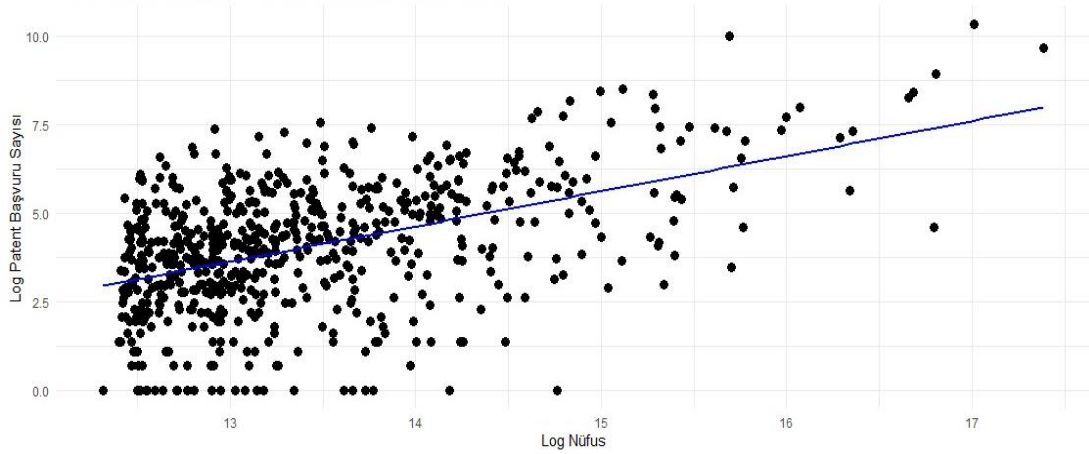
**Tablo 23 Şehir Düzeyinde En Küçük Kareler Yöntemi ile Tahmin Sonuçları (GSYH ve Nüfus)**

logGSYH	Katsayı	Std. Hata
lognüfus	1.07*	0.01
Sabit	-4.25*	0.23
R-kare		0.86

\*  $p < .01$ .

Yeniliğin şehir düzeyinde nüfus ile dağılımsal ilişkisinin değerlendirilmesinde şehir düzeyindeki patent başvuru sayısı ile fonksiyonel kent alanı nüfus istatistikleri kullanılmıştır. Patent başvuru sayısı ile nüfus arasındaki ilişki Şekil 15'te görülmektedir.

**Şekil 15 Patent Başvuru Sayısının Nüfusa Göre Ölçeklendirilmesi**



Patent başvuru sayısının nüfusa göre dağılımının GSYH'nin nüfusa göre dağılımından daha fazla doğrusal eğilimden saptığı ifade edilebilir. Bunda temel etken olarak yeniliğin üretilmesinde coğrafi olarak bazı şehirlerin diğerlerine göre daha yüksek verimlilik ile patent ürettiği önermesi savunulabilir. Patent başvuru sayısının nüfusa göre ölçeklendirilmesinin tahmin sonuçları Tablo 24'te yer almaktadır.

**Tablo 24 Şehir Düzeyinde En Küçük Kareler Yöntemi ile Tahmin Sonuçları (Patent Sayısı ve Nüfus)**

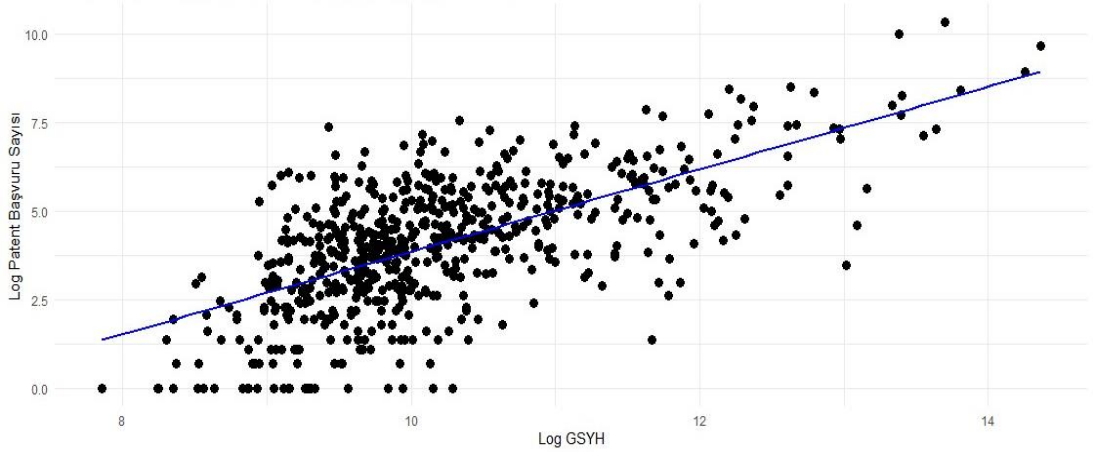
logpatentsayısı	Katsayı	Std. Hata
lognüfus	0.99*	0.07
Sabit	-9.25*	0.99
R-kare		0.23

\*  $p < .01$ .

Şehir düzeyinde nüfus değişkeninin ölçeklendirme katsayısı  $\beta$ , patent başvuru sayısı değişkenine göre 0.99 olarak hesaplanmıştır. Bu durum OECD ülkelerindeki metropol kentlerden veri setine dahil olanlar için yeniliğin nüfusa göre yaklaşık olarak doğrusal bir dağılıma sahip olduğunu göstermektedir.

Şehir düzeyinde kentsel ölçeklendirmenin bu çalışmadaki son alt modeli ise patent başvuru sayısının GSYH'ye göre ölçeklendirilmesidir. Bu alt modelde bağımlı değişken patent başvuru sayısı ve bağımsız değişken GSYH olmak üzere kurulan modelden elde edilen dağılımsal ilişki Şekil 16'dadır. Her iki değişkenin de logaritmik dönüşümü sonucu elde edilen değerlere göre değerlendirildiğinde kentsel ölçeklendirmenin şehir düzeyinde değerlendirildiği 3 alt modelden doğrusal eğilimden en fazla sapmaya sahip olan ilişki patent başvuru sayısı ile GSYH değişkenleri arasındaki ölçeklendirme ilişkisidir.

**Şekil 16 Patent Başvuru Sayısının GSYH'ye Göre Ölçeklendirilmesi**



Patent başvuru sayısı ile gelir düzeyi arasındaki ölçeklendirme ilişkisinin En Küçük Kareler yöntemi ile tahmininden elde edilen sonuçlar Tablo 25'te yer almaktadır.

**Tablo 25 Şehir Düzeyinde En Küçük Kareler Yöntemi ile Tahmin Sonuçları (Patent Sayısı ve GSYH)**

<u>logpatentsayısı</u>	<u>Katsayı</u>	<u>Std. Hata</u>
logGSYH	1.16*	0.05
Sabit	-7.78*	0.56
R-kare		0.42

\*  $p < .01$ .

Patent başvuru sayısının GSYH'ye göre ölçeklendirme katsayısı  $\beta$ , 1.16 olarak hesaplanmıştır. Bu değer doğrusal dağılımın üzerinde bir değeri ifade etmektedir ve

ölçeğe göre artan getiri koşullarının geçerli olduğunu göstermektedir. Ayrıca burada şunu belirtmek gerekir ki fonksiyonel kent bölgelerine ait kentsel ölçeklendirme katsayıları ülke düzeyinde yapılan analizden elde edilen katsayılara göre daha düşük değerlere sahiptir. Bu durum ülke sınırlarından bağımsız olarak metropol bölgelerin kendi aralarında benzer özellikler gösterdiği izlenimini oluşturmuştur. Bu önermeden hareketle gelecekte yapılacak çalışmalarda farklı büyüklükteki benzer nitelikler gösteren kentlerin grup halinde değerlendirilmesine yönelik çalışmalar yazına katkı sağlayabilir.

Kent büyüklükleri ile yenilik arasındaki dağılımsal ilişkinin yapısını ortaya koymak kaynakların dağıtımını, yatırım kararları, bölgesel iktisadi eşitsizliklerin giderilmesi gibi önemli ekonomik sorunların çözümüne katkı sağlayabilir. Özellikle büyük metropollerde hem nüfusun hem de iktisadi faaliyetlerin yoğunlaşması nedeniyle yenilik üretiminin de bu bölgelerde yoğunlaşması kendini besleyen bir mekanizma ile yığınlaşma etkisini artırmaktadır.

#### 4. PATENT DAĞILIMININ ÜSTEL YASA İLE ANALİZİ

Günlük hayatta çevremizde gözlemlediğimiz birçok niceliksel büyüklük bir ölçüye göre değişim göstermektedir. Tekil olarak gözlemlenen büyüklükler, belirli sabit bir değere yakın değerler alabildiği gibi sabit bir değerden uzak olacak şekilde de gerçekleşebilir. Karmaşık sistemler yazınında sıklıkla incelenen üstel yasalar (*power laws*), çeşitli kavramların dağılımının matematiksel olarak incelenmesidir. Fizik, sosyoloji, iktisat, biyoloji gibi birçok alanda farklı kavramların niceliksel bir evrensel unsur taşıyıp taşımadığını tespit etmek için üstel yasalar uygulanmıştır. Niceliksel büyüklüklerin evrensel bir kuralı izleyip izlemediğinin istatistiksel olarak analizinin geçmişi Francis Galton'un (1889) sıradanlığa geri dönüş diye de ifade edilen prensibi içeren çalışmalarına kadar götürülebilir. Günlük hayatta gözlemlenen niceliksel büyüklüklerin önemli bir kısmı Galton'un kutusunda olduğu gibi ortalama bir değer etrafında çan eğrisine benzer şekilde normal bir dağılıma sahiptir. Bu tip normal dağılıma basit bir örnek olarak insanların boylarının dağılımının kısıtlı bir aralıkta ve belirli bir değer etrafında yoğunlaşan yapısı örnek verilebilir (Newman, 2005). Fakat niceliksel büyüklüklerin bir kısmı belirli bir aralıkta yoğunlaşan bir yapıya sahip değildir. Bu tip bir duruma örnek olarak servetin dağılımı verilebilir. Pareto (1896) tarafından İtalya için hesaplanan servet dağılımındaki eşitsizlik ve bu eşitsizlikten doğan 80/20 olarak isimlendirilen kural, üstel yasaların öncüsü olarak nitelenebilir. Auerbach (1913) şehir büyüklüklerinin bir üstel yasa izlediğini ortaya koymuştur. Zipf (1949) ise üstel yasa analizini edebi metinler için uygulamış ve daha sonra Zipf yasası olarak bilinen dağılımsal ilişkiyi ortaya koymuştur. Pareto dağılımı ve Zipf yasası modern veri toplama ve istatistiksel analizlerin gelişmesiyle birlikte birçok farklı disiplinde uygulanmıştır. Bir diğer üstel yasa özelliklerini içeren dağılım türü ise sıralı ikili olayların ilk başarılı olayın gerçekleşmesine kadar kaç tane başarısız olayın gerçekleşme olasılığı olduğunu analiz eden Yule-Simon dağılımıdır. Bu dağılım Yule (1925) ve Simon'un (1955) çalışmalarından türetildiğinden bu isimle anılmaktadır. Depremler (Mega vd., 2003), savaşlar ve siyasi uyuşmazlıklar (Friedman, 2014), internet kullanım istatistikleri (Faloutsos vd., 1999), hayvanların metabolizma büyüklüğü ile hızı arasındaki ilişki (Dreyer & Puzio, 2001), bilimsel yayınlara atıf

sayısı (Albarrán vd., 2011) gibi niceliksel büyüklükler üstel yasa analizi ile test edilmiştir.

Üstel yasalar, karmaşık sistemlerde ender görülen olayların matematiksel olarak modellenmesinde kullanılsa da bu yasaların doğuş prensipleri veya işleyişinin her zaman karmaşık olacağı anlamına gelmemektedir. Fakat üstel yasa rejiminin tahmin edilmesi genellikle zahmetli bir hesaplama sürecini gerektirebilir (Newman, 2005). Ayrıca üstel yasalara benzer olarak log-normal dağılım da incelenen büyüklükler için kullanılabilir zira bazı dağılımlar için log-normal dağılım ile üstel yasa arasındaki farklılıklar çok küçük detaylarla ifade edilebilir (Mitzenmacher, 2004).

Yeniliğim bir ölçütü olarak patent verisini üstel yasa bağlamından analiz eden çalışmaları istatistiksel yöntem olarak iki ana kategoride toplamak mümkündür. Patent verisiyle üstel yasa testi için farklı disiplinlerde en sık görülen yöntem doğrusal regresyon ile bu verilerin analiz edilmesidir. Bu tip çalışmalarda patent verisi olarak patent sayısı, patent türlerine göre sınıflama, patentin başvuru sahibi veya telif hakkı sahibine göre analizler kullanılmaktadır. Patent verisinin hem coğrafi farklılıklar hem de sermaye ve emek faktörlerinin dağılımındaki eşitsizliklerden dolayı normal bir dağılıma bazı özel örnekler dışında sahip olmamasından dolayı üstel yasa ile analizi gerekli görülmektedir. Yenilik üretim sürecinin insanın yaratıcılığına dayanan fikir üretme ve bunu bilgiye dönüştürme unsuru vardır. Ayrıca bu üretilen bilginin uygulanabilir bir hale dönüştürülüp tescil edilmesi süreci ülkeden ülkeye farklılık gösteren uygulamalarla gerçekleştirilmektedir. Bu nedenle bilginin coğrafi olarak eşit dağılmadığını söylemek mümkündür. Bilginin iktisadi bir çıktıya dönüştürülmesi sürecinin verimli bir uygulama olarak gerçekleştirilmesindeki farklılıklar ve eşitsizlikler de patent üretimini coğrafi olarak eşitsiz dağılmasına neden olan önemli sebeplerden biridir. Tez çalışmasının bu bölümünde, patent üretiminin sayılan nedenlerle coğrafi olarak dağılımındaki eşitsizliklerin niceliksel olarak daha iyi anlaşılabilmesine katkı sunmak hedefiyle üstel yasa bağlamında analiz gerçekleştirilmiştir.

Patent verisi için üstel yasa analizi çerçevesini test eden çalışmaların bir kısmı, bu verileri diğer sosyoekonomik verilerle birlikte karşılaştırmalı olarak değerlendiren araştırmalardır. Kentsel ölçeklendirme analizi çerçevesinde patent verisinin değerlendirildiği çalışmalar bu tür çalışmalara örnek verilebilir (Ó hUallicháin, 1999; Batty, 2008; Balland vd., 2020; West, 2017; Lobo vd., 2013; Bettencourt vd., 2007).

Kentsel ölçeklendirme bağlamında patent verisi için üstel yasa analizi yapılan çalışmalarda patent verisinin doğrusal üstü (*superlinear*) bir ölçeği izlediği sonucu sıklıkla ulaşılmıştır. Straccamore vd. (2023) çalışmalarında patent verisini açıklanmış karşılaştırmalı üstünlükler yöntemi ile değerlendirmiştir. Carlino vd. (2007) patent üretiminin şehir büyüklükleri ile ilişkisini işgücü piyasası bağlamında incelemiş ve ABD şehirleri için nüfus yoğunluğunun yüksek olduğu bölgelerde patent üretiminin de yüksek olduğu sonucuna ulaşmıştır. O’Neale ve Hendy (2012) patent verisinin dağılımını coğrafi olarak üstel yasa bağlamında test etmiş ve ülke düzeyinde patent dağılımının üstel yasayı takip ettiğini göstermiştir.

Tez çalışmasının bu bölümünde 2014 yılı için 36 OECD ülkesinden elde edilen patent verisi ile üstel yasa analizi yapılmıştır. Bu analiz için tahmin yöntemi olarak Ençok Olabilirlik yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemle elde edilen katsayı değerleri uluslararası patent verisi için üstel yasanın geçerli olduğunu ortaya koymuştur.

#### 4.1. Veri ve Yöntem

##### 4.1.1. Veri

Patent dağılımının üstel yasa ile analizi için veri olarak uluslararası patent başvuru sayısını içeren de Rassenfosse vd. (2019) tarafından coğrafi olarak sınıflanmış veri kullanılmıştır. 1980-2014 yılları arasındaki şehir düzeyinde patent verisini içeren açık erişim bu veri setinden en güncel yıl olan 2014 yılı seçilmiştir. 2014 yılındaki benzersiz ilk patent başvuruları filtrelenmiş ve toplamda yaklaşık 18.8 milyon patent başvurusundan geriye 439.260 patent başvuru sayısı kalmıştır. Geriye kalan patent başvuru sayıları ülke düzeyinde toplanmış ve eksik veya tutarsız veriler çıkarıldığında Tablo 26’da gösterilen 36 ülke için toplamda 405.507 patent başvurusu değerlendirmeye dahil edilmiştir.

**Tablo 26 Veri Setine Dahil Edilen Ülkeler**

Almanya	Bulgaristan	G.Kore	İsviçre	Macaristan	Slovakya
ABD	Çekya	Hırvatistan	İtalya	Meksika	Slovenya
Avustralya	Danimarka	Hollanda	Japonya	Norveç	Şili
Avusturya	Estonya	İrlanda	Kanada	Polonya	Türkiye
Belçika	Finlandiya	İspanya	Letonya	Portekiz	Y. Zelanda
B.Krallık	Fransa	İsveç	Litvanya	Romanya	Yunanistan

Her bir ülke için patent başvuru sayısı olarak ülke sınırları içinde 2014 yılında kent-  
taşıra ayrımı yapılmaksızın toplam değerler alınmıştır. Veri setine dahil edilen 36  
ülkenin 2014 yılına ait patent başvuru sayılarına ait tanımlayıcı istatistikler Tablo  
27’de gösterilmiştir

**Tablo 27 Patent Başvuru Sayısına Dair Tanımlayıcı İstatistikler**

Değişken	Gözlem sayısı	Ortalama	Std. Sapma	Min.	Maks.	Çarpıklık	Basıklık
Patent Sayısı	36	11264.08	30030.69	7	128756	3.17	12.03

Patent başvuru sayısının Tablo 27’de görüleceği üzere yüksek standart sapma, çarpıklık ve basıklık değerlerine sahip olması nedeniyle üstel bir yasa izleyip izlemediğinin analizi gereklidir. Ülke düzeyinde patent başvuru sayısındaki yüksek farklılıklardan doğan bu durum bazı ülkelerin patent başvuru sayısının büyük bir kısmını oluşturmasından kaynaklanmaktadır. Bu nedenle uluslararası düzeyde patent dağılımının üstel yasa ile test edilmesi yeniliğin yoğunlaştığı coğrafi bölgeleri tespit etmek için de faydalı olacaktır.

#### 4.1.2. Yöntem

Üstel yasalar yıllar içinde birçok doğal olaylardan kaynaklanan veya beşeri etkileşim ile üretilen büyüklüklerin dağılımının ölçülmesinde kullanılmıştır. Bir üstel yasa, dağılımı üzerine hesaplama yapılan  $x$  değişkeni ve  $p(x)$  bu değişkenin olasılık dağılımı olmak üzere:

$$p(x) \sim x^{-\alpha} \quad (4.1)$$

şeklinde tanımlanır (Clauset vd., 2009). Burada  $\alpha$  değeri ölçeklendirme katsayısı olarak ifade edilmektedir. Üstel yasayı takip eden bir dağılımsal ilişkide her bir  $x$  değeri için yasa geçerli olabileceği gibi bazı durumlarda sadece minimum bir  $x$  değerinden büyük değerler için ( $x_{min}$ ) üstel yasa geçerli olabilir. Ayrıca üstel yasanın araştırıldığı değişkenlerin istatistiksel olarak sürekli veya kesikli değişkenler olmasına göre de hesaplama biçimleri değişmektedir. Üstel yasaları araştırırken en sık rastlanan hesaplama biçimi doğrusal regresyon ile tahmin yöntemidir. Bunun için 3.1 numaralı ilişkiden yola çıkarak doğrusal hale dönüştürülen üstel yasa ilişkisi aşağıdaki biçimi alır:

$$\log p(x) = \alpha \log x + c. \quad (4.2)$$

Üstel yasayı doğrusal regresyon ile analiz edilirken ölçeklendirme katsayısı  $\alpha$  hesaplanarak üstel yasa ilişkisinin istatistiksel ölçütü bulunur. Bu çalışmaya konu patent verisinin kesikli veri olmasından dolayı kesikli değişkenler için üstel yasa hesaplama biçimi benimsenmiştir. Kesikli değişkenler için hesaplama yaparken Clauset vd. (2009) tarafından özetlenen olasılık dağılımı:

$$p(x) = \Pr(X = x) = Cx^{-\alpha} \quad (4.3)$$

şeklindedir.  $x_{min} > 0$  olmak üzere normalize eden sabit hesaplandığında:

$$p(x) = \frac{x^{-\alpha}}{\zeta(\alpha, x_{min})} \quad (4.4)$$

elde edilmektedir. Burada Hurwitz zeta fonksiyonu:

$$\zeta(\alpha, x_{min}) = \sum_{n=0}^{\infty} (n + x_{min})^{-\alpha} \quad (4.5)$$

şeklindedir. Eğer rassal bir  $Y$  değişkeni  $Y = \ln X$  normal bir dağılıma sahipse, rassal bir  $X$  değişkeni log-normal dağılıma sahiptir. Normal dağılım için olasılık yoğunluk fonksiyonu:

$$f(y) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-(y-\mu)^2/2\sigma^2} \quad (4.6)$$

şeklindedir. Burada  $\mu$  ortalamayı,  $\sigma$  ise standart sapmayı ifade etmektedir. Buna göre log-normal dağılım için olasılık yoğunluk fonksiyonu:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma x} e^{-(\ln x - \mu)^2/2\sigma^2} \quad (4.7)$$

ifadesini alır. Log-normal dağılım için kümülatif dağılım fonksiyonu:

$$\Pr[X \geq x] = \int_{z=x}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma z} e^{-(\ln z - \mu)^2/2\sigma^2} dz \quad (4.8)$$

şeklinde ifade edilir (Mitzenmacher, 2004). Üstel yasa analizinde farklı disiplinlerde kullanılan istatistiki yöntemler çeşitlilik göstermektedir. Üstel yasa analizinde en sık kullanılan yöntemlerden biri 3.1'in her iki tarafının da logaritmik dönüşümü yapılarak görselleştirilmesidir. Daha sonra aynı özdeşliğin Sıradan En Küçük Kareler Yöntemi ile tahmin edilmesi ve bu tahminden elde edilen katsayıların yorumlanması ile üstel yasa analizi yapılabilmektedir. Tez çalışmasının bu bölümünde patent sayısının dağılımını uluslararası boyutta analiz etmek üzere, Clauset vd. (2009)'da önerilen Ençok Olabilirlik tahmin yöntemi kullanılmıştır. Bunun için öncelikle ülke düzeyinde

toplanan patent başvuru sayısı için  $x_{min}$  ve  $\alpha$  değerleri tahmin edilmiştir. Bu tahmin sürecinde:

$$\hat{\alpha} \cong 1 + n \left[ \sum_{i=1}^n \log \frac{x_i}{x_{min}-0.5} \right]^{-1} \quad (4.9)$$

eşitliği kullanılmaktadır.  $x_{min}$  yani üstel yasanın alt sınırı oluşturan değer hesaplanırken, veri ile tahmin edilen değerlerin kümülatif dağılım fonksiyonları arasındaki en yüksek uzaklık değeri yani Kolmogorov-Smirnov test istatistiği değerlendirilmektedir:

$$D = \max_{x \geq x_{min}} |S(x) - P(x)| \quad (4.10)$$

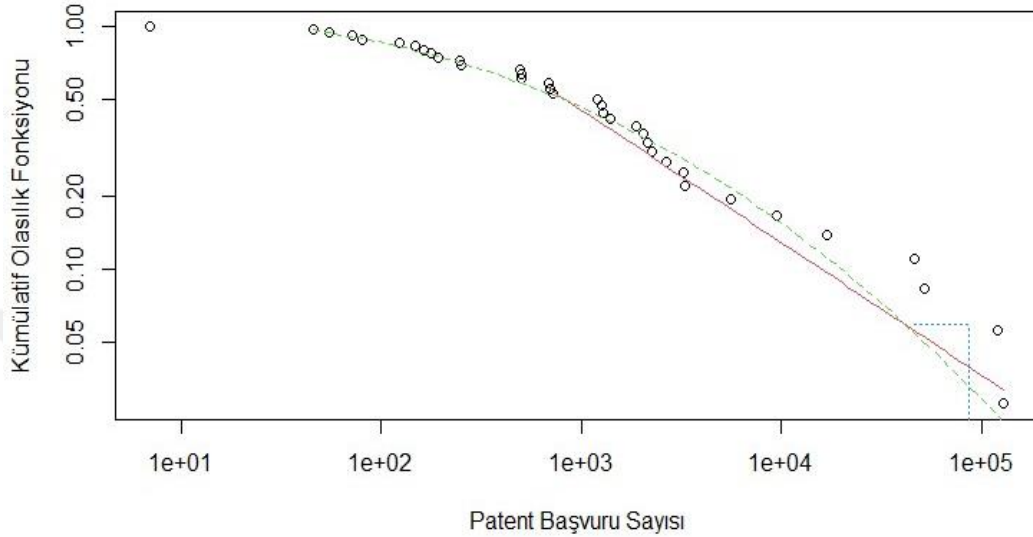
Bu eşitlikte  $S(x)$ , en az  $x_{min}$  değerine sahip gözlenen değerlerin kümülatif dağılım fonksiyonunu,  $P(x)$  ise  $x \geq x_{min}$  koşulunu sağlayan üstel yasa modelinin kümülatif dağılım fonksiyonunu ifade etmektedir. Buradan elde edilen  $D$ 'yi minimize eden  $x_{min}$  değeri,  $\widehat{x_{min}}$  tahmincisini vermektedir (Clauset vd., 2009). Alt sınır değeri hesaplandıktan sonra patent verisi ile üstel yasa arasındaki uyum iyiliği,  $p$  değeri ile hesaplanmıştır. Patent başvuru sayısının üstel yasa dışında log-normal dağılıma olası benzer nitelikler izlemesi nedeniyle bu iki dağılımın hangisinin patent verisinin dağılımına daha uygun olduğunu belirlemek üzere Vuong (1989) testi yapılmıştır. Hem dağılımları karşılaştırırken hem de üstel yasa alt sınırı belirlerken yeniden örnekleme (bootstrap) yöntemi kullanılmıştır. İstatistiksel analizler R programlama dilinde Gillespie (2015) tarafından geliştirilen *powerLaw* kütüphanesi kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

## 4.2. Ampirik Bulgular

Patent başvuru sayısının uluslararası düzeyde dağılımını üstel yasa bağlamında değerlendirirken, ilk aşamada veri setine dahil edilen 36 ülke için 2014 yılına ait toplam patent başvuru sayısı toplanmıştır. Üstel yasa analizinde sıklıkla başvuru olan şekilde bu toplam değerlerin sıklık dağılımına göre görsel analizi dağılım türleri arasında bir tercih yapabilmek adına fikir vermektedir. Şekil 17'de 2014 yılı için 36 ülkenin toplam patent başvuru sayılarının dağılımı gözlemlenmektedir. Şekil 17'de kesikli yeşil eğri ile gösterilen dağılım log-normal dağılımı göstermektedir. Kırmızı doğru ise üstel yasa dağılımının tahmin edilen değerlerini göstermektedir. Mavi kesikli eğri ise Poisson dağılımı göstermektedir. Şekil 17'den yapılabilecek ilk çıkarım

Poisson dağılımının patent başvuru sayısı için uygun bir dağılımı ifade etmediğidir. Log-normal ve üstel yasa dağılım açısından ise sadece görsele bakarak karar vermek doğru olmayacaktır fakat her iki dağılımın da patent başvuru sayısı için gözlemlenen değerleri yüksek oranda temsil ettiği ifade edilebilir.

**Şekil 17 Patent Başvuru Sayısının Ülke Düzeyinde Dağılımı**



Patent başvuru sayısının dağılımını için üstel yasa ve log-normal dağılım için değerlendirirken Şekil 17'den çıkarılacak bir diğer sonuç ise her iki dağılımın da patent başvuru sayısı için tüm değerleri içermediğidir. Bu nedenle üstel yasa rejiminin alt sınır değerinin ( $x_{min}$ ) hesaplanması yapılacak değerlerin test sonuçlarının isabetli olması için gereklidir. (3.6) kullanılarak hesaplanan  $x_{min}$  değeri yani üstel yasa alt sınırı 685 olarak hesaplanmıştır. Bu değer 685 patent başvurusundan az başvuruya sahip ülkeler için üstel yasa rejiminin geçerli olmadığı anlamına gelmektedir. Üstel yasanın ölçeklendirme parametresi olarak ifade edilen  $\alpha$  katsayısı ise 1.54 olarak hesaplanmıştır.  $x \geq x_{min}$  koşulu üstel yasa dağılımı için 21 ülke patent sayısı değeri için geçerlidir. Tablo 28'de üstel yasa ve log-normal dağılım için hesaplanan istatistikler özetlenmiştir.

**Tablo 28 Üstel Yasa ve Log-normal Dağılım Parametrelerinin Tahmin Sonuçları**

	$x_{min}$	$\alpha$	$x \geq x_{min}$	Uyum İyiliği
Üstel Yasa	685	1.54	21	0.12
Log-normal Dağılım	46	6.08, 2.74	35	0.09

Log-normal dağılım için alt sınır değeri üstel yasaya göre daha düşük hesaplanmıştır. Bu nedenle ülke düzeyindeki patent başvuru sayısı için log-normal dağılımda üstel yasaya göre daha fazla değer dağılım rejimi içinde yer almaktadır. Üstel yasa tahmin sonucu hesaplanan  $\alpha$  katsayısı, patent dağılımının ülke düzeyinde üstel yasayı takip ettiğini göstermektedir.

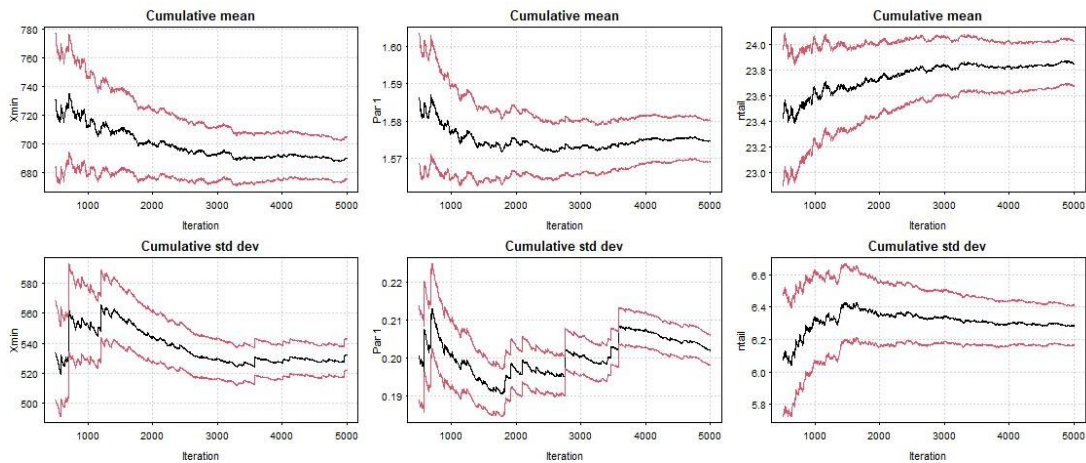
Üstel yasa analizinin alt sınır değerinin hesaplanmasından sonra parametrelerdeki belirsizliği gözlemlemek adına yeniden örnekleme (*bootstrap*) yöntemi uygulanmıştır. Şekil 18’de üstel yasa için 5000 kez yineleme sonucu %95 güven aralığında elde edilen parametre değerleri görülmektedir. Şekil 18 üst panelde parametrelerin (sırasıyla  $x_{min}$ ,  $\alpha$ ,  $x \geq x_{min}$ ) kümülatif ortalama değerleri için yapılan yineleme, alt panelde ise standart sapma değerleri için yeniden örnekleme sonuçları paylaşılmıştır. 5000 kez yineleme sonucu yeniden örnekleme ile hesaplanan üstel yasa parametreleri için standart sapma değerleri Tablo 29’da gösterilmiştir.

**Tablo 29 Üstel Yasa Parametrelerinin Yeniden Örnekleme (BS) Standart Sapmaları**

	$sd(x_{min})$	$sd(\alpha)$	$sd(x \geq x_{min})$	sd(uyum iyiliği)
Üstel Yasa (BS)	537	0.18	6.31	0.02

Ülke düzeyindeki patent başvuru sayısı için üstel yasa parametrelerinin standart sapmalarının yeniden örnekleme yöntemi ile hesaplanan değerleri, üstel yasa modeli için çok yüksek bir standart sapma probleminin olmadığını göstermektedir. Özellikle ölçeklendirme katsayısı için hesaplanan  $\alpha$  değeri ve modelin uyum iyiliği katsayısındaki düşük standart sapma değerleri tahmin elde edilen sonuçların yüksek güvenilirliğe sahip olduğunu belirtmektedir.

**Şekil 18 Üstel Yasa Parametreleri için Yeniden Örnekleme (Bootstrap) Değerleri**



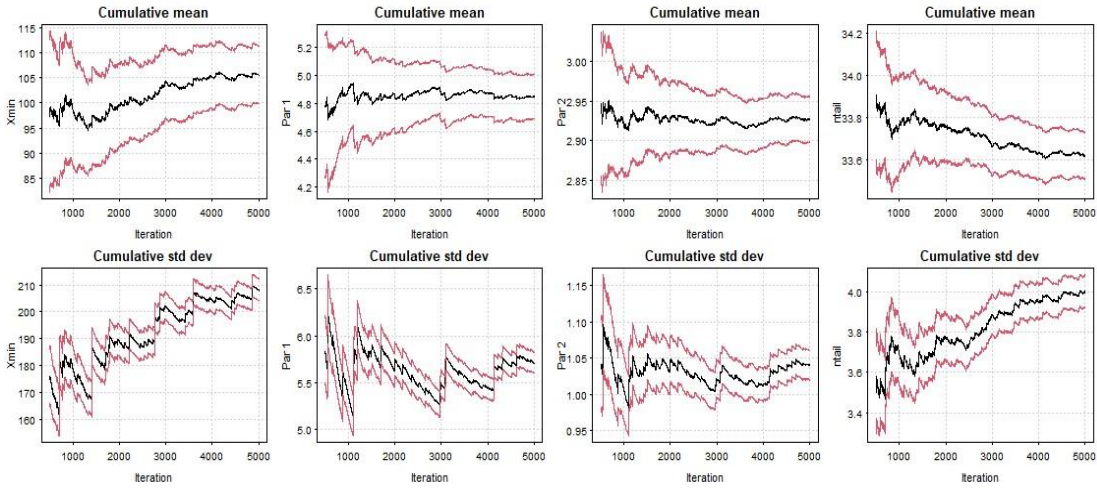
Şekil 19 log-normal dağılım için yeniden örnekleme değerlerini göstermektedir. Bu şekilde üst panelde log-normal dağılım parametreleri için kümülatif ortalama değerlerin 5000 kez yineleme sonucunda elde edilen değerlerini göstermektedir. Alt panelde ise log-normal parametrelerin standart sapmalarının yineleme prosedürü sonucu hesaplanan değerleri görülmektedir. Her iki panel için de %95 güven aralığı için değerler hesaplanmıştır. Log-normal dağılım için yeniden örnekleme yöntemi ile parametreler için hesaplanan standart sapma değerleri Tablo 30’da gösterilmiştir.

**Tablo 30 Log-normal Dağılım Parametrelerinin Yeniden Örnekleme (BS) Standart Sapmaları**

	$sd(x_{\min})$	$sd(\alpha)$	$sd(x \geq x_{\min})$	$sd(\text{uyum iyiliği})$
Log-normal (BS)	205.76	6.01	1.08	0.02

Ülke düzeyindeki patent başvuru sayısı için log-normal dağılım parametrelerinin standart sapmalarının yeniden örnekleme yöntemi ile hesaplanan değerleri, üstel yasa için hesaplanan değerlere benzer olarak düşük standart sapmaya sahiptir. Bu durum log-normal dağılım modelinde hesaplanan parametrelerin yüksek isabetle gerçek veriyi temsil ettiğini göstermektedir.

**Şekil 19 Log-normal Dağılım Parametreleri için Yeniden Örnekleme (Bootstrap) Değerleri**



Patent başvuru sayısının üstel yasayı takip edip etmediğini istatistiki olarak test etmek için uyum iyiliği hipotez testi (goodness-of-fit test) yeniden örnekleme yöntemi ile uygulanmıştır. Bu yöntemin uygulanmasında Clauset vd. (2009) tarafından önerilen süreç uygulanmıştır. Uyum iyiliği ölçümü için Kolmogorov-Smirnov istatistiği hesaplanmıştır. Daha sonra 5000 kez yineleme yapılarak üretilen sentetik veri ile KS istatistiği için olasılık değeri hesaplanmıştır. Bu test sonucu elde edilen  $p$  değeri üstel

yasanın geçerli olup olmadığı hipotezini doğrulamak üzere kullanılmaktadır. Hipotez testi özet olarak şu şekildedir:

$H_0$ : Patent sayısının dağılımı üstel yasayı takip etmektedir.

$H_1$ : Patent sayısının dağılımı üstel yasayı takip etmemektedir.

Clauset vd. (2009) hipotez testi için hesaplanan  $p$  değerinin büyük olması durumunda gerçek değerler ile modelden elde edilen tahminler arasındaki farklılıkların istatistiksel sapmalardan kaynaklanacağını,  $p$  değerinin yaklaşık olarak sıfır olması durumunda ise üstel yasanın model için uygun bir dağılım olmadığını belirtmektedir. Patent başvuru sayısının dağılımının üstel yasa için  $p$  değeri 0.65 olarak hesaplanmıştır. Bu değere göre  $p \geq 0.1$  olduğundan,  $H_0$  hipotezi kabul edilmektedir yani patent başvuru sayısı için üstel yasa geçerlidir.

Son olarak Şekil 4.1'den görsel olarak elde edilen fikirden hareketle üstel yasa ile log-normal dağılımlardan hangisinin patent başvuru sayısına daha uygun olduğunu test etmek üzere Vuong (1989) testi uygulanmıştır. Patent verisi için üstel yasa her kadar kabul edilmiş olsa da bu veri için daha iyi uyuma sahip bir alternatif dağılım olup olmadığını test etmek de gereklidir. Vuong testi Ençok Olabilirlik testine dayanan ve Kullback-Leibler bilgi kriterini kullanan bir model seçimi testi olarak özetlenebilir. Log-normal dağılım ile üstel yasa için alt sınır değerleri farklı değerler olduğundan modellerin karşılaştırmasının daha sağlıklı olması için öncelikle her iki dağılım için alt sınır değerleri üstel yasa alt sınır değerine eşitlenmiştir. Daha sonra her iki model için Ençok Olabilirlik oranı  $R$  hesaplanmıştır. Bu değer istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını test etmek üzere Vuong testi sonucu  $p$  değeri 0.67 olarak hesaplanmıştır. Tahminden elde edilen olasılık değerinin yüksek olması nedeniyle, patent verisi için log-normal veya üstel yasa arasındaki karşılaştırmada bir model diğerine göre tercih edilememektedir.

Patent başvuru sayısının dağılımının ülke düzeyinde üstel yasa bağlamında test edildiği bu bölümde, elde edilen sonuca göre yenilik, veri setine dahil ülkeler için uluslararası düzeyde üstel yasaya göre dağıldığı doğrulanmıştır. Ençok olabilirlik yöntemiyle 2014 yılı için tahmin sonucuna göre hesaplanan ölçeklendirme katsayısı  $\alpha$  üstel yasa için 1.54 olarak hesaplanmıştır. Bu değer yeniliğin doğrusal üstü bir şekilde dağıldığını göstermektedir. Erişilebilen patent verisinin coğrafi kapsamının artmasıyla birlikte, gelecekte yapılacak çalışmalarda, daha geniş veri setleri ile yeniliğin üstel

yasa analizi yapılabilir. Ayrıca yenilik patent verisi dışındaki yenilik göstergeleri için de üstel yasa analizleri genişletilerek uygulanabilir.



## 5. SONUÇ

Bu tez çalışmasında yeniliğin üretiminin iktisadi bağlamda coğrafi dağılımını niceliksel olarak daha iyi anlayabilmek hedefiyle karmaşık sistemler yaklaşımıyla analiz yapılmıştır. İktisadi açıdan teknolojik ilerleme, verimlilik artışı ve refah düzeyinin artırılması için yeniliğin üretilmesi ve iktisadi bir çıktıya dönüştürülmesi gereklidir. Bu nedenle bireysel, toplumsal ve siyasi açıdan yeniliğin teşvik edilmesi için çaba gösterilmektedir. Yeniliğin üretilmesi ve teknolojik bir ilerlemeye aracılık etmesi için bireyin yaratıcı bilişsel yeteneklerine ihtiyaç duyulması yanında modern dünyada sermaye yoğun ürünlerin üretilmesi için ar-ge yatırımları da gereklidir. Bireyim yaratıcı ve girişimci yönü ile kurumsal yenilik kültürü ve verimli yatırımlar ile yeniliğin üretilmesinde sağlanan başarılar iktisadi olarak başarı hikayelerinin gerçeğe dönüşmesini sağlayabilmektedir.

Yenilik üretimi sürecinde, hem fiziki hem de beşeri sermayenin rakip coğrafi bölgelere veya kurumlara göre bir karşılaştırmalı üstünlük sağlamak amacıyla yapılan yatırımların, her zaman teknolojik bir ilerlemeyi sağlamayacağı da göz önüne alınmalıdır. Yenilik iktisadi açısından bu durum *yenilik başarısızlığı* (innovation failure) kavramı ile açıklanabilir. Ar-ge yatırımlarındaki yetersizlikler, beşeri faktörlerin eğitimi ve organizasyonundaki eksiklikler, deneme-yanılma sürecindeki yavaşlıklar ve aksaklıklar, kurumsal kültürde yeniliğe bakış açısı ve uygulamadaki eksiklikler yenilik başarısızlığının nedenleri arasında sayılabilir.

Üstel yasa analizi karmaşık sistemler yazınında birçok farklı disiplin içinde doğal veya insan üretimi kavramların incelenmesinde kullanılmıştır. Yeniliğin coğrafi olarak dağılımının değerlendirilmesinde üstel yasa analizi, diğer birçok sosyoekonomik değişkenin analizinde olduğu gibi başvurulmaktadır. Bu çalışmada yeniliğin üretilmesini ve dağılımının karmaşık sistemler yaklaşımı ile değerlendirilmesi hedeflenmiştir. Coğrafi birim olarak şehir ve ülke düzeyinde yeniliğin dağılımının analiz edilmesi, bu kavramın dağılımında görülen bölgesel eşitsizliklerin ve yığılımların niceliksel olarak ortaya konması için gereklidir. Bu gereklilikten

hareketle tez çalışmasında, yenilik ölçütü olarak coğrafi birimlerde yapılan patent başvuru sayısı dikkate alınmıştır. Patent başvuruları ve tescilleri yeniliğin ispatlanabilir ve objektif bir uluslararası göstergesi olduğundan çalışmada patent verisi kullanılmıştır. Burada şunu belirtmek gerekir ki patent başvuru sayısı tek başına yeniliğin göstergesi olarak yeterli değildir. Bu durumun temel nedeni olarak patent verisine dayanan yenilik çalışmalarında, yeniliğin niteliği ve hem bireysel hem de kurumsal yapısı hakkında çok fazla bilgi içermemesi ifade edilebilir. Belirli bir zaman diliminde yapılan patent başvurularının tamamı radikal anlamda bir yeniliğe yol açmayan yasal veya teknik prosedürleri yerine getiren süreçleri de içerebilir. Bu nedenle patent verisi temelde yeniliğin sınırlı bir yönünü yansıtan bir gösterge olarak ele alınmalıdır. Fakat patent verisi diğer yenilik üretim unsurlarına göre görece daha erişilebilir olması nedeniyle yazında en sık kullanılan yenilik göstergesi olarak öne çıkmaktadır. Çalışmada patent verisi ve diğer sosyoekonomik göstergeler için açık erişim olarak ulaşılabilir veri setlerinden faydalanılmıştır.

Tez çalışmasının ilk bölümünde bir metinde geçen kelimelerin sıklık sayılarının üstel bir yasa takip ettiğini öneren Zipf yasası analizinin yenilik açısından test edilmesine odaklanılmıştır. Bunun için Zipf yasasının patent verisi ile test edilmesinde, ilk olarak yerel istatistiklere dayanan veri seti ile Türkiye örneği için uygulama yapılmıştır. Zipf yasasının en temel versiyonu kullanılan değerlendirme sonucunda Zipf yasası Türkiye şehirleri için doğrulanamamıştır. Fakat Zipf yasası testinden elde edilen ölçeklendirme katsayısı, patent verisinin Türkiye şehirleri için dağılımının üstel bir yasaı takip ettiği konusunda ön bir bilgi sağlamıştır. Bu bölümde ayrıca Türkiye örneğine ek olarak uluslararası düzeyde test de uygulanmıştır. Coğrafi farklılıklardan doğan yenilik üretimi düzeyleri arasındaki eşitsizlikler bu analizi gerekli kılmıştır. Zipf yasasının patent verisi ile uluslararası düzeyde testinde 1980-2014 yılları arasındaki patent başvuru sayıları 45 ülke için kümülatif olarak derlenmiş ve ekonometrik tahmin yapılmıştır. Tahmin sonucunda Zipf yasasının veri setine dahil edilen 45 ülke için doğrulanmadığı görülmüştür. Zipf yasası analizinin son parçası olarak veri setine dahil ülkelerden coğrafi olarak ölçeklendirme analizine uygun yeterli alt birimi olan ülkeler seçilerek şehir düzeyinde Zipf yasasının patent verisi ile testi gerçekleştirilmiştir. Şehir düzeyinde hesaplanan Zipf katsayı değerlerine göre Zipf yasası doğrulanamamıştır. Fakat Zipf katsayısı tahmininden elde edilen değerlerin, nüfusun ve iktisadi faaliyetlerin görece daha eşit dağıldığı Almanya, Avusturya gibi kıta Avrupası

ülkelerinde Zipf yasası değeri olan 1'e görece daha yakın olduğu sonucuna varılmıştır. Bu sonuç patent verisi sıra bazlı değerlendirilmesin tek başına yeterli olmayacağı düşüncesini oluşturmuştur.

Çalışmanın ikinci bölümünde patent başvuru sayısının dağılımının sosyoekonomik değişkenlerle dağılımsal ilişkisi analiz edilmiştir. Zipf yasası testinden elde edilen sonuçların patent verisi dağılımı ile nüfus ve iktisadi faaliyetlerin dağılımı arasında olası ilişkisi nedeniyle kentsel ölçeklendirme analizi yapılmıştır. Kentsel ölçeklendirme analizinde 2014 yılı için patent verisiyle birlikte hem ülke hem de şehir düzeyinde nüfus ve satın alma gücü paritesine göre düzenlenmiş gayri safi yurtiçi hasıla verileri kullanılmıştır. Ölçeklendirme yasalarının özel bir örneği olarak kentsel ölçeklendirme analizi için, coğrafi birim olarak, yazında en sık kullanılan fonksiyonel kentsel bölgeler tercih edilmiştir. Kentsel ölçeklendirme analizinin ilk kısmında 36 OECD ülkesi için toplam nüfus ve yurtiçi hasıla değerleri kullanılmıştır. Kullanılan bu toplam değerlerle ülke düzeyinde patentin kentsel ölçeklendirilmesinde temel eğilimlerin niceliksel olarak ifade edilmesi hedeflenmiştir. Ülke düzeyindeki testler sonucu hesaplanan ölçeklendirme katsayıları veri setine dahil ülkeler için gelirin nüfusa göre yaklaşık olarak doğrusal dağıldığını, patentin ise hem nüfusa hem de gelire göre doğrusal üstü dağıldığını göstermiştir. Bu sonuç ülke düzeyinde patent üretiminin eşitsiz dağılımının ve yığılaşmasının niceliksel olarak ifadesidir.

Kentsel ölçeklendirme analizinin ikinci alt kısmı, 624 fonksiyonel kentsel bölge (OECD metropol bölgeleri) için patent verisi, nüfus ve gayri safi yurtiçi hasıla arasındaki dağılımsal ilişkinin incelenmesinden oluşmaktadır. Fonksiyonel kentsel bölge test sonuçlarına göre kent düzeyinde nüfus ile yurtiçi hasıla arasındaki ilişkinin yaklaşık olarak doğrusal bir şekilde dağıldığını göstermektedir. Hesaplanan bu katsayı değeri, ülke düzeyindeki toplam değerlerle hesaplanan ölçeklendirme katsayısına yakın bir değeri ifade etmektedir. Patent verisinin ve dolayısıyla yeniliğin kent düzeyinde nüfusun yaklaşık olarak doğrusal ve GSYH'ye göre dağılımı ise doğrusal üstü dağılım aralığında hesaplanmıştır. Kentsel bölgeler ile ülke düzeyindeki toplam patent verisi açısından ölçeklendirme katsayıları arasındaki ilişkide ilgi çekici bulgu ise, kentsel katsayıların ülke düzeyindeki katsayılardan görece düşük olmasıdır. Bu durumun temel nedeni olarak OECD metropol bölgeleri arasındaki patent üretimindeki eşitsizliğin ülkeler arasındaki eşitsizliğe göre daha düşük olması öne sürülebilir. Gelecekte bu alanda yapılacak çalışmalarda, metropol bölgelerin yanı sıra diğer

büyükteki coğrafi birimler için ülke sınırı gözetmeksizin yapılacak analizler ilgili yazına katkı sağlayabilir. Ayrıca veri toplamadaki ve kullanımındaki sağlanan gelişmelerle birlikte metropol kent bölgeleri dışında kalan daha küçük ölçekli bölgelerin ölçeklendirme yasaları ile iktisadi bakış açısından değerlendirilmesi ölçeğe göre getiri analizi açısından fayda sağlayabilir.

Çalışmanın son bölümünde yeniliğin üstel yasa (*power law*) ile analizi yapılmıştır. Üstel yasa analizi için 2014 yılı toplam patent başvuru sayısı ülke düzeyinde derlenmiştir. Tez çalışmasından kullanılan veri setinin yaklaşık 30 milyonluk devasa bir gözlem sayısını içermesi nedeniyle hem verinin temizlenmesi hem de ilgili değişkenlerin seçilip analize hazır hale getirilmesi süreci yoğun bir çaba gerektirmiştir. Ayrıca analize hazır hale getirilen verinin yaklaşık 18 milyon gözlem içermesi nedeniyle ekonometrik olarak analizi de her bir alt model için uzun saatler almıştır. Bu açıdan analizin gerçekleştirildiği bilgisayarların işlemci kapasitesi bir sınırlılık oluşturmaktadır. Çalışmada kullanılan veri setinin ve yazılımın yüksek bir işlemci kapasitesi gerektirmesi nedeniyle veri setinin işlenmesi standart ekonometrik modellere göre görece daha uzun zaman almıştır. Bu tip büyük veri olarak nitelenebilecek veri setlerinin üstel yasa kapsamında analiz edilmesi sürecinde, bilgisayar bilimi alanındaki veri işleme sürecini hızlandıran gelişmelerle birlikte, gelecekte daha kapsamlı analizlerin daha kısa sürede yapılmasını sağlaması beklenilebilir. Veri setine dahil edilen 36 ülke için Ençok Olabilirlik yöntemi ile ekonometrik tahmin yapılmıştır. Üstel yasa analizinde patent dağılımını değerlendirirken bu dağılımın alt sınır değeri hesaplanmıştır. Bu alt sınır değerine göre 21 ülke için patent verisi üstel yasa dağılımına dahildir. Ayrıca üstel yasanın patent verisi için geçerli olduğu hipotez testi doğrulanmış ve ölçeklendirme parametresi  $\alpha$  üstel yasa için 1.54 olarak hesaplanmıştır. Bu doğrusal üstü katsayı değeri patent dağılımının ülke düzeyinde 2014 yılı için üstel yasayı takip ettiğini göstermektedir. Üstel yasa tahmini ile birlikte alternatif dağılım türlerinden log-normal dağılım da incelenmiş ve bu dağılım türünün de üstel yasa ile birlikte patent verisinin dağılımında birbirine tercih edilmesi mümkün olmamıştır. Bu açıdan gelecekte yapılacak çalışmalarda patent verisinin coğrafi birim olarak farklı seviyelerde test edilmesi anlamlı katkılar sağlayabilir. Ayrıca yenilik göstergesi olarak patent verisi dışındaki unsurların niceliksel etkilerinin üstel yasa bağlamında analizi de yeniliğin coğrafi dağılımı açısından daha ayrıntılı çıkarımlar yapabilmeyi olanaklı hale getirecektir.

## KAYNAKÇA

- Adamic, L.A., Huberman, B. (2002). Zipf's law and the Internet, *Glottometrics*. 3, 143-150.
- Adel, M. E. (2021). Zipf's Law Applications in Patent Landscape Analysis. *World Patent Information*, 64, 102012. <https://doi.org/10.1016/j.wpi.2020.102012>
- Albarrán, P., Crespo, J. A., Ortuño, I., & Ruiz-Castillo, J. (2011). The Skewness of Science in 219 Sub-Fields and a Number of Aggregates. *Scientometrics*, 88(2), 385–397. <https://doi.org/10.1007/s11192-011-0407-9>
- Arbesman, S., Kleinberg, J. M., & Strogatz, S. H. (2009). Superlinear scaling for innovation in cities. *Physical Review E*, 79(1). <https://doi.org/10.1103/physreve.79.016115>
- Arcaute, E., Hatna, E., Ferguson, P., Youn, H., Johansson, A., & Batty, M. (2015). Constructing Cities, Deconstructing Scaling Laws. *Journal of the Royal Society Interface*, 12(102), 20140745. <https://doi.org/10.1098/rsif.2014.0745>
- Auerbach, F. (1913). Das Gesetz der Bevölkerungskonzentration. *Petermanns Geographische Mitteilungen*. 59: 74–76.
- Aurélié, L., & Martin, Z. (2020). From Gibrat's law to Zipf's law through cointegration? *Economics Letters*, 192, 109211. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2020.109211>
- Axtell, R. L. (2001). Zipf Distribution of U.S. Firm Sizes. *Science*, 293(5536), 1818–1820. <https://doi.org/10.1126/science.1062081>
- Balland, P. A., Jara-Figueroa, C., Petralia, S. G., Steijn, M. P. A., Rigby, D. L., & Hidalgo, C. A. (2020). Complex Economic Activities Concentrate in Large Cities. *Nature Human Behaviour*, 4(3), 248–254. <https://doi.org/10.1038/s41562-019-0803-3>
- Batty, M. (2008). The Size, Scale, and Shape of Cities. *Science*, 319(5864), 769–771. <https://doi.org/10.1126/science.1151419>
- Bettencourt, L. M. A., & Lobo, J. (2016). Urban scaling in Europe. *Journal of the Royal Society Interface*, 13(116), 20160005. <https://doi.org/10.1098/rsif.2016.0005>
- Bettencourt, L. M. A., Lobo, J., Helbing, D., Kühnert, C., & West, G. B. (2007). Growth, Innovation, Scaling, and The Pace of Life in Cities. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(17), 7301–7306. <https://doi.org/10.1073/pnas.0610172104>
- Bettencourt, L. M. A., Lobo, J., Strumsky, D., & West, G. B. (2010). Urban Scaling and Its Deviations: Revealing the Structure of Wealth, Innovation and Crime across Cities. *PLoS ONE*, 5(11), e13541. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0013541>

- Bettencourt, L. M. A., Yang, V. C., Lobo, J., Kempes, C. P., Rybski, D., & Hamilton, M. J. (2020). The Interpretation of Urban Scaling Analysis in Time. *Journal of the Royal Society Interface*, 17(163), 20190846. <https://doi.org/10.1098/rsif.2019.0846>
- Bettencourt, L., & West, G. (2010). A Unified Theory of Urban Living. *Nature*, 467(7318), 912–913. <https://doi.org/10.1038/467912a>
- Bradford, S. C. (1934). Sources of Information on Specific Subjects. *Engineering*, 137:85-86.
- Broekel, T., Kneuepling, L., & Mewes, L. (2023). Boosting, Sorting and Complexity—Urban Scaling of Innovation Around The World. *Journal of Economic Geography*, 23(5), 979–1016. <https://doi.org/10.1093/jeg/lbad006>
- Burger, J. R., Okie, J. G., Hatton, I. A., Weinberger, V. P., Shrestha, M., Liedtke, K. J., Be, T., Cruz, A. R., Feng, X., Hinojo-Hinojo, C., Kibria, A. S. M. G., Ernst, K. C., & Enquist, B. J. (2022). Global City Densities: Re-Examining Urban Scaling Theory. *Frontiers in Conservation Science*, 3. <https://doi.org/10.3389/fcosc.2022.879934>
- C. Barry Pfitzner, T. M. T. (2017). Are Cities in Vietnam Distributed According to Zipf? *Journal of Economics and Development Studies*, 5(1). <https://doi.org/10.15640/jeds.v5n1a1>
- Carlino, G. A., Chatterjee, S., & Hunt, R. M. (2007). Urban Density and The Rate of Invention. *Journal of Urban Economics*, 61(3), 389–419. <https://doi.org/10.1016/j.jue.2006.08.003>
- Clauset, A., Shalizi, C. R., & Newman, M. E. J. (2009). Power-Law Distributions in Empirical Data. *SIAM Review*, 51(4), 661–703. <https://doi.org/10.1137/070710111>
- Corominas-Murtra, B., Seoane, L. F., & Solé, R. (2018). Zipf's Law, unbounded complexity and open-ended evolution. *Journal of the Royal Society Interface*, 15(149), 20180395. <https://doi.org/10.1098/rsif.2018.0395>
- Cristelli, M., Batty, M., & Pietronero, L. (2012). There is More Than a Power Law in Zipf. *Scientific Reports*, 2(1). <https://doi.org/10.1038/srep00812>
- de Rassenfosse, G., Kozak, J., & Seliger, F. (2019). Geocoding of Worldwide Patent Data. *Scientific Data*, 6(1). <https://doi.org/10.1038/s41597-019-0264-6>
- Decker, E. H., Elliott, S., Smith, F. A., Blake, D. R., & Rowland, F. S. (2000). Energy and Material Flow Through the Urban Ecosystem. *Annual Review of Energy and the Environment*, 25(1), 685–740. <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.25.1.685>
- Deliktaş, E., Önder, A. Z., & Karadag, M. (2013). The Size Distribution of Cities and Determinants of City Growth in Turkey. *European Planning Studies*, 21(2), 251–263. <https://doi.org/10.1080/09654313.2012.722922>
- Denisov, S. (1997). Fractal binary sequences: Tsallis thermodynamics and the Zipf law. *Physics Letters A*, 235(5), 447–451. [https://doi.org/10.1016/s0375-9601\(97\)00688-9](https://doi.org/10.1016/s0375-9601(97)00688-9)

- Domini, G., Grazzi, M., Moschella, D., & Treibich, T. (2022). For whom the bell tolls: The firm-level effects of automation on wage and gender inequality. *Research Policy*, 51(7), 104533. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2022.104533>
- Dreyer, O., & Puzio, R. (2001). Allometric Scaling in Animals and Plants. *Journal of Mathematical Biology*, 43(2), 144–156. <https://doi.org/10.1007/s002850170001>
- Drucker, P. (1993). *Innovation and Entrepreneurship*. Routledge.
- Duran, H. E., & Özkan, S. P. (2015). Trade Openness, Urban Concentration and City-Size Growth in Turkey. *Regional Science Inquiry*, 7(1), 35-46.
- Duranton, G. (2006). Some foundations for Zipf's law: Product proliferation and local spillovers. *Regional Science and Urban Economics*, 36(4), 542–563. <https://doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2006.03.008>
- Duranton, G., & Puga, D. (2001). Nursery Cities: Urban Diversity, Process Innovation, and the Life Cycle of Products. *American Economic Review*, 91(5), 1454–1477. <https://doi.org/10.1257/aer.91.5.1454>
- Eeckhout, J. (2004). Gibrat's Law for (All) Cities. *American Economic Review*, 94(5), 1429–1451. <https://doi.org/10.1257/0002828043052303>
- Faloutsos, M., Faloutsos, P., & Faloutsos, C. (1999). On power-law relationships of the Internet topology. *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, 29(4), 251–262. <https://doi.org/10.1145/316194.316229>
- Fedorowicz, J. (1982). The Theoretical Foundation of Zipf's Law and Its Application to the Bibliographic Database Environment. *Journal of the American Society for Information Science*, 33(5), 285–293. <https://doi.org/10.1002/asi.4630330507>
- Fernholz, R. T., & Fernholz, R. (2020). Zipf's law for atlas models. *Journal of Applied Probability*, 57(4), 1276–1297. <https://doi.org/10.1017/jpr.2020.64>
- Florida, R. (2002). *The Rise of the Creative Class: And How It's Transforming Work, Leisure, Community and Everyday Life*.
- Friedman, J. A. (2014). Using Power Laws to Estimate Conflict Size. *Journal of Conflict Resolution*, 59(7), 1216–1241. <https://doi.org/10.1177/0022002714530430>
- Fritsch, M., & Wyrwich, M. (2021). Is Innovation (Increasingly) Concentrated in Large Cities? An International Comparison. *Research Policy*, 50(6), 104237. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2021.104237>
- Gabaix, X. (1999). Zipf's Law and the Growth of Cities. *The American Economic Review*, 89(2), 129–132. <https://doi.org/10.1257/aer.89.2.129>
- Gabaix, X., Ioannides, Y. (2004). The evolution of city size distributions, ch. 53, p. 2341-2378 in Henderson, J. V. and Thisse, J. F. eds., *Handbook of Regional and Urban Economics*, vol. 4, Elsevier.
- Galton, F. (1889). *Natural Inheritance*.
- Giesen, K., & Sudekum, J. (2010). Zipf's Law for Cities in The Regions and The Country. *Journal of Economic Geography*, 11(4), 667–686. <https://doi.org/10.1093/jeg/lbq019>

- Giller, G. L. (2013). Further Beyond Zipf's Law: An Empirically Useful Augmentation of the Zipf-Mandelbrot Law. SSRN Electronic Journal. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2227003>
- Gillespie, C. S. (2015). Fitting Heavy Tailed Distributions: The powerLaw Package. *Journal of Statistical Software*, 64(2), 1–16. <https://doi.org/10.18637/jss.v064.i02>
- Goldstein, G., & Gronberg, T. (1984, July). Economies of scope and economies of agglomeration. *Journal of Urban Economics*, 16(1), 91–104. [https://doi.org/10.1016/0094-1190\(84\)90052-4](https://doi.org/10.1016/0094-1190(84)90052-4)
- Gomez-Lievano, A., Patterson-Lomba, O., & Hausmann, R. (2016). Explaining the Prevalence, Scaling and Variance of Urban Phenomena. *Nature Human Behaviour*, 1(1). <https://doi.org/10.1038/s41562-016-0012>
- Gomez-Lievano, A., Youn, H., & Bettencourt, L. M. A. (2012). The Statistics of Urban Scaling and Their Connection to Zipf's Law. *PLoS ONE*, 7(7), e40393. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0040393>
- González-Val, R. (2012). A Nonparametric Estimation of the Local Zipf Exponent for all US Cities. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 39(6), 1119–1130. <https://doi.org/10.1068/b37182>
- Gudipudi, R., Fluschnik, T., Ros, A. G. C., Walther, C., & Kropp, J. P. (2016). City Density and CO2 Efficiency. *Energy Policy*, 91, 352–361. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.01.015>
- Harremoës, P., & Topsoe, F. (2005). Zipf's law, hyperbolic distributions and entropy loss. *Electronic Notes in Discrete Mathematics*, 21, 315–318.
- Hautala, J., & Jauhiainen, J. S. (2014). Spatio-temporal Processes of Knowledge Creation. *Research Policy*, 43(4), 655–668. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2014.01.002>
- Hémous, D., & Olsen, M. (2022). The Rise of the Machines: Automation, Horizontal Innovation, and Income Inequality. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 14(1), 179–223. <https://doi.org/10.1257/mac.20160164>
- Hinloopen, J., & van Marrewijk, C. (2006). Comparative Advantage, the Rank-Size Rule, and Zipf's Law. SSRN Electronic Journal. <https://doi.org/10.2139/ssrn.943370>
- Holland, J.H., Miller, J.H. (1991), Artificial Adaptive Agents in Economic Theory, *American Economic Review*, 81 (2): 365-71, <https://EconPapers.repec.org/RePEc:aea:aecrev:v:81:y:1991:i:2:p:365-71>.
- Ioannides, Y. M., & Overman, H. G. (2003). Zipf's law for cities: an empirical examination. *Regional Science and Urban Economics*, 33(2), 127–137. [https://doi.org/10.1016/s0166-0462\(02\)00006-6](https://doi.org/10.1016/s0166-0462(02)00006-6)
- Jewkes, J., Sawers, D., & Stillerman, R. (1958). *The Sources of Invention*. Palgrave-MacMillan.
- Kirby, G. (1985). Zipf's Law. *UK Journal of Naval Science*. 10(3), 180-185.
- Kleiber, M. (1932). Body size and metabolism. *Hilgardia*, 6(11), 315–353. <https://doi.org/10.3733/hilg.v06n11p315>

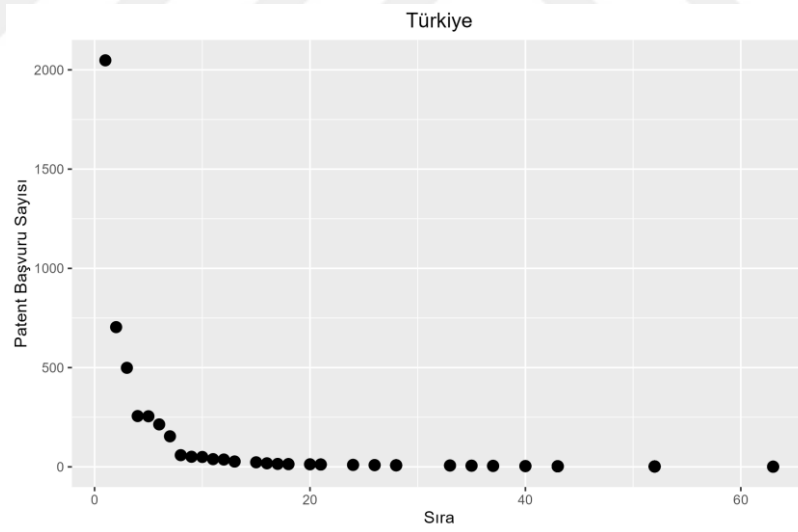
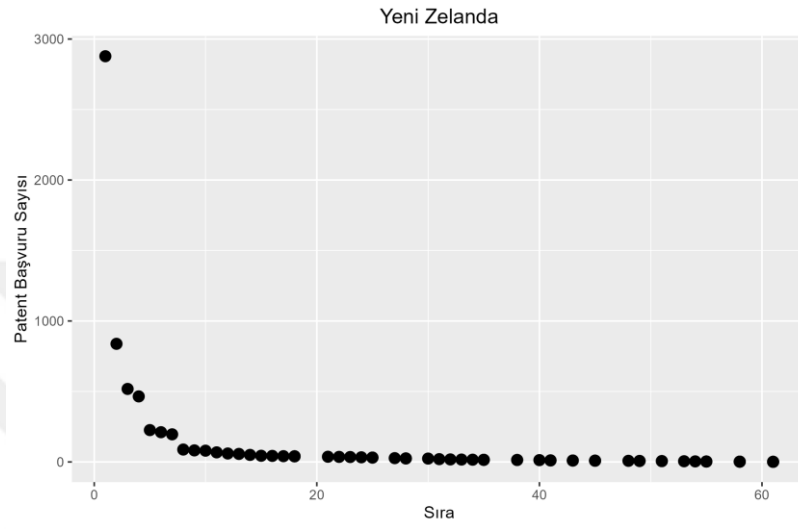
- Kline, S. J. (1985). Innovation Is Not a Linear Process. *Research Management*, 28(4), 36–45. <https://doi.org/10.1080/00345334.1985.11756910>
- Krugman, P. (1996). Confronting the Mystery of Urban Hierarchy. *Journal of the Japanese and International Economies*, 10(4), 399–418. <https://doi.org/10.1006/jjie.1996.0023>
- Lei, W., Jiao, L., Xu, G., & Zhou, Z. (2021). Urban Scaling in Rapidly Urbanising China. *Urban Studies*, 59(9), 1889–1908. <https://doi.org/10.1177/00420980211017817>
- Leitão, J. C., Miotto, J. M., Gerlach, M., & Altmann, E. G. (2016). Is This Scaling Nonlinear? *Royal Society Open Science*, 3(7), 150649. <https://doi.org/10.1098/rsos.150649>
- Lengyel, B., Bokányi, E., Di Clemente, R., Kertész, J., & González, M. C. (2020). The role of geography in the complex diffusion of innovations. *Scientific Reports*, 10(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-72137-w>
- Lobo, J., Bettencourt, L. M. A., Strumsky, D., & West, G. B. (2013). Urban Scaling and the Production Function for Cities. *PLoS ONE*, 8(3), e58407. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0058407>
- Lotka, A. J. (1926). The Frequency Distribution of Scientific Productivity. *Journal of the Washington Academy of Sciences*, 16(12), 317–323. <http://www.jstor.org/stable/24529203>
- Manaeva, I. (2019). Distribution of Cities in Federal Districts of Russia: Testing of the Zipf Law. *Economy of Region*, 15(1), 84–98. <https://doi.org/10.17059/2019-1-7>
- Mandelbrot, B. (1965). Information Theory and Psycholinguistics: A Theory of Word Frequencies. In *Readings in Mathematical Social Science* edited by P. F. Lazarsfeld and N. W. Henry, 350–368. Science Research Associates.
- Mega, M. S., Allegrini, P., Grigolini, P., Latora, V., Palatella, L., Rapisarda, A., & Vinciguerra, S. (2003). Power-Law Time Distribution of Large Earthquakes. *Physical Review Letters*, 90(18). <https://doi.org/10.1103/physrevlett.90.188501>
- Mewes, L. (2019). Scaling of Atypical Knowledge Combinations in American Metropolitan Areas from 1836 to 2010. *Economic Geography*, 95(4), 341–361. <https://doi.org/10.1080/00130095.2019.1567261>
- Mitchell, M. (2009). *Complexity*. Oxford University Press.
- Mitzenmacher, M. (2004). A Brief History of Generative Models for Power Law and Lognormal Distributions. *Internet Mathematics*, 1(2), 226–251. <https://doi.org/10.1080/15427951.2004.10129088>
- Moura, N. J., & Ribeiro, M. B. (2006). Zipf law for Brazilian cities. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 367, 441–448. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2005.11.038>
- Newman, M. (2005). Power Laws, Pareto Distributions and Zipf's Law. *Contemporary Physics*, 46(5), 323–351. <https://doi.org/10.1080/00107510500052444>
- Newman, P. W. G., & Kenworthy, J. R. (1989). Gasoline Consumption and Cities. *Journal of the American Planning Association*, 55(1), 24–37. <https://doi.org/10.1080/01944368908975398>

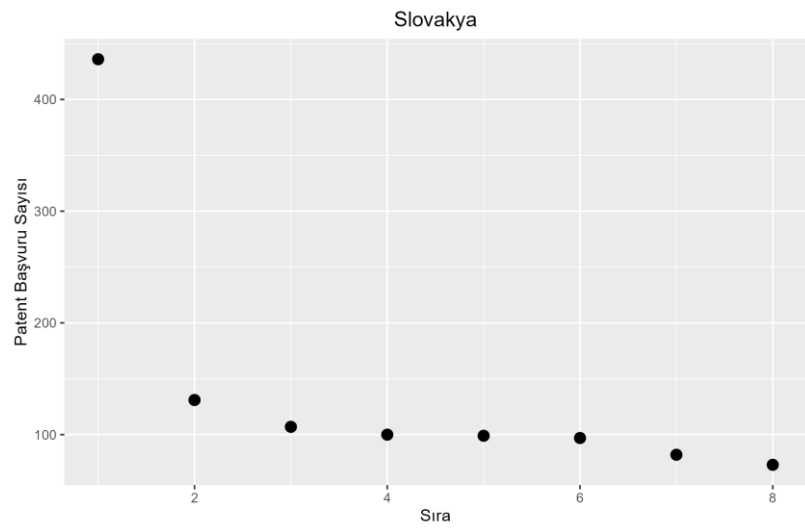
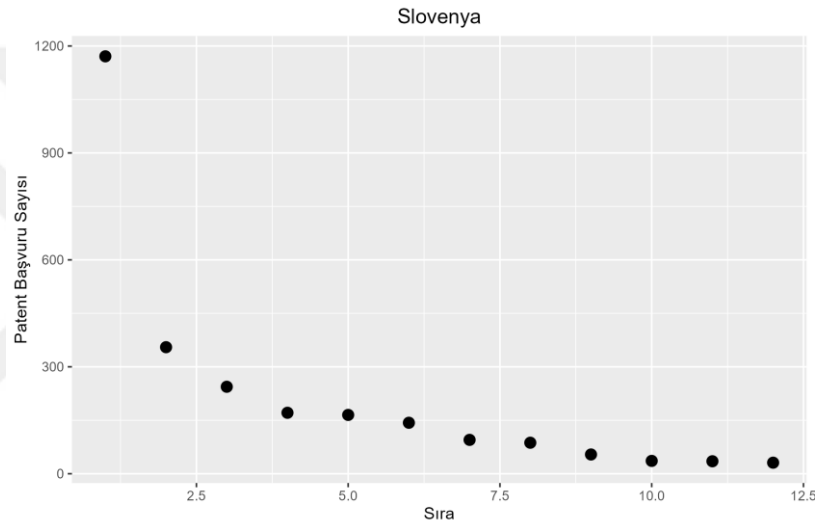
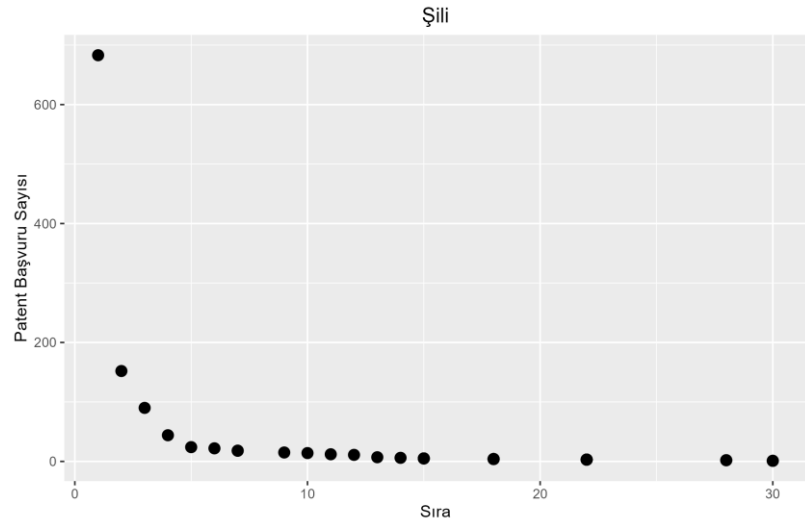
- Nordbeck, S. (1971). Urban Allometric Growth. *Geografiska Annaler: Series B, Human Geography*, 53(1), 54–67. <https://doi.org/10.1080/04353684.1971.11879355>
- Norman, J., MacLean, H. L., & Kennedy, C. A. (2006). Comparing High and Low Residential Density: Life-Cycle Analysis of Energy Use and Greenhouse Gas Emissions. *Journal of Urban Planning and Development*, 132(1), 10–21. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)0733-9488\(2006\)132:1\(10\)](https://doi.org/10.1061/(asce)0733-9488(2006)132:1(10))
- Ó hUallcháin, B. (1999). Patent Places: Size Matters. *Journal of Regional Science*, 39(4), 613–636. <https://doi.org/10.1111/0022-4146.00152>
- O’Neale, D. R. J., & Hendy, S. C. (2012). Power Law Distributions of Patents as Indicators of Innovation. *PLoS ONE*, 7(12), e49501. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0049501>
- Ortman, S. G., Cabaniss, A. H. F., Sturm, J. O., & Bettencourt, L. M. A. (2014). The Pre-History of Urban Scaling. *PLoS ONE*, 9(2), e87902. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0087902>
- Pareto, V. (1896). *Cours d’économie Politique* Professé à l’Université de Lausanne.
- Prettner, K., & Strulik, H. (2020). Innovation, automation, and inequality: Policy challenges in the race against the machine. *Journal of Monetary Economics*, 116, 249–265. <https://doi.org/10.1016/j.jmoneco.2019.10.012>
- Pumain, D., Paulus, F., Vacchiani-Marcuzzo, C., & Lobo, J. (2006). An evolutionary theory for interpreting urban scaling laws. *Cybergeo*. <https://doi.org/10.4000/cybergeo.251>
- Ribeiro, H. V., Oehlers, M., Moreno-Monroy, A. I., Kropp, J. P., & Rybski, D. (2021). Association between population distribution and urban GDP scaling. *PLOS ONE*, 16(1), e0245771. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0245771>
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of Innovations*, 5th Edition. Simon and Schuster.
- Rosen, K. T., & Resnick, M. (1980). The Size Distribution of Cities: An Examination of The Pareto Law and Primacy. *Journal of Urban Economics*, 8(2), 165–186. [https://doi.org/10.1016/0094-1190\(80\)90043-1](https://doi.org/10.1016/0094-1190(80)90043-1)
- Rozenfeld, H. D., Rybski, D., Gabaix, X., & Makse, H. A. (2011). The Area and Population of Cities: New Insights from a Different Perspective on Cities. *American Economic Review*, 101(5), 2205–2225. <https://doi.org/10.1257/aer.101.5.2205>
- Rutten, R. (2016). Beyond proximities. *Progress in Human Geography*, 41(2), 159–177. <https://doi.org/10.1177/0309132516629003>
- Samaniego, H., & Moses, M. E. (2008). Cities as Organisms: Allometric Scaling of Urban Road Networks. *Journal of Transport and Land Use*, 1(1). <https://doi.org/10.5198/jtlu.v1i1.29>
- Sayama, H. (2015). *Introduction to the Modeling and Analysis of Complex Systems*. Open SUNY Textbooks.
- Schumpeter, J. A. (1939). *Business Cycles*. McGraw-Hill.
- Simon, H. A. (1955). On a Class of Skew Distribution Functions. *Biometrika*, 42(3/4), 425. <https://doi.org/10.2307/2333389>

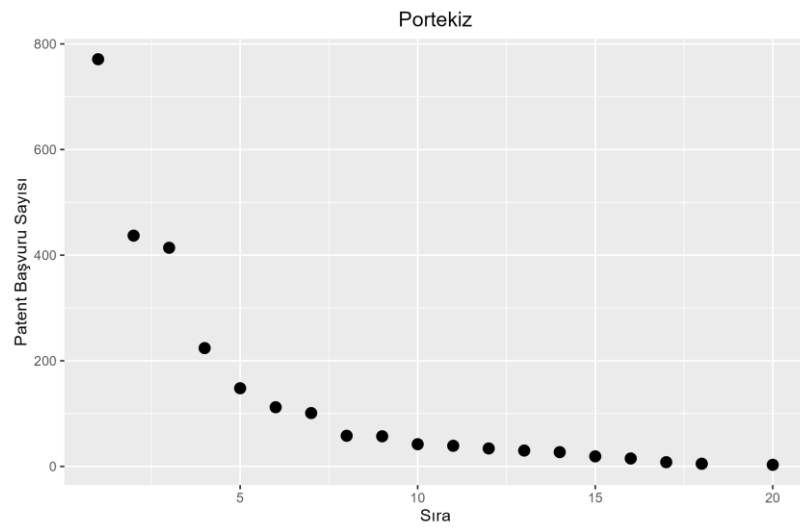
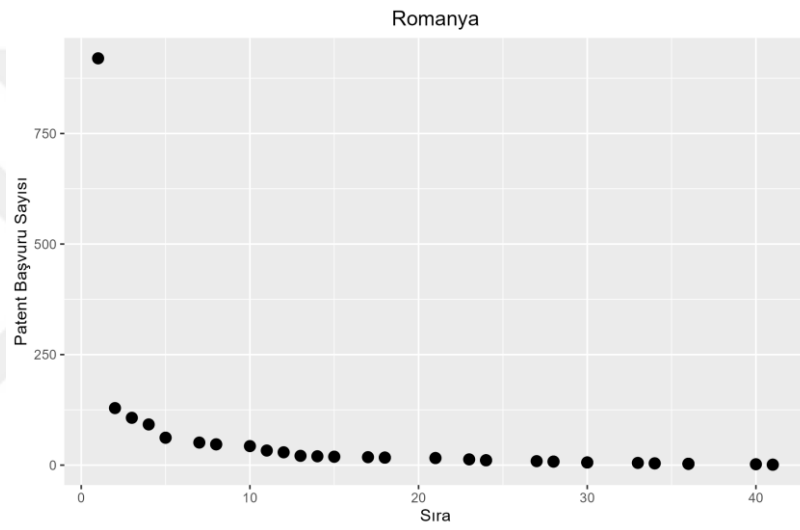
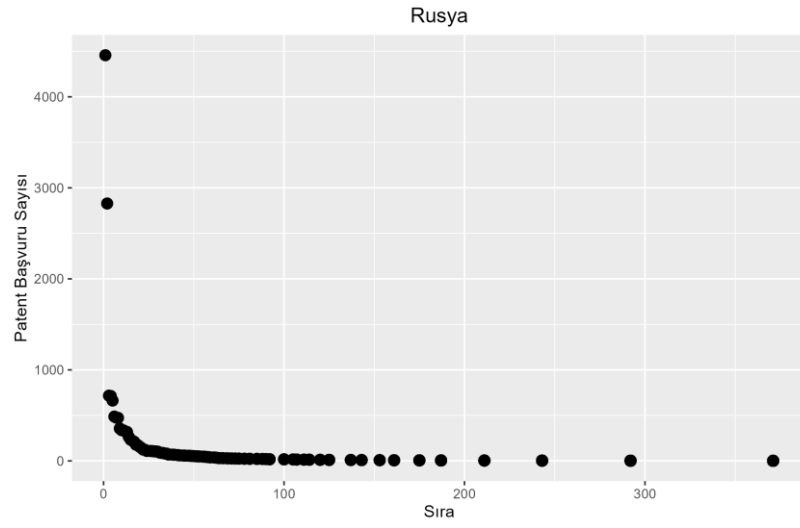
- Soo, K. T. (2005). Zipf's Law for Cities: A Cross-Country Investigation. *Regional Science and Urban Economics*, 35(3), 239–263. <https://doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2004.04.004>
- Soo, K. T. (2007). Zipf's Law and Urban Growth in Malaysia. *Urban Studies*, 44(1), 1–14. <https://doi.org/10.1080/00420980601023869>
- Stanley, M. H., Buldyrev, S. V., Havlin, S., Mantegna, R. N., Salinger, M. A., & Eugene Stanley, H. (1995). Zipf plots and the size distribution of firms. *Economics Letters*, 49(4), 453–457. [https://doi.org/10.1016/0165-1765\(95\)00696-d](https://doi.org/10.1016/0165-1765(95)00696-d)
- Straccamore, M., Bruno, M., Monechi, B., & Loreto, V. (2023). Urban Economic Fitness and Complexity from Patent Data. *Scientific Reports*, 13(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-30649-1>
- Tria, F., Loreto, V., & Servedio, V. (2018). Zipf's, Heaps' and Taylor's Laws are Determined by the Expansion into the Adjacent Possible. *Entropy*, 20(10), 752. <https://doi.org/10.3390/e20100752>
- Türk Patent ve Marka Kurumu. (2023). Patent Yıllık İstatistikler. <https://www.turkpatent.gov.tr/patent-istatistik>
- Urzúa, C. M. (2000). A simple and efficient test for Zipf's law. *Economics Letters*, 66(3), 257–260. [https://doi.org/10.1016/s0165-1765\(99\)00215-3](https://doi.org/10.1016/s0165-1765(99)00215-3)
- Vuong, Q. H. (1989). Likelihood Ratio Tests for Model Selection and Non-Nested Hypotheses. *Econometrica*, 57(2), 307. <https://doi.org/10.2307/1912557>
- West, G. B. (2017). Scale. Penguin.
- West, G. B., Brown, J. H., & Enquist, B. J. (1997). A General Model for the Origin of Allometric Scaling Laws in Biology. *Science*, 276(5309), 122–126. <https://doi.org/10.1126/science.276.5309.122>
- Yang, V. C., Papachristos, A. V., & Abrams, D. M. (2019). Modeling The Origin of Urban-Output Scaling Laws. *Physical Review E*, 100(3). <https://doi.org/10.1103/physreve.100.032306>
- Yule, G. U. (1925). A mathematical theory of evolution, based on the conclusions of Dr. J. C. Willis, F. R. *SPhil. Trans. R. Soc. Lond.* B21321–87. <http://doi.org/10.1098/rstb.1925.0002>
- Zipf, G. K. (1942). The Unity of Nature, Least-Action, and Natural Social Science. *Sociometry*, 5(1), 48. <https://doi.org/10.2307/2784953>
- Zipf, G. K. (1949). *Human behavior and the principle of least effort*. Addison-Wesley Press.
- Ziqin, W. (2016). Zipf law analysis of urban scale in China. *Asian Journal of Social Science Studies*, 1(1), 53. <https://doi.org/10.20849/ajsss.v1i1.21>

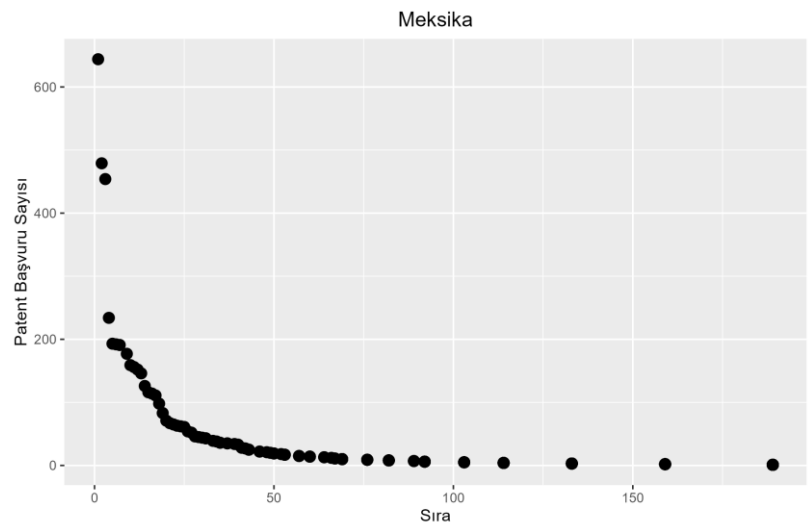
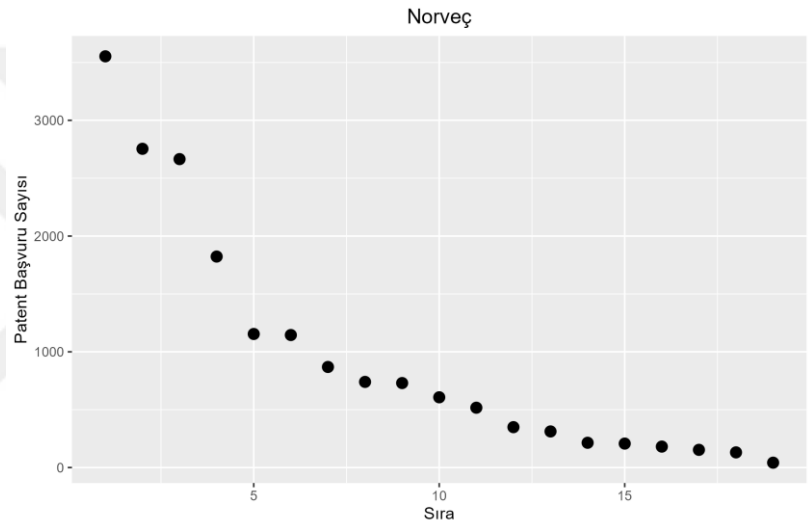
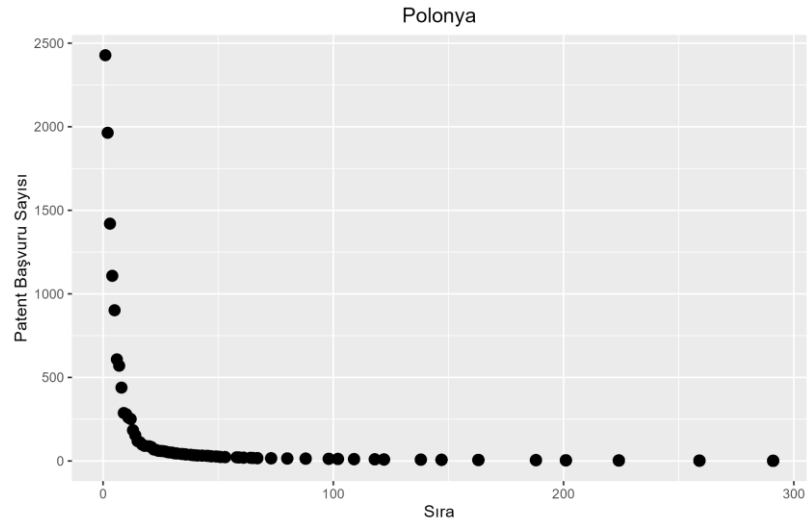
## EKLER

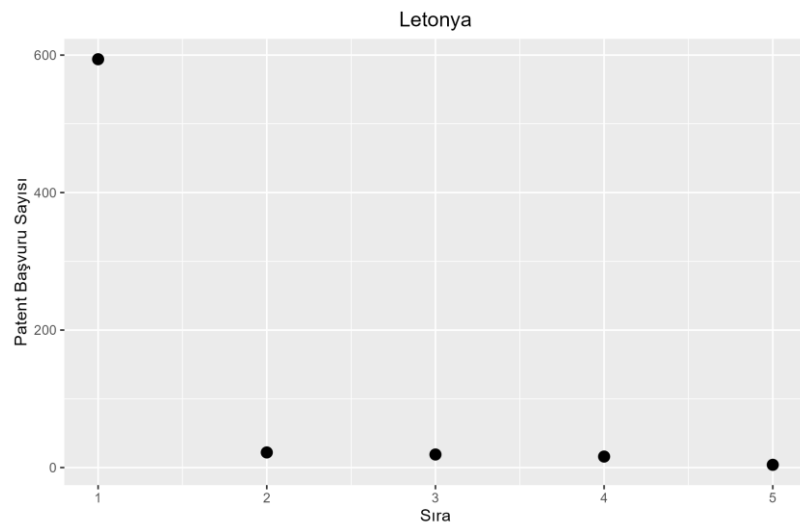
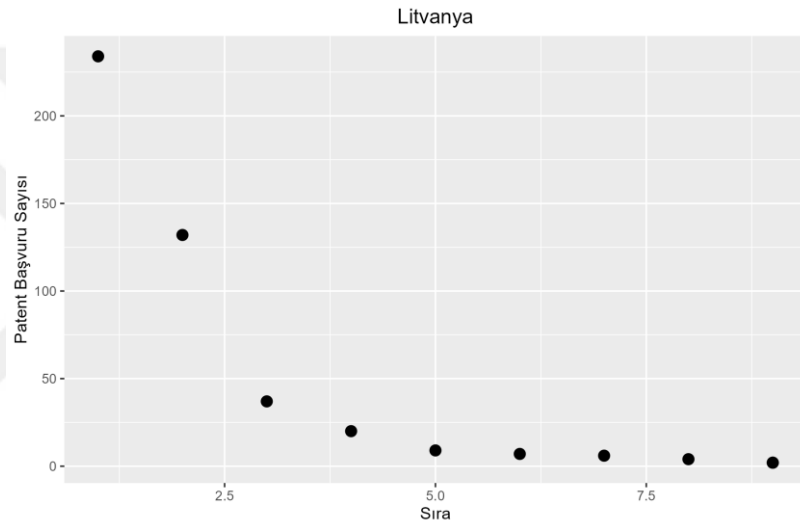
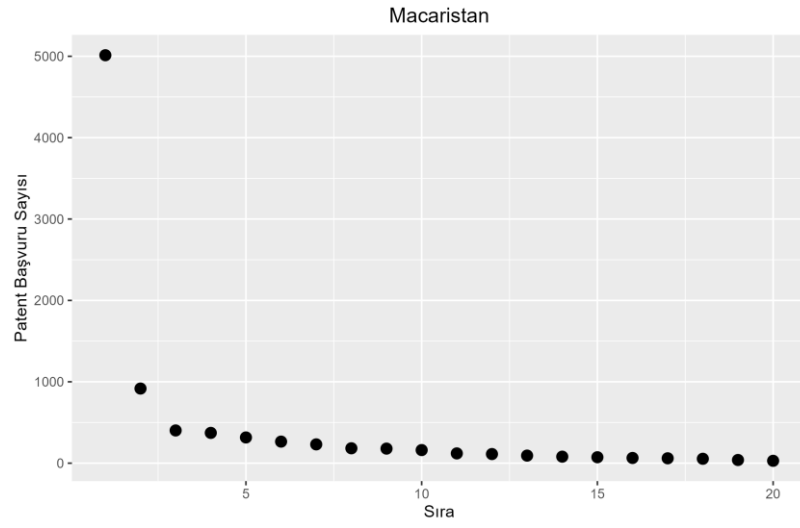
### Ek 1. Patent Sayısı ve Sıra Değişkenlerinin Şehir Düzeyinde Dağılımı

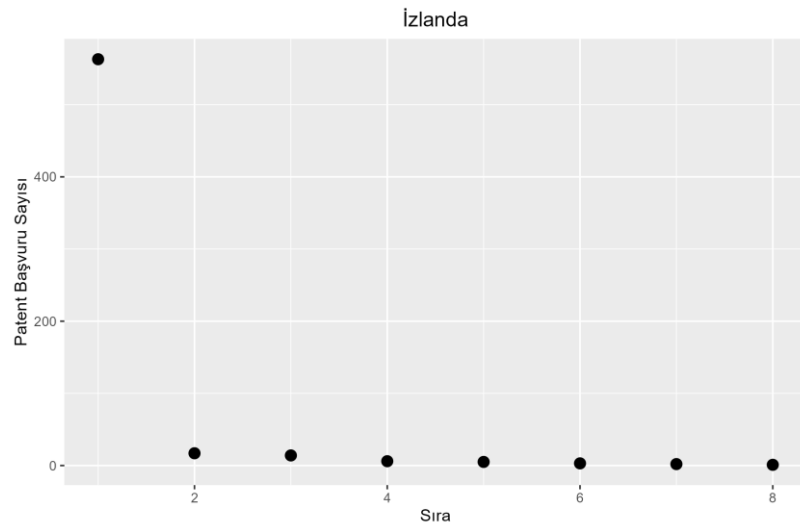
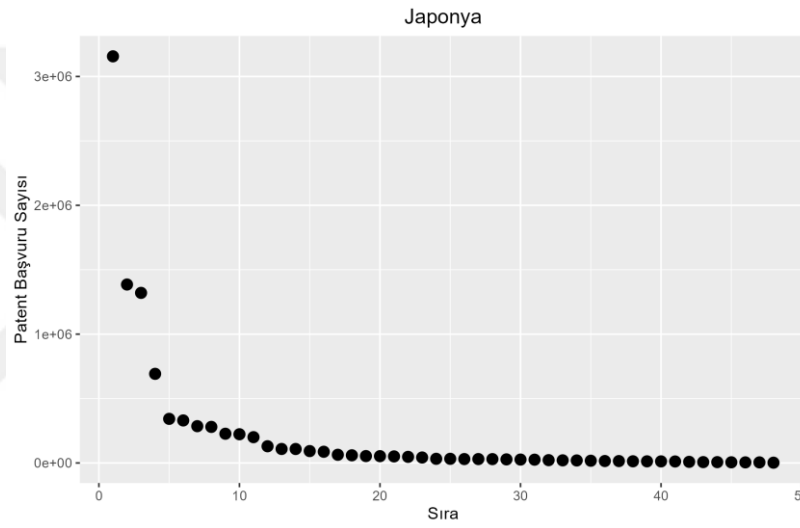
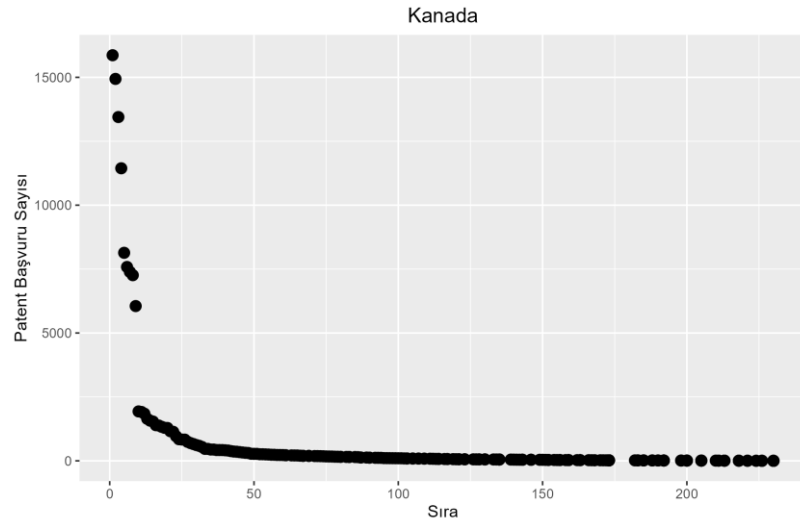


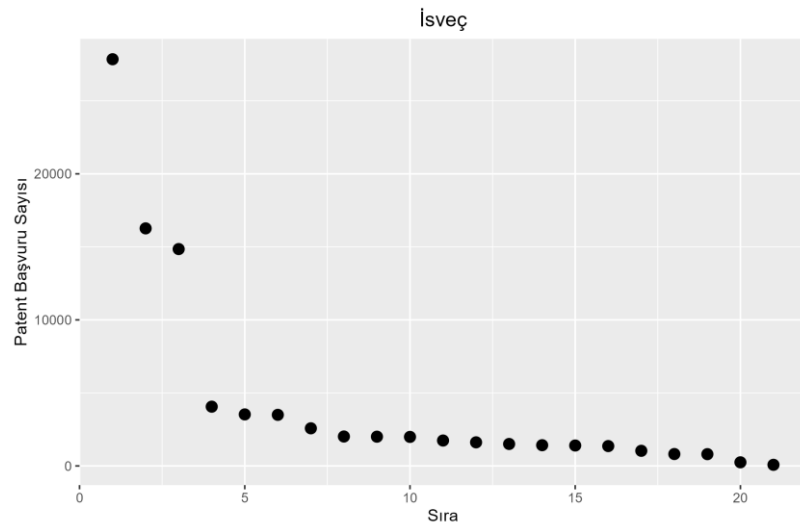
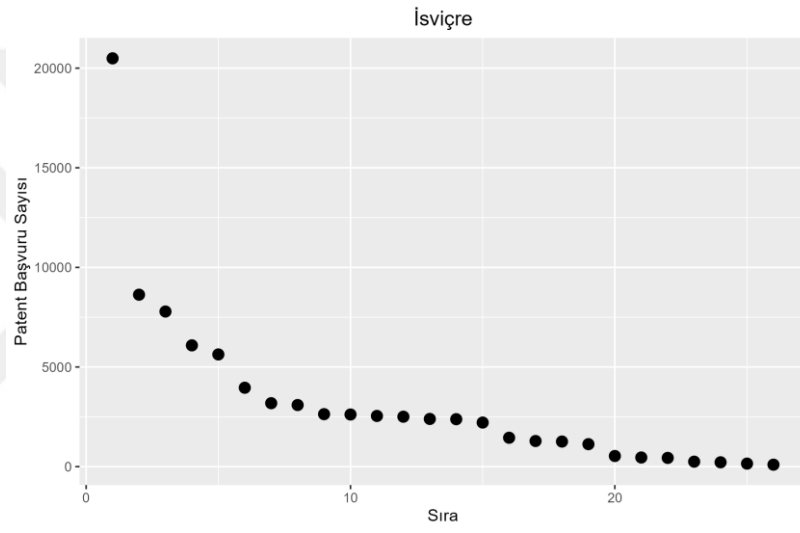
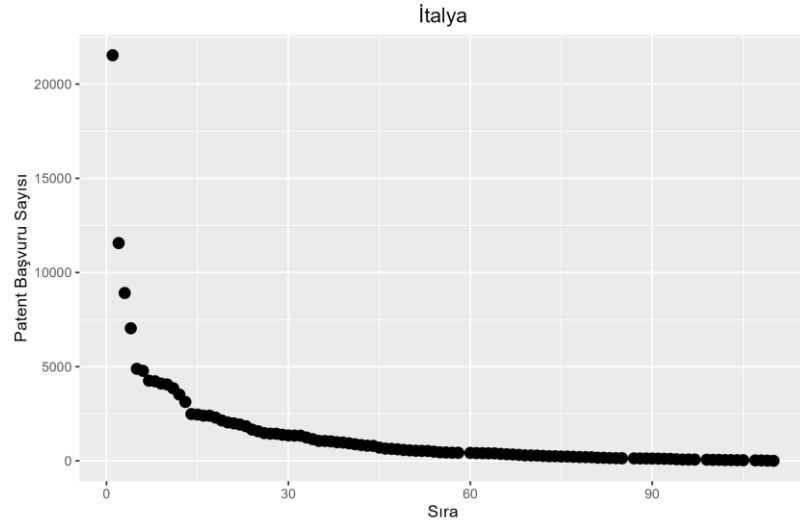


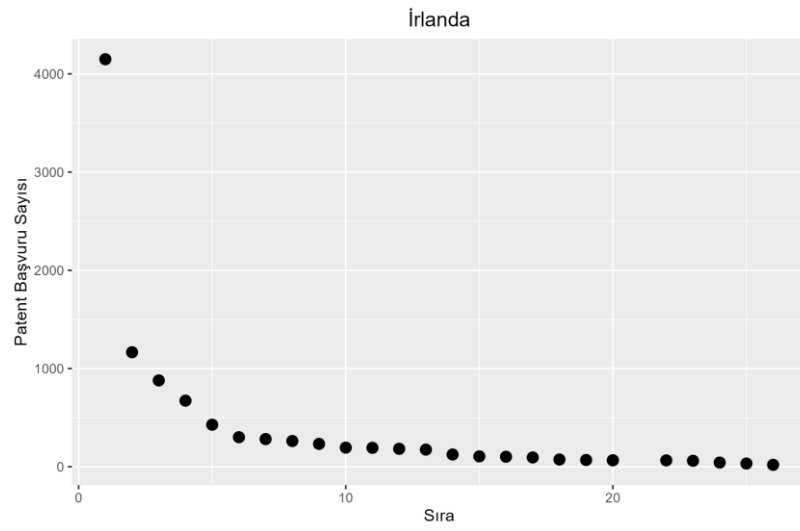
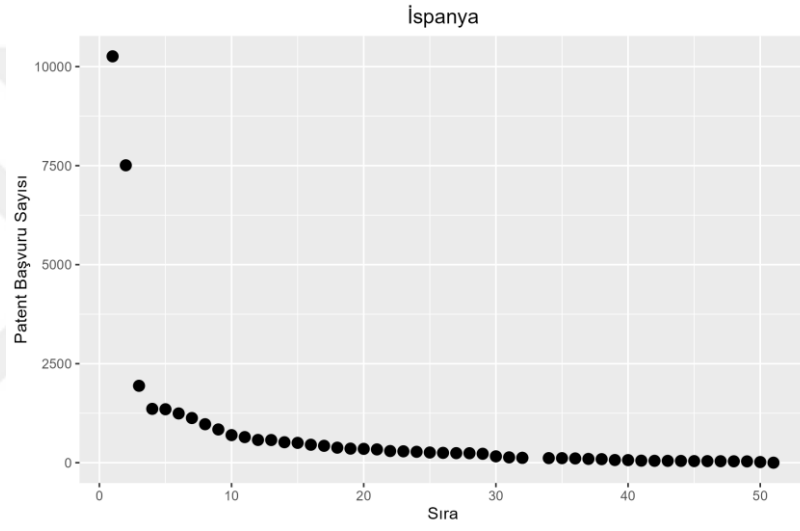
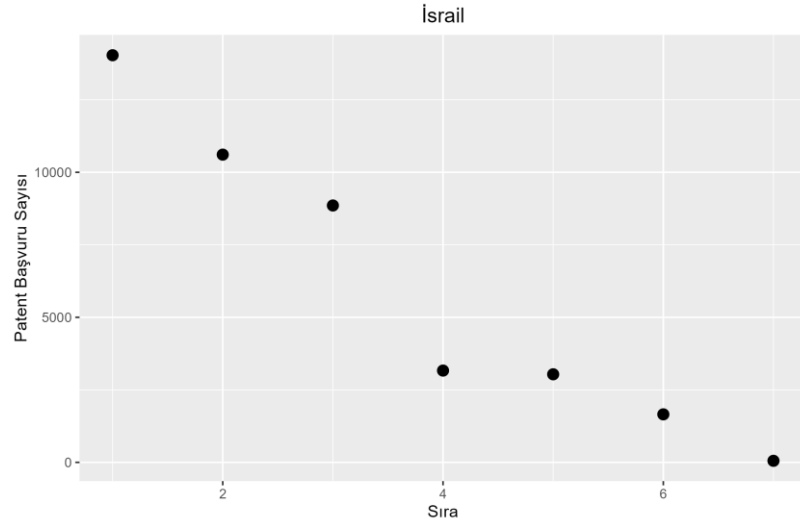


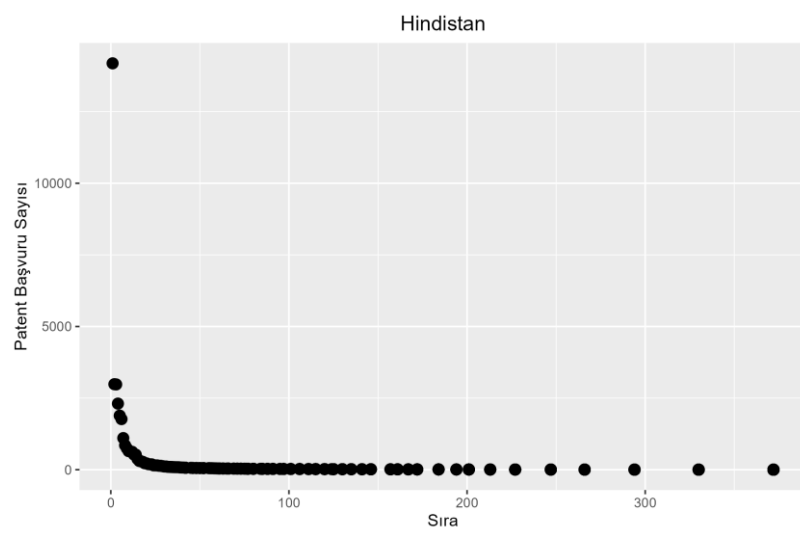
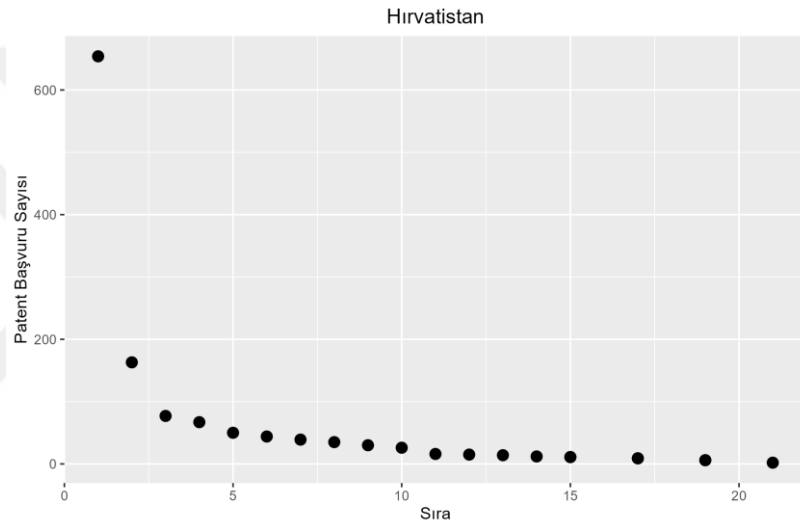
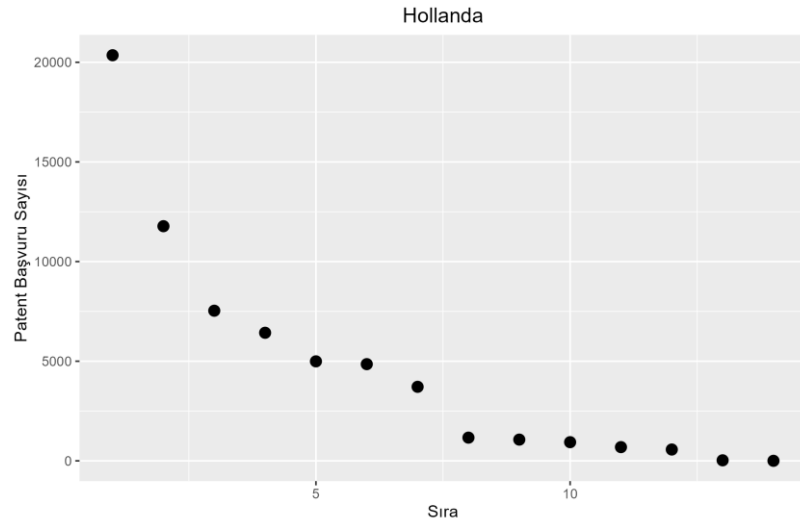


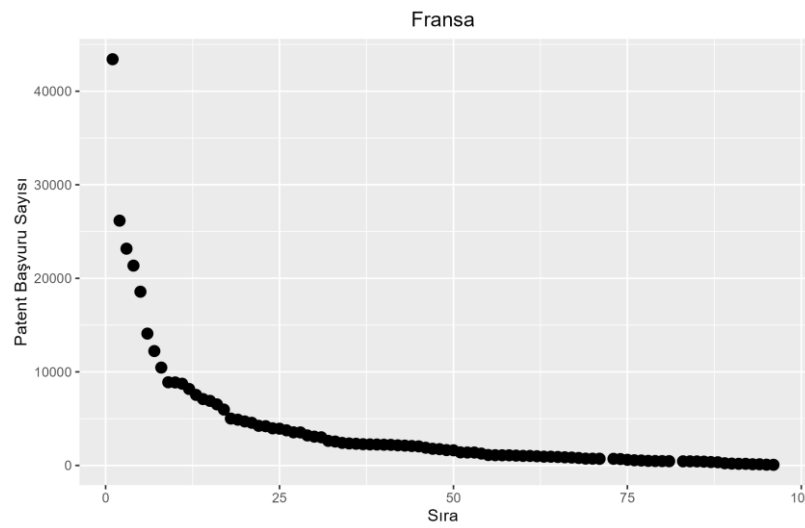
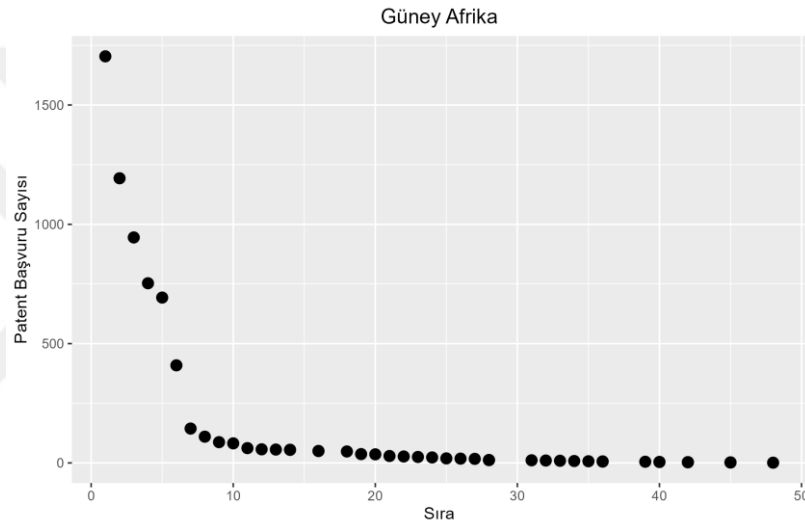
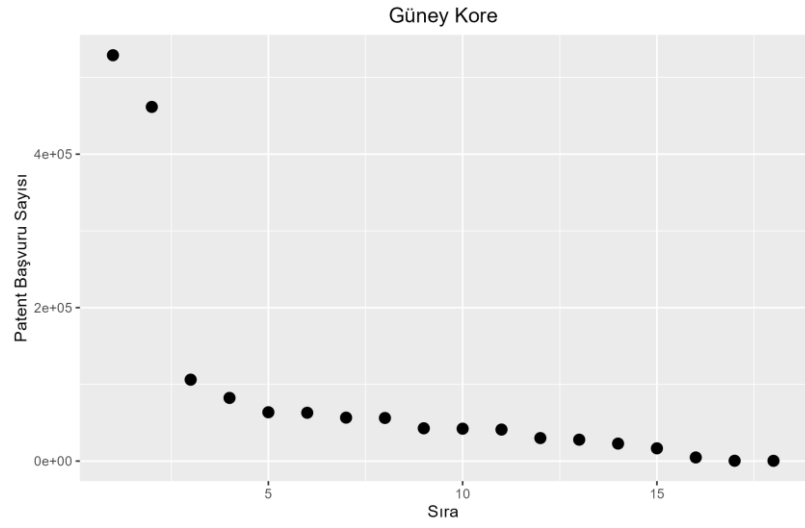


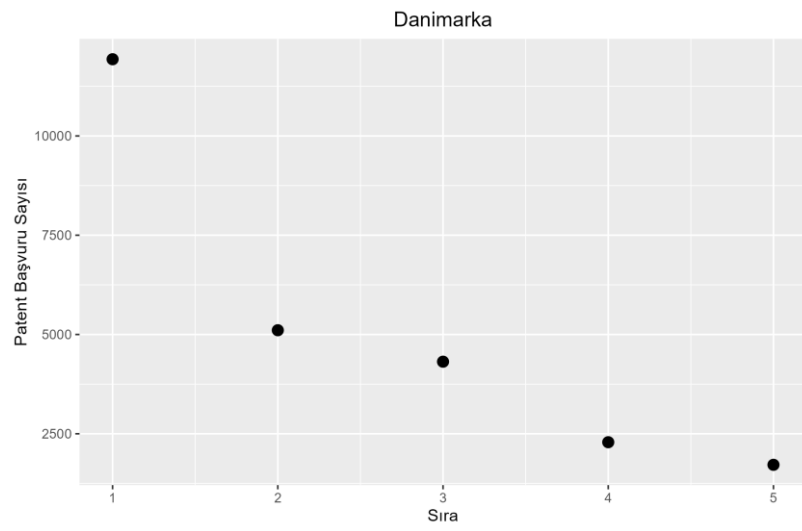
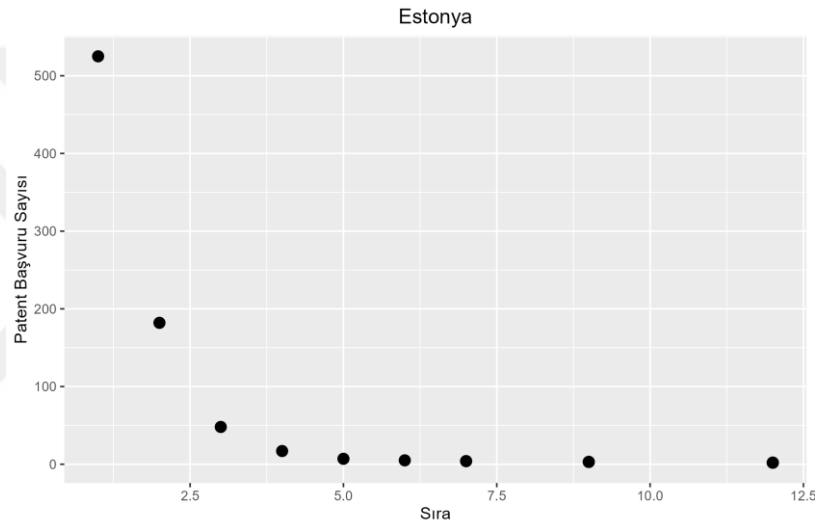
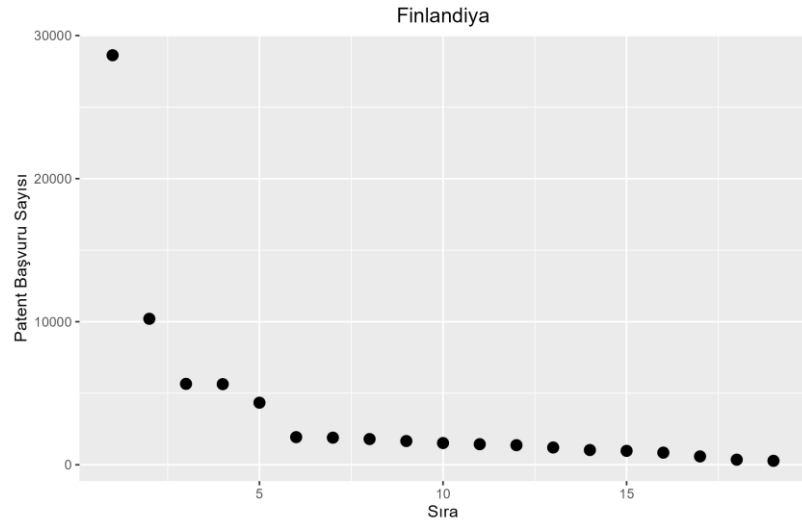


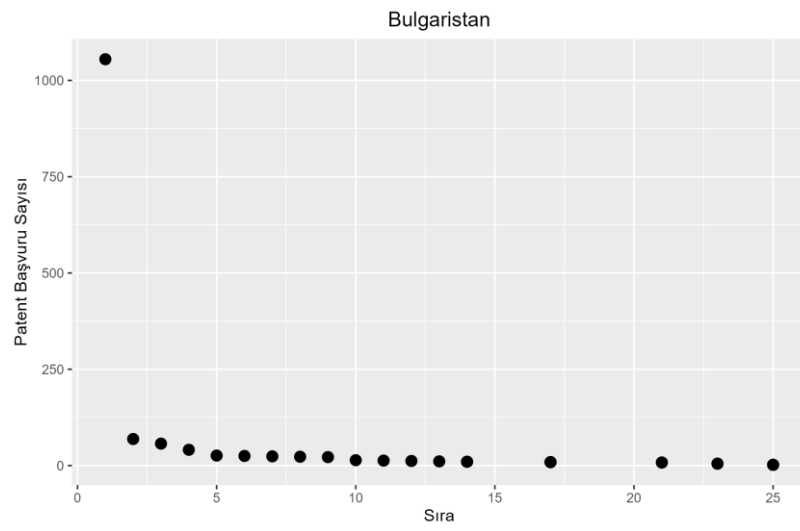
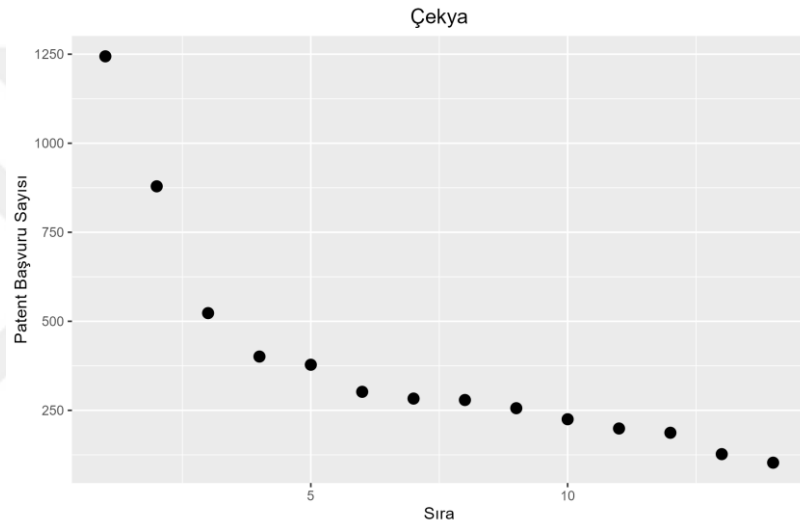
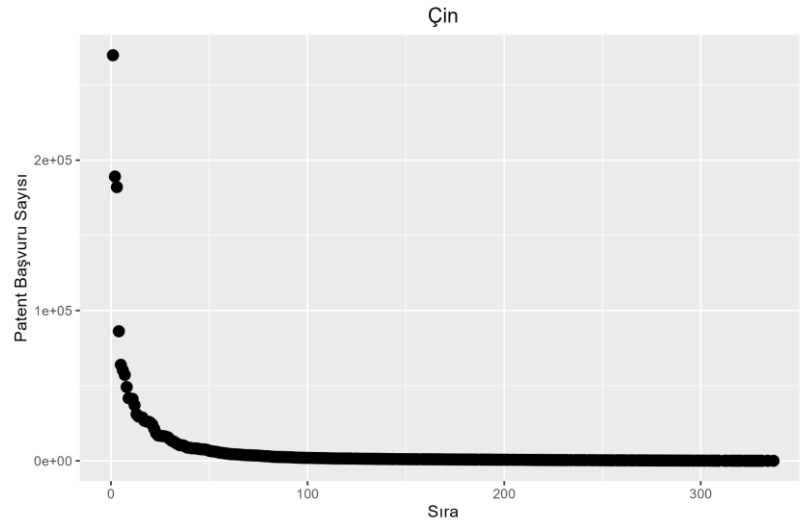


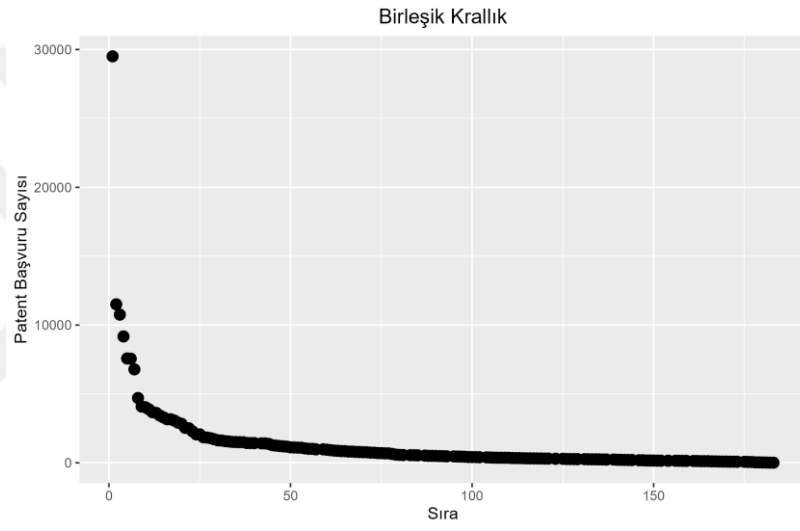
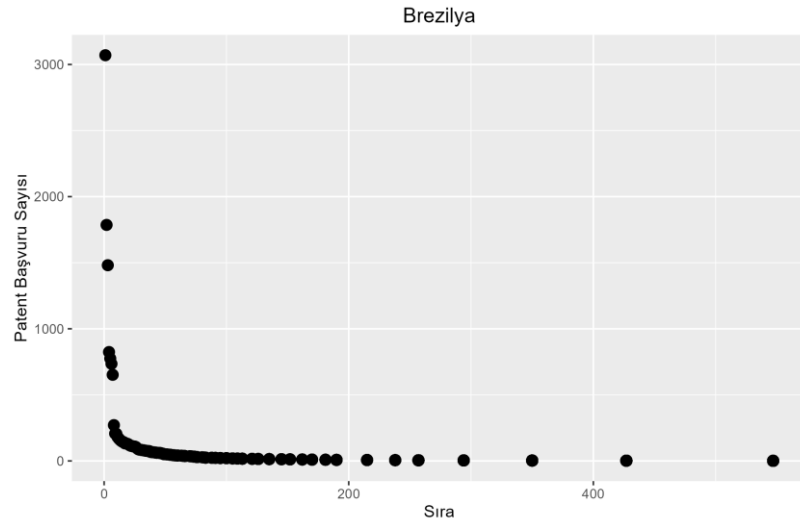


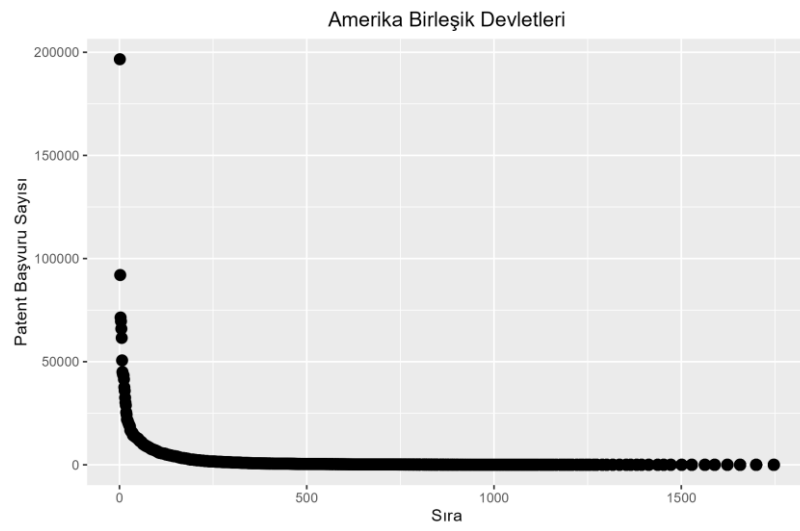
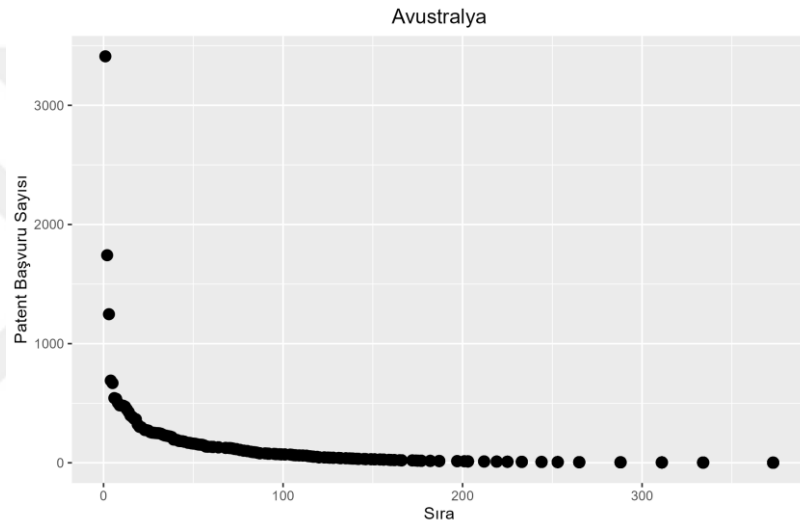
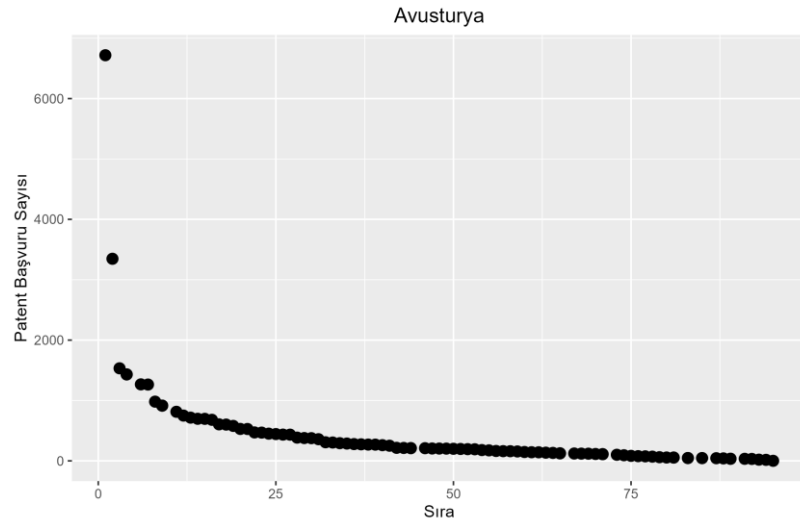


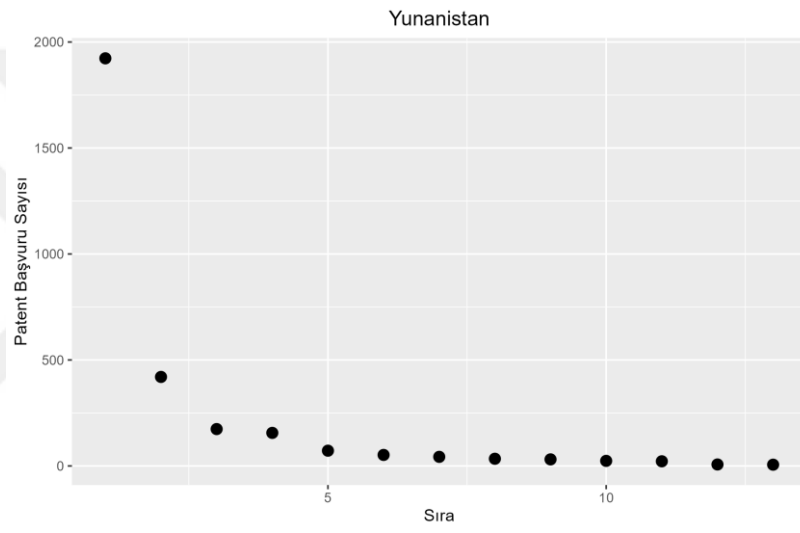
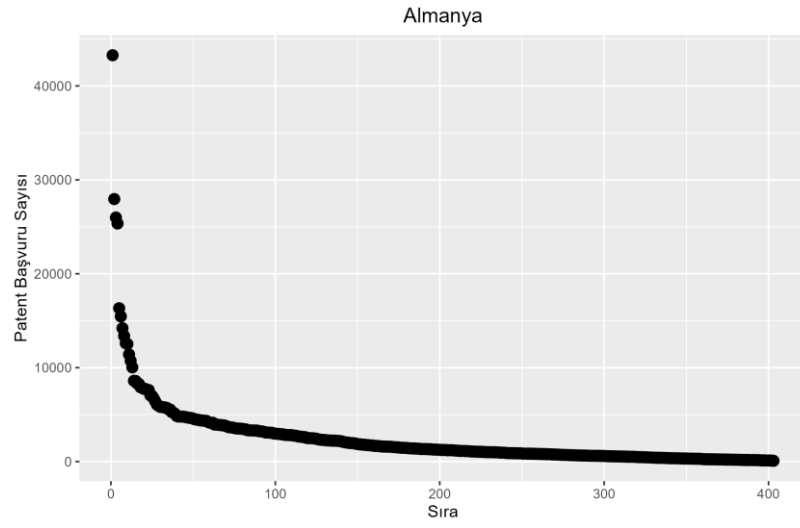




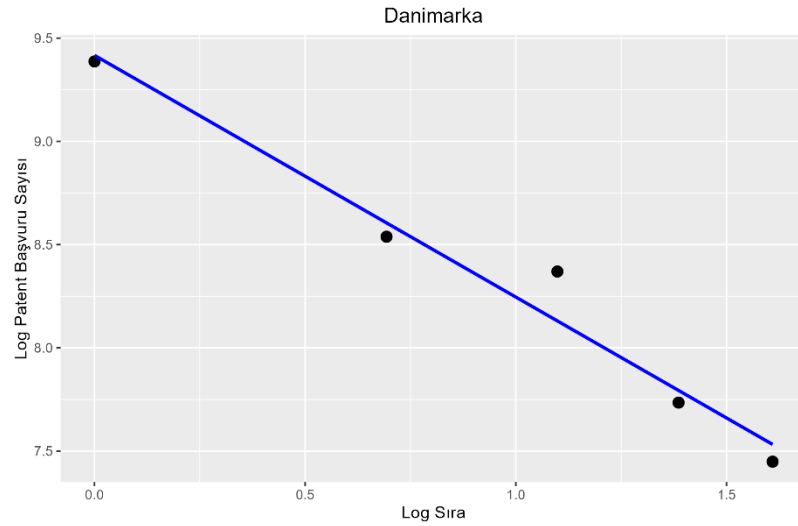
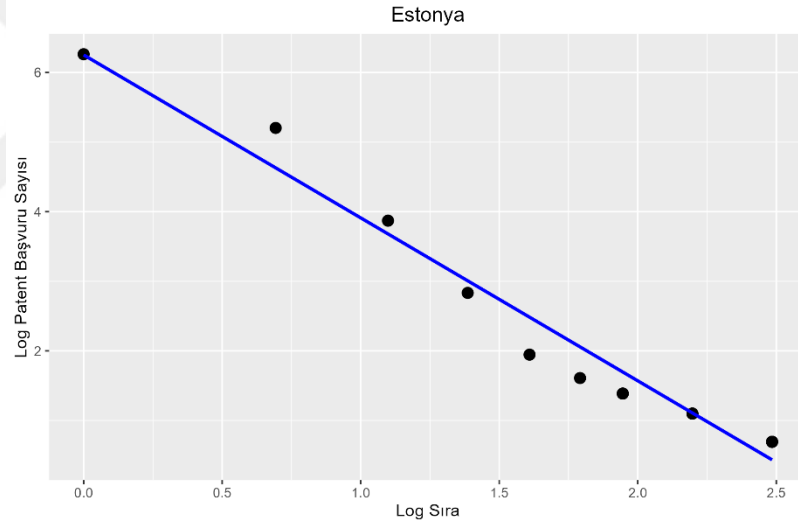
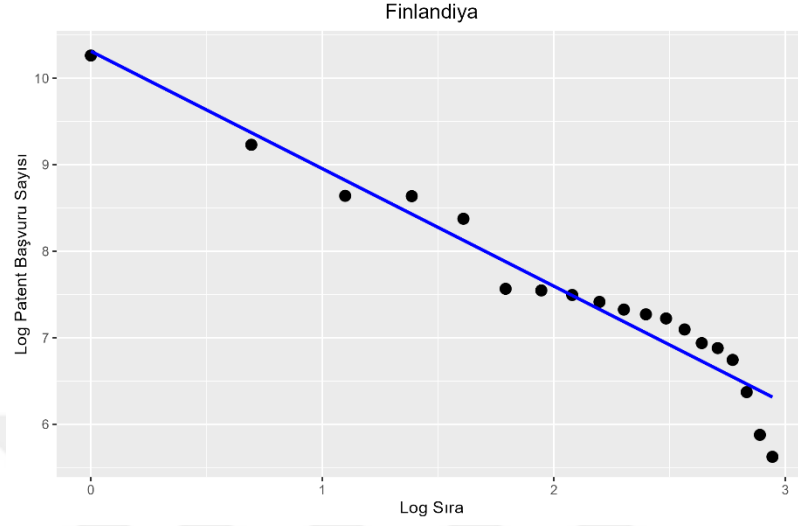


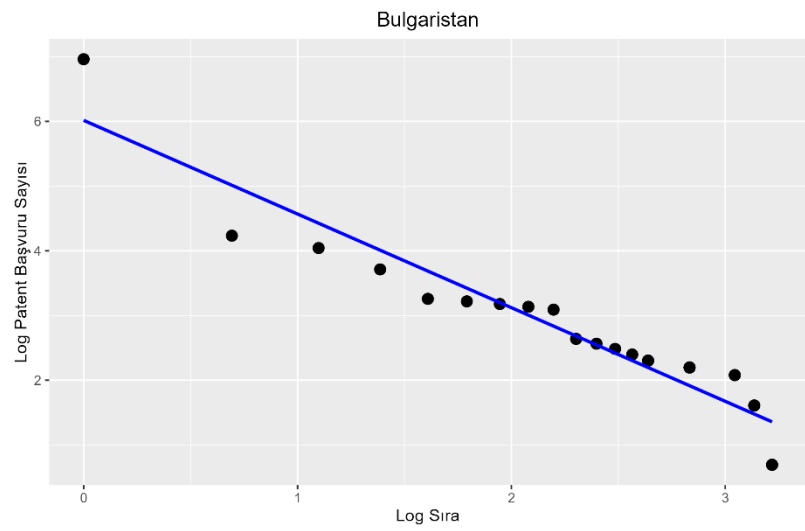
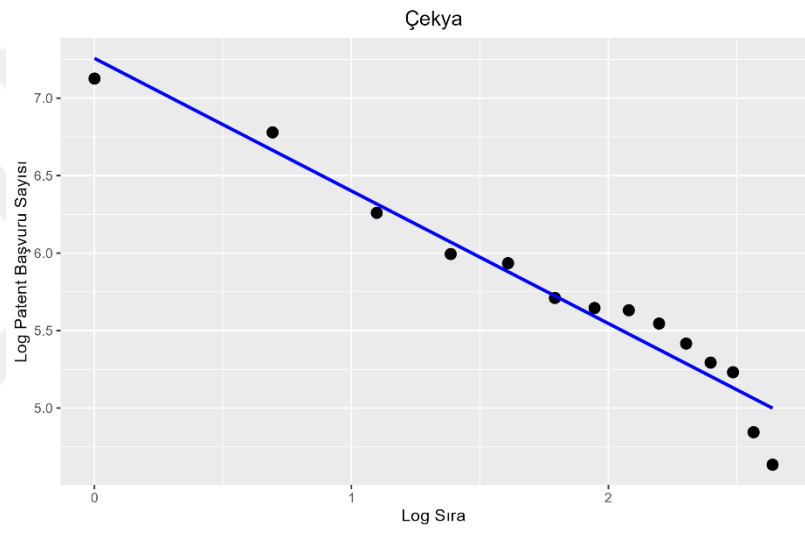
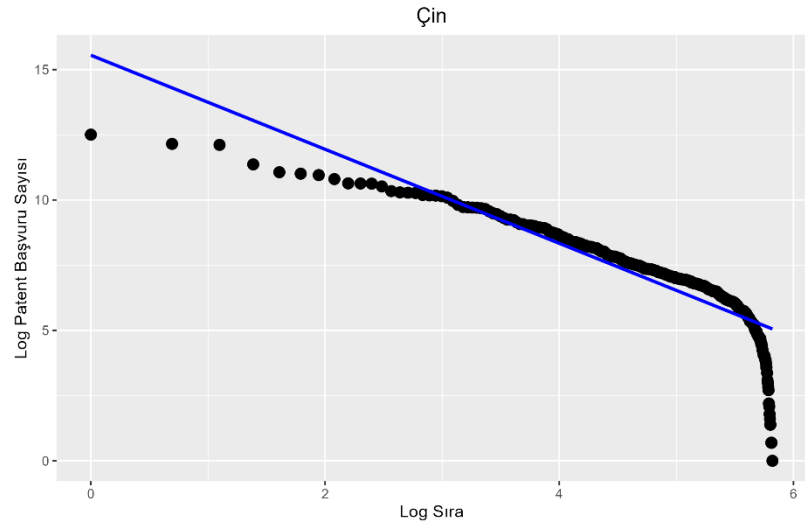


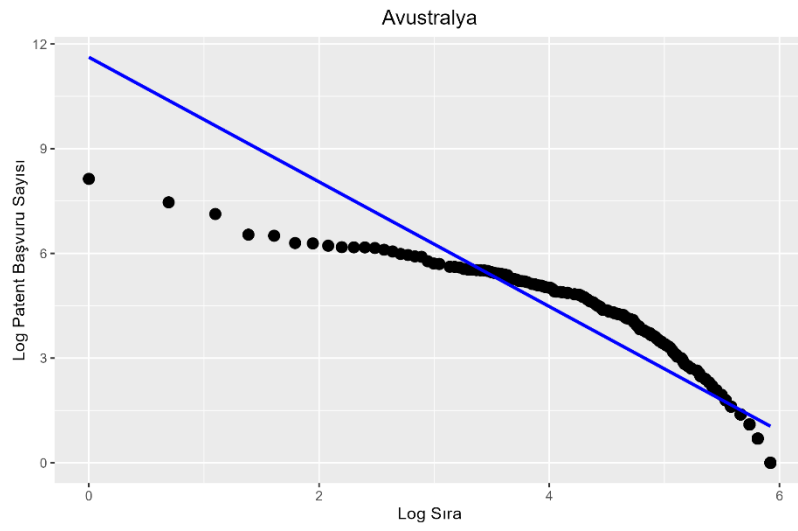
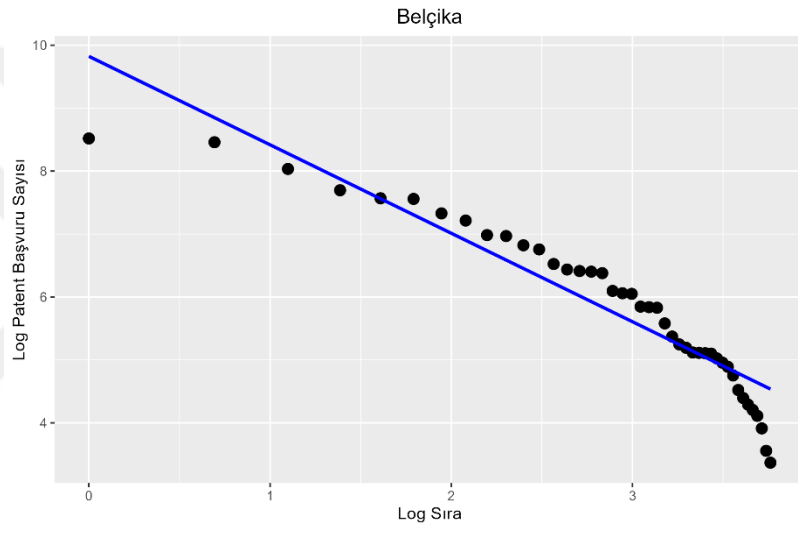
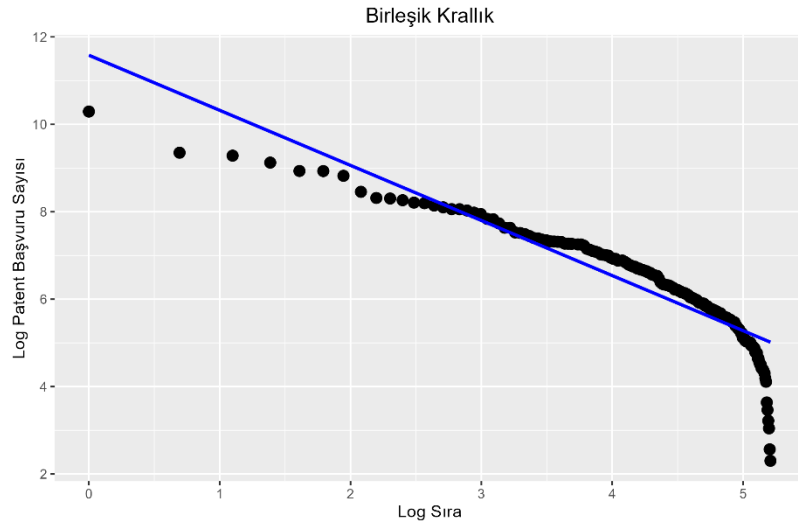


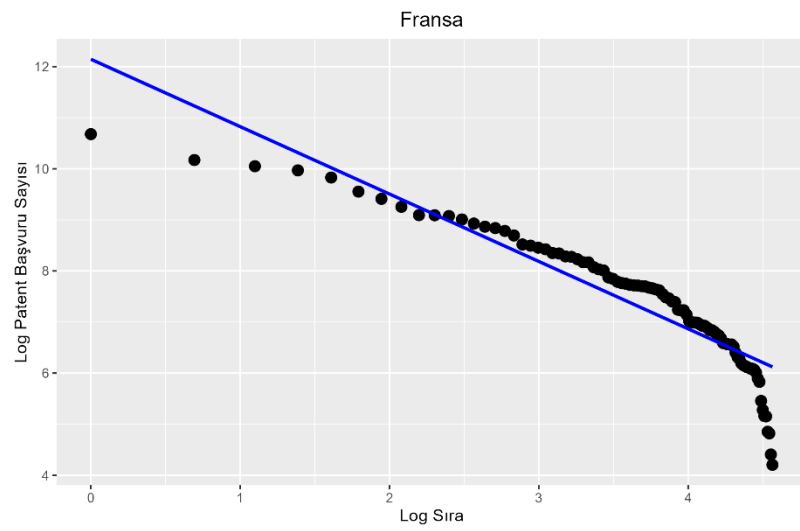
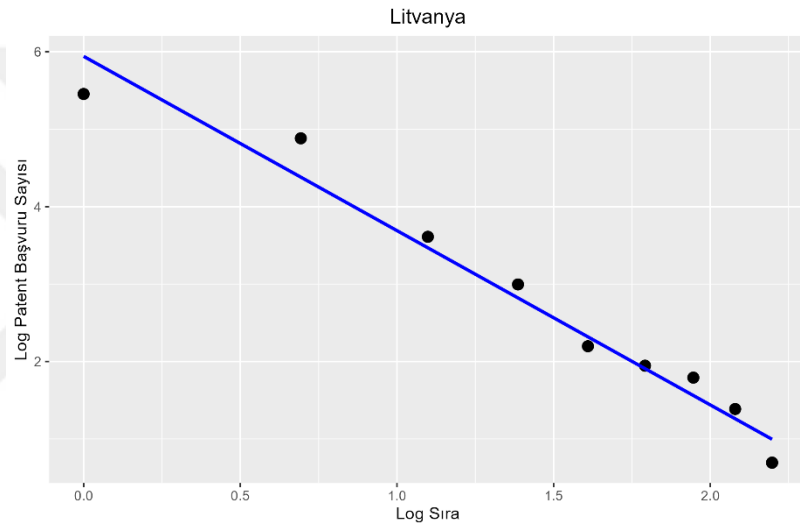
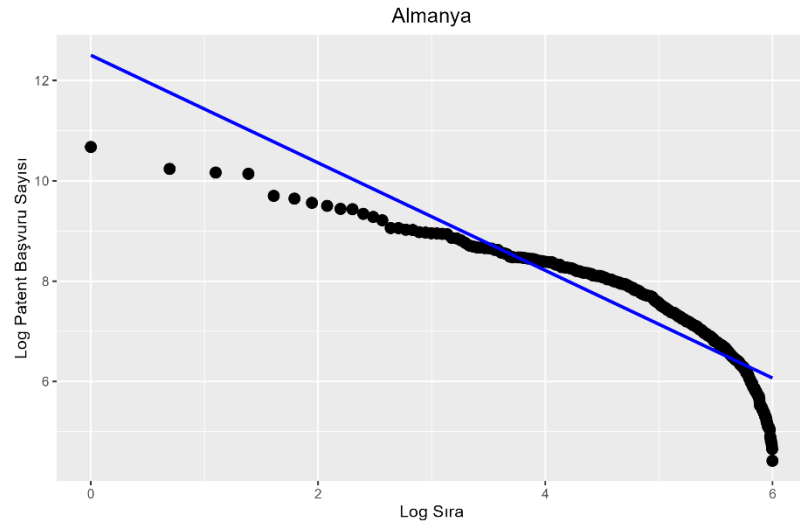


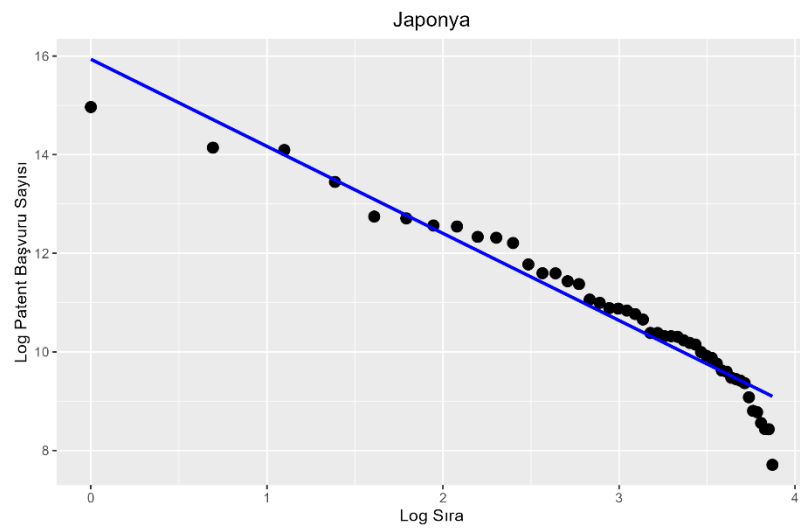
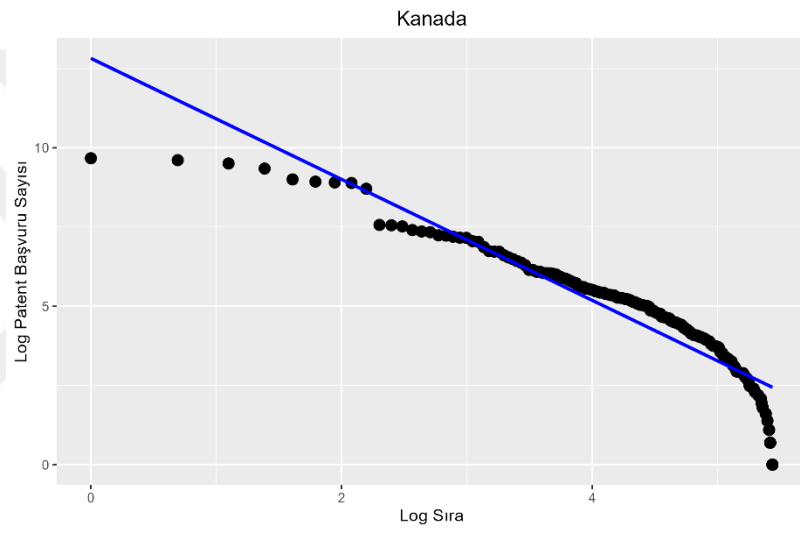
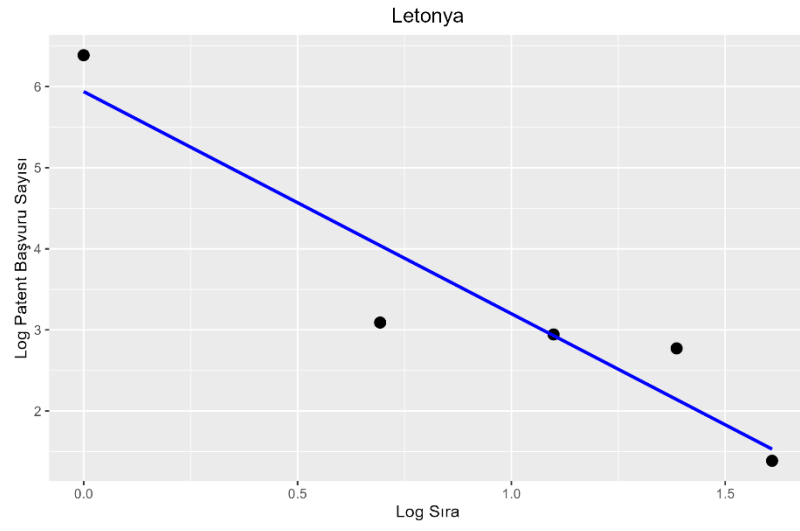
## Ek 2. Patent Sayısının Sıra Değişkenine Göre Dağılımı (Logaritmik Düzey)

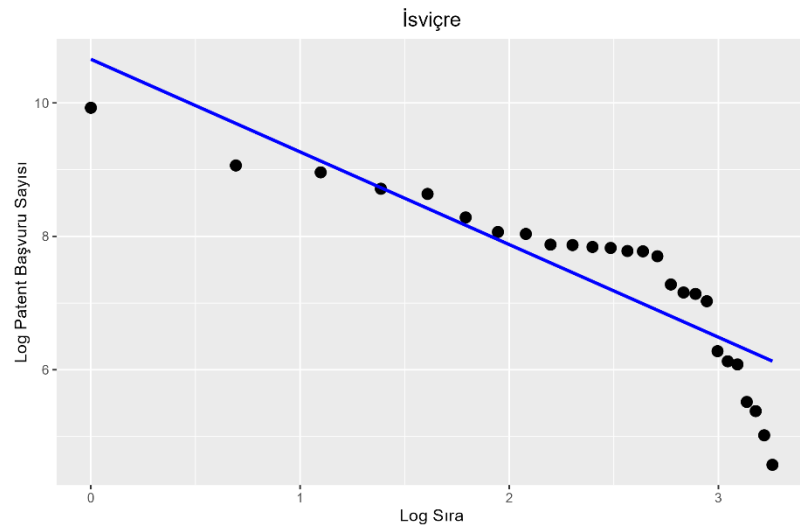
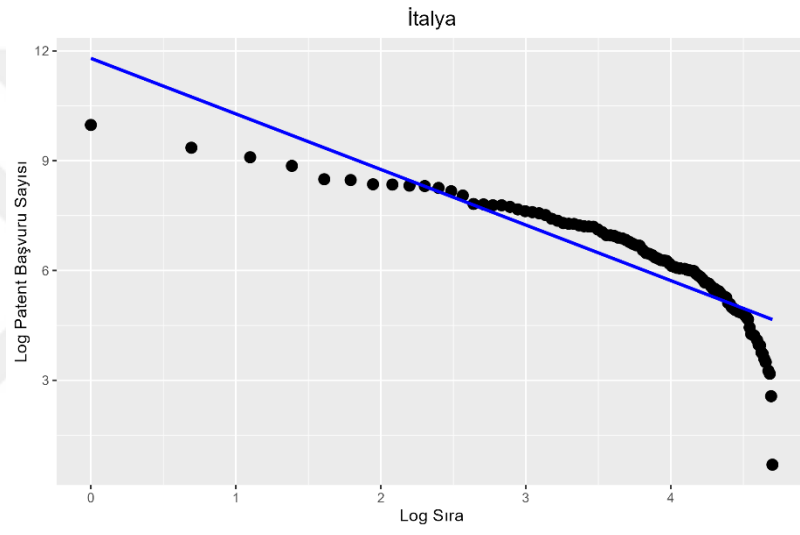
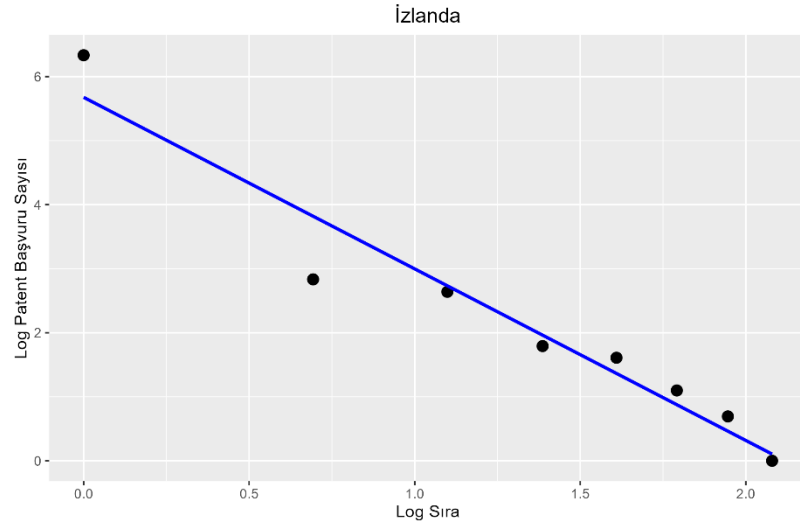


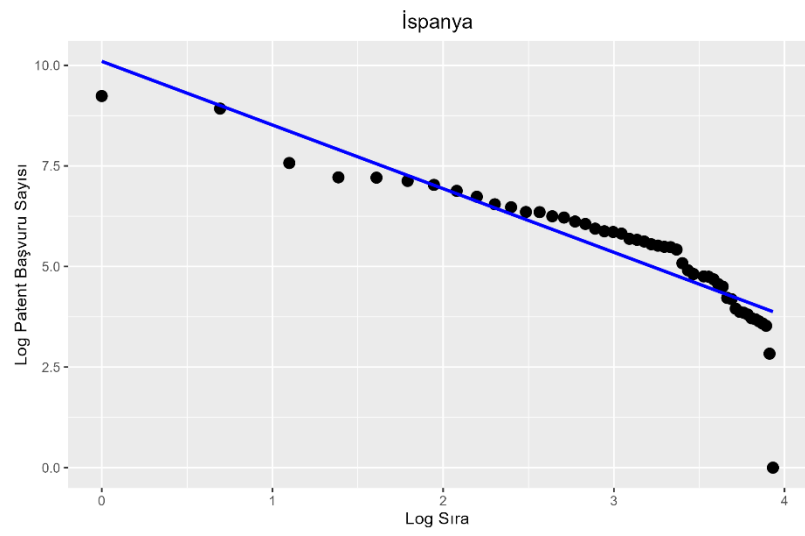
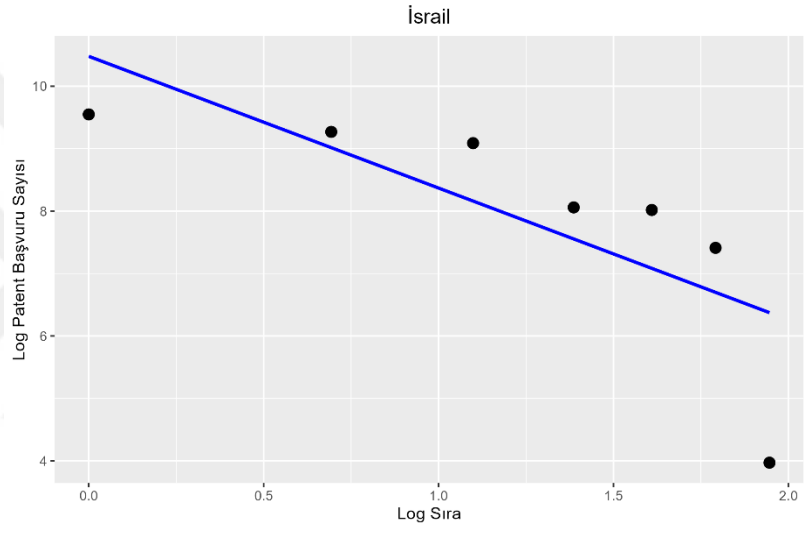
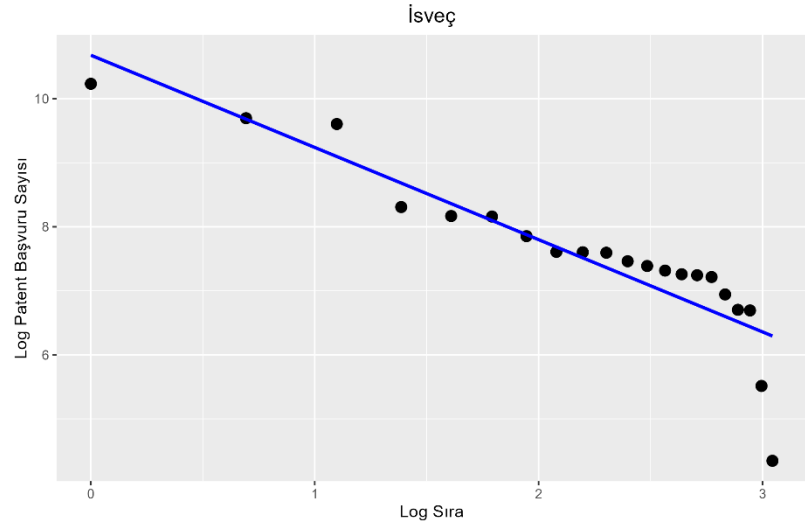


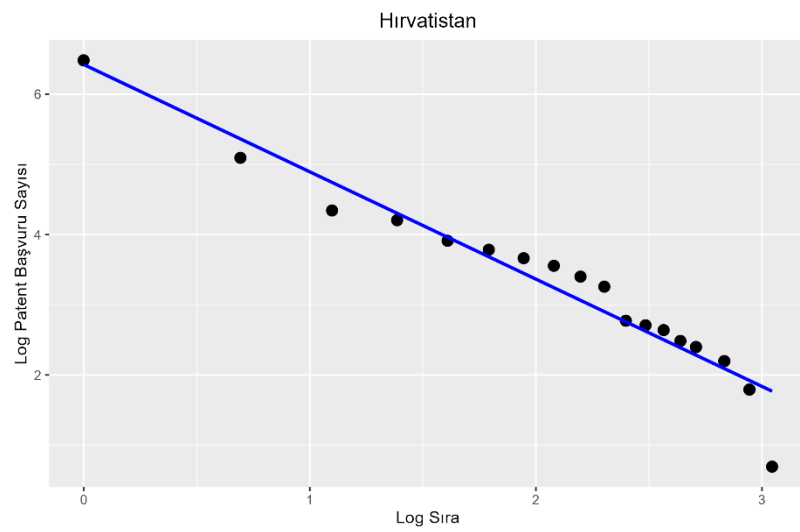
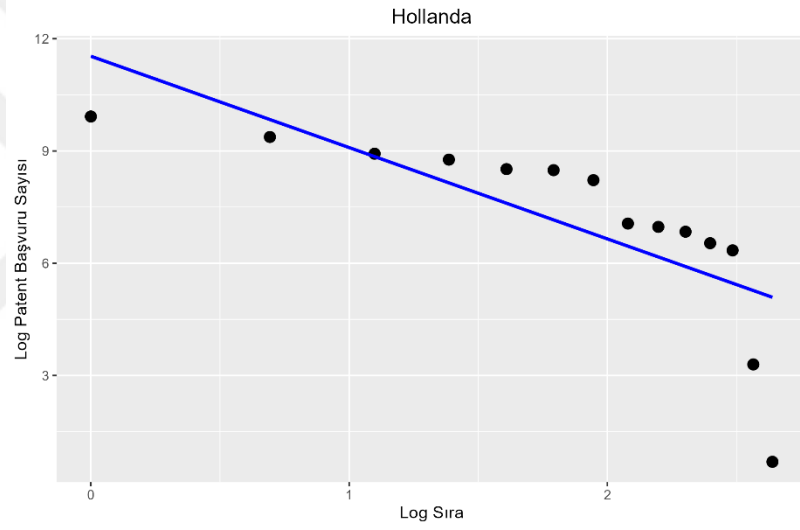
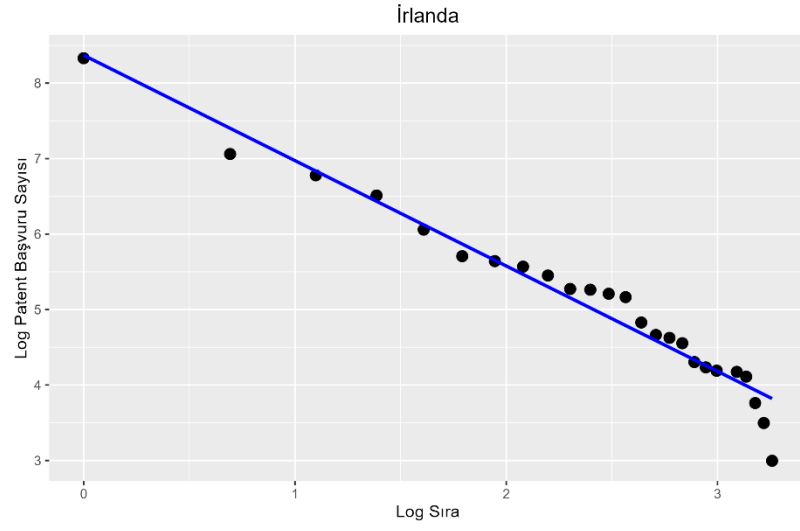


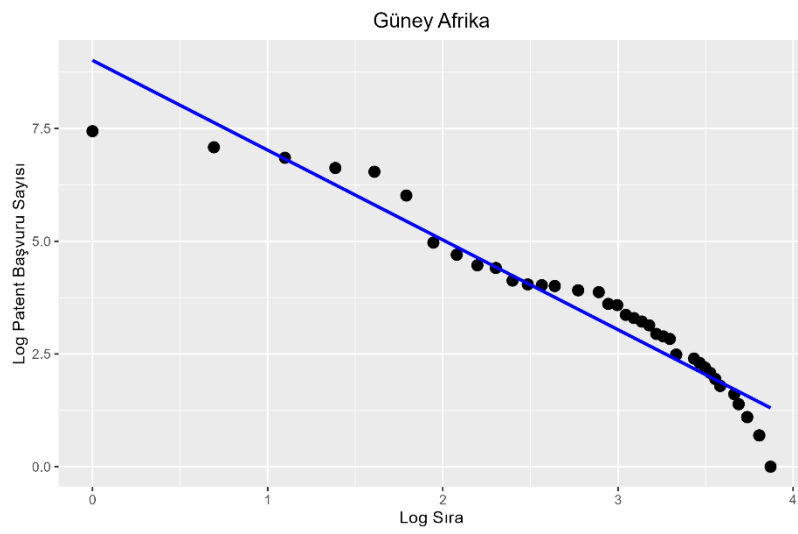
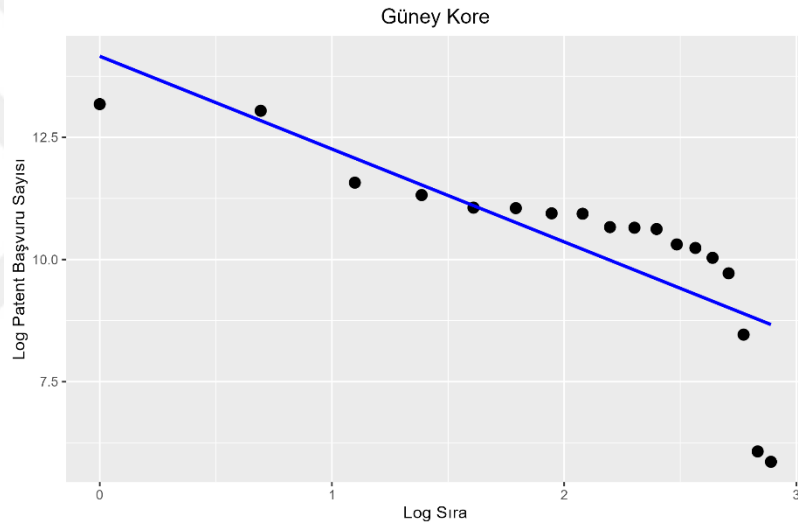
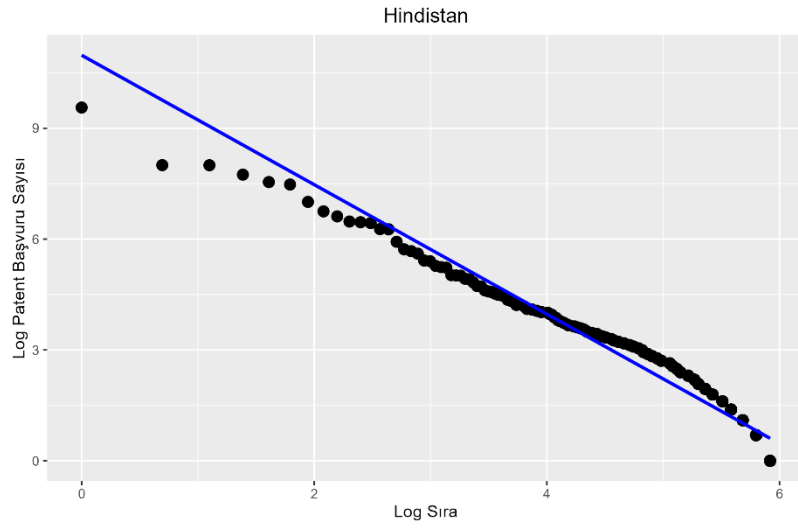


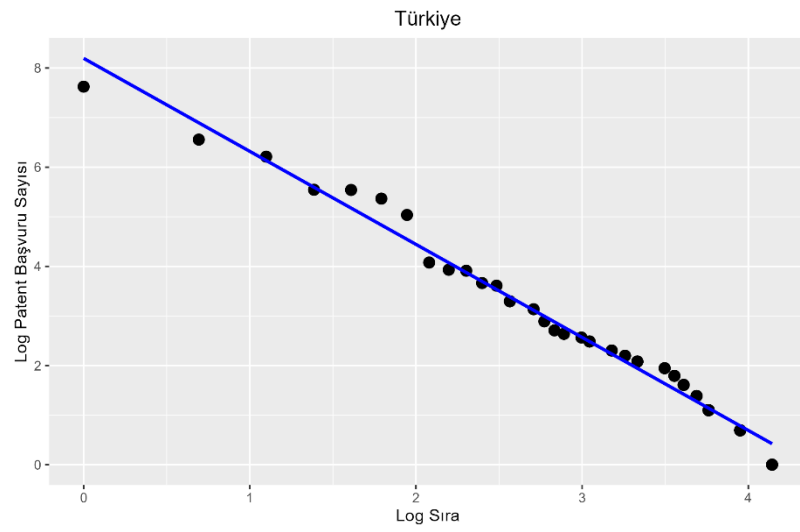
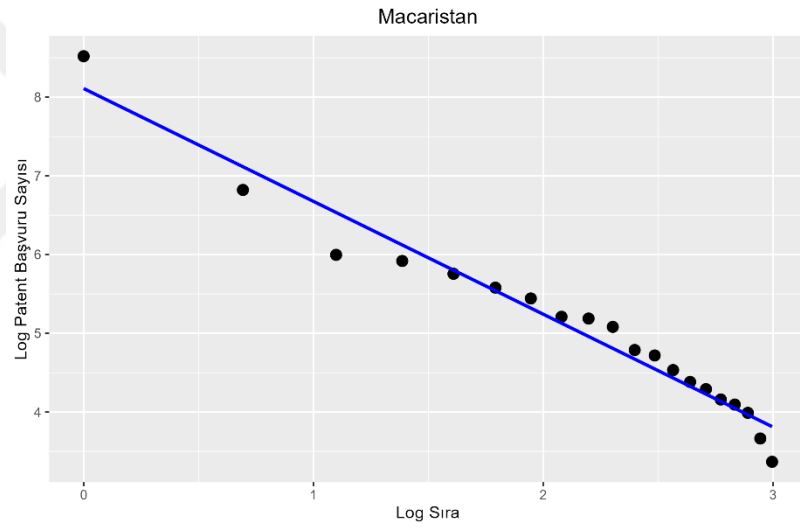
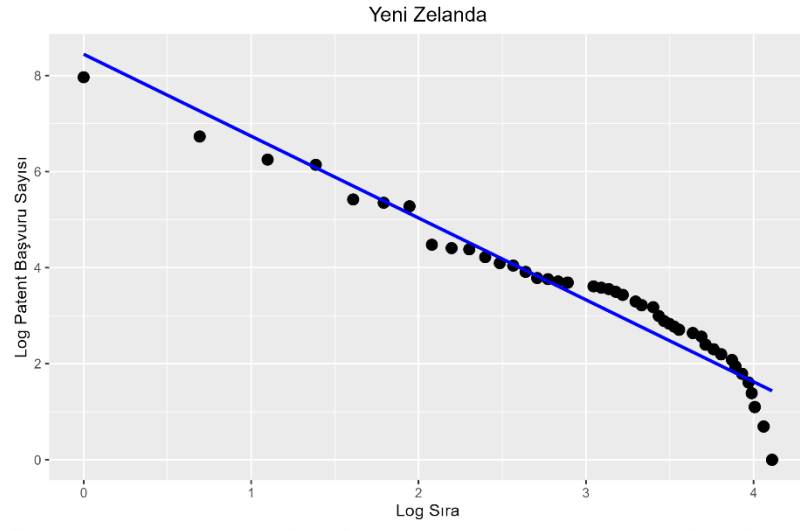




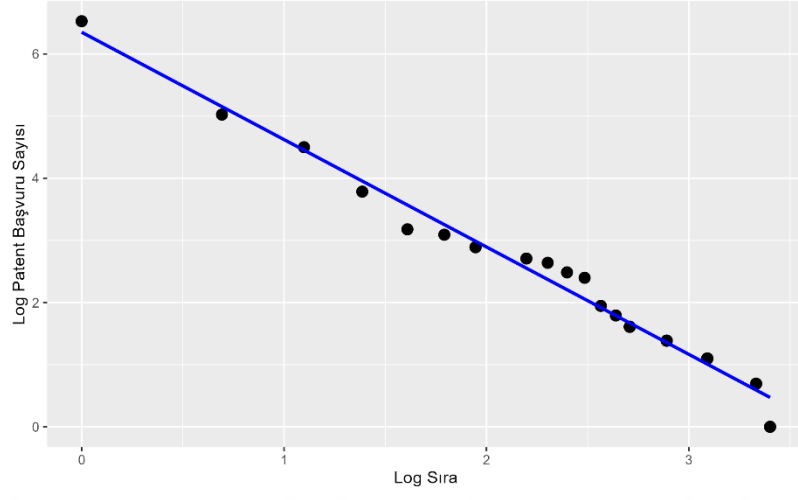




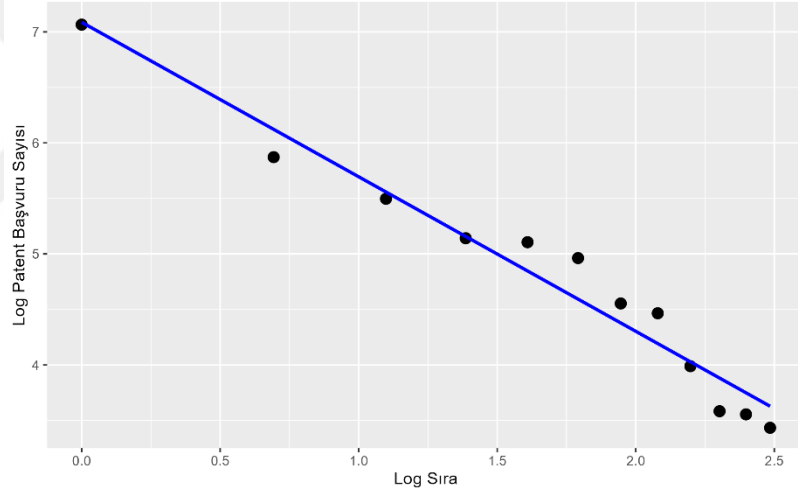




Şili



Slovenya



Slovakya

