

KISA DÖNEMLİ KENTSEL, SOSYAL VE TEKNİK ALTYAPI ALAN İHTİYACININ KESTİRİMİNDE BİR ARAÇ OLARAK EKSTRAPOLASYON NÜFUS PROJEKSİYON YÖNTEMİNİN KULLANIMI: KÜTAHYA ÖRNEĞİ

İrem AYHAN SELÇUK

Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Şehir ve Bölge Planlama Bölümü

Özet: Şehir planlama; planlanması hedeflenen alanın mevcut durumunu analiz ederek; sorunları çözecek, potansiyelleri kullanacak doğru kararları almaya yönelik hedefler koyan ve bu hedefleri planlar, plan raporları ve plan notlarıyla yasalaştıran bir disiplindir. Bu çalışmanın birinci amacı şehir planlama öğrencilerinin ve şehir plancıların planlama çalışmalarına başlarken analiz aşamasından sonra ihtiyaç duyacağı temel bilgi olan ve plan kararlarının büyük oranda üzerine temelleneceği plan projeksiyon yılı nüfusunu hesaplamaya yönelik bir yöntemi aktarmaktır. Çalışma kapsamında en çok kullanılan yöntemlerden biri olan ekstrapolasyon nüfus projeksiyon yöntemi belirlenmiş olup; (1) lineer form, (2) üstsel form, (3) limitli üstsel form ve (4) lojistik form seçilmiş ve detaylı hesapları aktarılmıştır. Çalışmanın ikinci amacı ise 2020 yılı itibarıyla Kütahya İl nüfusunu hesaplayarak; Kütahya'nın ihtiyaç duyacağı kentsel, sosyal ve teknik altyapı miktarını tespit etmektir. Çalışma sonucunda Kütahya için uygun form limitli üstsel form olarak belirlenmiş olup; 2020 yılı Kütahya il nüfusunun 624.191; Kütahya'nın ihtiyacı olan kentsel, sosyal ve teknik altyapı alanının 2272 hektar olacağı tespit edilmiştir. Şehir planlama öğrencilerine ve şehir planlama çalışmalarının müellifleri ile uygulayıcılarına planlama alanlarına ilişkin kısa dönemli yatırım kararlarını revize edecek yöntem önerisi sunması bu çalışmanın literatüre katkısını oluşturmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Ekstrapolasyon, Nüfus, Projeksiyon, Kent Planlama



EXTRAPOLATION POPULATION PROJECTION METHOD AS BEING A TOOL FOR THE BIAS OF SHORT-TERM NEEDS OF URBAN SOCIAL AND TECHNICAL INFRASTRUCTURE: THE CASE OF KUTAHYA

Abstract: City planning is a discipline (1) which analyzes current status of targeted planning area, (2) decision makers which sets targets to solve the problems, and (3) a science which legislating targets with planning reports, notes and other studies. The first aim of this study is explaining a primary method for urban planners and planning students for bias of the future population of a settlement which is called “extrapolation population projection method”. Scope of the paper is based on (1) linear form, (2) geometric form, (3) modified limited geometric form and (4) logistic form. The second aim of the paper is based on the bias of the 2020 population and identify the need of urban social and technical infrastructure areas for Kutahya. At the end of the study; population is found 624.191 and amount of the need of urban social and technical infrastructure is 2272 acres. In addition suitable form is found “modified limited geometric form” for Kutahya. The contribution of this study to the literature will be providing and proposing a method to urban planners, practitioners and planning students for reviewing short-term investment decisions.

Key Words: Extrapolation, Population, Projection, Urban Planning

1. GİRİŞ

Demografik faktörler geleceğin ekonomik, sosyal ve çevresel değişimindeki nedenlerin ve yanıtların her ikisinin de önemli bileşenleridir (O'Neill vd., 2001). Demografi sayılardan öte bir şeydir ve uzak geçmişle ilgili anlamak istediğimiz ya da öğrenmek istediğimiz şeylerle ilişkilidir. Nüfus büyüklüğü; modernite öncesi toplumlarda ekonomik performansın en önemli göstergesidir. Köyler ve kasabalardaki insanların dağılımı, kolektif kimliğin yaratılmasında bir araçtır ve emek ve ticaretin bölünme ölçeğini yansıtmaktadır (Scheidel, 2006).

Dünyanın karşı karşıya olduğu pek çok kriz; iklim, enerji, yoksulluk, gıda, küresel ekonomi, politik istikrarsızlık vb. her şey nüfus gelişimiyle alakalıdır. İklim değişikliği, artan enerji fiyatları, artan su kıtlığı, toprak erozyonu ve tarım arazilerinin kaybı; süreci daha da zorlaştırmaktadır (Why Population Matters, bt). Dünyanın en yoksul ülkeleri en yüksek nüfus artış oranına sahip ülkelerdir. Yoksulluk; açlık, hastalık, düşük yaşam beklentisi, cehalet, güvenlik açığı ve güçsüzlükle yüksek ilişkili olup; yoksul ülkelerdeki nüfus artış hızı, yoksullukla mücadele çabalarını da baltalamaktadır (Sadik, 2001). Bununla birlikte; altyapı ve hizmet sektöründe olduğu gibi; nüfus projeksiyonunun güncellenmesi de bir şehrin büyümesinin planlanması için önemlidir (Winter Springs Adopted Comprehensive Plan [WSACP], 2009).

Nüfus projeksiyonlarının gerçekleştirilmesinde yerel alanlarda daha çok 10 yıldan daha az dönemleri kapsayan kısa dönemli projeksiyonlar kullanılırken; ulusal ve küresel projeksiyonlar 10'larca yıla bazı durumlarda ise 100 yıla kadar

yayılmaktadır. Bu uzun dönemli projeksiyonlar tipik olarak daha sınırlı çıktı üretmekte olup; nüfus yaş ve cinsiyete göre ayrıştırılmaktadır. Bunun aksine kısa dönemli projeksiyonlarda yani daha küçük yerleşmelerde; eğitim, emek gücü kompozisyonu, kentsel konut alanları ve hanehalkı büyüklüğü gibi başka özellikler de belirlenmektedir (O'Neill vd., 2001).

Nüfus kontrol edilemediğinde geometrik olarak artmaktadır. Geçinim ise sadece aritmetik olarak artar. Nüfus 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512 vb. artarken; geçim kaynakları 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 şeklinde artar. İki yüz yirmi beş yıl sonunda nüfus 512 iken geçim kaynakları 10 değerinde olur. 3. yüzyılda 4096 nüfusa karşılık 13 geçim kaynağına ulaşılır. Doğa kanunları gereği insan hayatını sürdürmek için gerekli olan besinin sağlanması için bu iki eşitsiz gücün eşitlenmesi gerekmektedir (Malthus, 1998).

Dolayısıyla mevcut kaynakların düzenli ve sürdürülebilir kullanımı ve kentsel/kırsal alanların gelecek dönemdeki ihtiyaçlara cevap verebilmeleri için en önemli adımlardan bir tanesi gelecek yıllara ait nüfusun gerçeğe yakın bir şekilde hesaplanması yani projekte edilmesidir.

Bu çalışmanın amacı ekstrapolasyon nüfus projeksiyon yöntemi aracılığıyla 2020 yılı Kütahya İl nüfusunu hesaplayarak; Kütahya'nın ihtiyaç duyacağı temel donatı alanlarında kişi başına düşen oranlarda meydana gelecek artışları tespit etmektir. Çalışma yöntemini ekstrapolasyon nüfus projeksiyon yöntemi oluşturmaktadır. Şehir planlama çalışmalarında kısa dönemli nüfus bilgisine ihtiyaç duyulduğunda başvurulabilecek bir yöntem olarak ekstrapolasyon nüfus projeksiyon



yöntemini ortaya koyması bu çalışmanın önemini oluşturmaktadır.

Çalışma kapsamında kullanılan nüfus verisi; Türkiye İstatistik Kurumu'nun (TUIK) web sayfasında yer alan genel nüfus sayımlarından ve 2000 yılı sonrası için adrese dayalı nüfus kayıt sisteminden (ADNKS) elde edilmiştir. Uşak İli'nin 1955 yılı sayımında Kütahya'dan ayrılmış olması nedeniyle nüfusta meydana gelen azalmanın projeksiyon nüfusunun hesaplanmasında hataya neden olmaması nedeniyle çalışma 1955 ve sonrası nüfus sayım verisiyle sürdürülmüştür.

Çalışmanın sonraki bölümlerinde öncelikle nüfus projeksiyon yöntemlerinden kısaca bahsedilerek ekstrapolasyon nüfus projeksiyon yöntemi detaylandırılacak; basit ve kompleks ekstrapolasyon yöntemlerinden dört tanesi ele alınarak detaylı hesaplama çalışmaları gerçekleştirilecektir. Çalışma 2020 yılında Kütahya'nın sahip olacağı nüfus verisi itibarıyla; Mekansal Planlar Yapım Yönetmeliğine göre sahip olması gereken donatı miktarlarını sunarak sonlanacaktır.

2. NÜFUS PROJEKSİYON YÖNTEMLERİ

Projeksiyon, tahmin ve kestirim kavramları genellikle birbiriyle karıştırılmakta olup; projeksiyon; bir değişkenin gelecek değerleri gözönüne alınarak sayısal çıktılarına ilişkin varsayımlar dizisidir (nüfus gibi). Tahmin ise değişkenin gelecek değerini gerçekçi şekilde öngören projeksiyonun seçimidir. Kestirim; bir değişkenin güncel ya da geçmiş değerinin hesaplanması olarak tanımlanmaktadır (Alcantara, 2002).

Nüfus projeksiyonlarında (1) yaş gruplarına ve cinsiyete göre nüfus rakamlarına, (2) yaşa özel doğurganlık oranlarına, toplam doğurganlığa ve

üreme oranlarına, (3) çocuk ölüm oranlarına, model hayat tablosu anlamında bebek ve yetişkin ölüm seviyelerine ve hayatta kalma ümidi değerlerine, (5) ülke dışına net göçlerin yaş ve cinsiyete göre dağılımlarına ihtiyaç duyulmaktadır (Kocaman, 2002).

Her ülkenin birden fazla olası geleceği olması nedeniyle nüfus durumu belirsizdir. Bu geleceklerden bazıları diğerlerine göre daha olasıdır. Bu nedenle bir ülkenin nüfusunun explore edilmesinde (1) olası çıktılara ve (2) bu çıktıların olabilme ihtimaline ihtiyaç vardır. İstatistik şirketleri; tahmin ettikleri nüfus verisinin belirsizliğiyle genellikle 2 veya daha fazla doğum ve ölüm oranı ya da her ikisini birden kullanarak mücadele etmektedirler. Yakın zamanda, demograflar ve istatistikçiler olasılıksal nüfus tahminleri yapabilmek için metodlar geliştirmişlerdir. Bu metodlarda ilgili her değişken için öngörü aralıklarını hesaplamayı amaçlamışlardır (Keilman vd., 2002). Nüfus projeksiyonu bir bilimdir ve nüfusu projekte edebilmek için kullanılacak pek çok metod bulunmaktadır (Middle Rio Grande Regional Water Plan [MRGRWP], 2004).

Wilson (2011) çalışmasında projeksiyon modellerini 12 kategoride değerlendirmiş olup; bunlar (1) Eğilim (Trend) ekstrapolasyon modelleri, (2) ARIVA (Auto-Regressive Integrated Moving Average) Modelleri, (3) Karşılaştırmalı Metodlar, (4) Regresyon Modelleri, (5) Basit Bileşen Metodu, (6) Ekonomik Temel Metodu, (7) Konut Birimi Metodu, (8) Arazi Kullanım Metodu, (9) Kestirme Kohort Modeli, (10) Kohort Bileşen Modeli, (11) Mikrosimülasyon ve (12) Ortalama Projeksiyon modelidir (Wilson, 2011).

Segard ve Pasteels (2011) sigmoid eğrilerinin nüfusun modellenmesinde, iş gücü katılım oranlarında, enflasyonda, üretimin büyümesinde vb. daha fazla büyüme beklenmeyen uzun dönemli modellemelerde kullanışlı olduğunu ifade etmişlerdir.

Kocaman (2002) ise çalışmasında nüfus tahmin yöntemlerini (1) matematik yöntemler yardımıyla yapılan nüfus tahminleri, (2) demografik unsurlara bağlı nüfus projeksiyonları, (3) ekonomik yöntemlere dayanan nüfus projeksiyonları olmak üzere 3 başlık altında incelemiştir.

Durusoy (2005); nüfus projeksiyon yöntemlerini öznel ve nesnel yöntemler olmak üzere 2'ye ayırmıştır. Çalışmasında öznel yöntemlerden bahsetmezken; nesnel yöntemleri kendi arasında (1) eğilim ekstrapolasyonu, (2) kuşak-bileşen, (3) yapısal modeller olmak üzere 3'e ayırmıştır. Kuşak-bileşen (Cohort Component Method) alt başlığında herhangi bir kategorizasyon bulunmazken; yapısal modeller kendi içinde (1) ekonomik-demografik ve (2) kentsel sistemler olmak üzere 2'ye ayrılmaktadır. Eğilim ekstrapolasyon yöntemi ise (1) Basit, (2) Kompleks ve (3) Oran yöntemi olmak üzere 3 başlık altında incelenmektedir (Durusoy, 2005).

“A Practitioner’s Guide to State and Local Projections” adlı kitabında kuşak-bileşenleri (cohort-component) yönteminden ve yapısal ve mikrosimülasyon modellerinden de bahseden Smith vd., (2013) de; Durusoy’a (2005) benzer şekilde; ekstrapolasyon nüfus projeksiyon yöntemini (1) Basit, (2) Kompleks ve (3) Oran metodları olmak üzere 3 başlık altında incelemiştir.

Basit ekstrapolasyon metodları (1) lineer, (2) geometrik, (3) eksponensial; kompleks ekstrapolasyon metodları (1) lineer eğilim, (2) polynomial eğri düzenleme, (3) exponential eğri düzenleme, (4) lojistik eğri düzenleme ve (6) arima modeller başlıkları altında incelenmiştir (Smith vd., 2013).

Çubukçu (2008) ise ekstrapolasyon nüfus projeksiyon yöntemini (1) lineer form, (2) üstsel form, (3) limitli üstsel form ve (4) lojistik form başlıkları altında detaylandırmıştır. Gompertz Eğrisi, parabol eğrisi, kübik eğri ve S eğrisini ise diğer matematiksel formlar başlığı altında detaylandırmadan bırakmıştır.

Van Buskirk, Ryffel and associates inc., (2004) çalışmasında Lee Kasabası için (1) Kuşak Bileşenleri (Cohort Component Model), (2) Basit eğri düzeltme/ekstrapolasyon metodu, (3) Exponential Model ve (4) Gompertz (Sigmoid/Logistic) Modelini kullanmıştır.

Bir serideki eksik verilerin hesaplanabilmesi için geliştirilen matematiksel yöntem enterpolasyon olarak isimlendirilmektedir. Ekstrapolasyon ise bir zaman dizisinin kapsadığı dönemin veya verilerin dışındaki değerlerin geçmiş değerlerden hareketle tahmin edilmesidir (TDK, bt). Demografik literatürde işaret edilen ekstrapolasyon fonksiyonları (1) lineer model, (2) kuadratik ve kübik eğriler gibi polynomial modeller, (3) güç fonksiyonu (4) hiperbolik eğri, (5) exponential ve uyarlanmış exponential eğriler, (6) logistic eğri ve (7) gombertz eğrisidir (Wilson, 2011). Tabloda denklemlerine yer verilmiş olsa da tüm denklemlerden ayrıntılarıyla bahsedilmeyecek olup; (1) lineer form, (2) üstsel form, (3) limitli üstsel form ve (4) lojistik form ele alınacaktır.



2.1 Ekstrapolasyon Nüfus Projeksiyon Yöntemi

Ekstrapolasyon yönteminin tanımlayıcı özelliği; herhangi bir değişkenin gelecekteki değerinin; yalnızca tarihi (geçmişteki) değerleriyle belirlenmesidir. Bu yöntem; kısa dönemli projeksiyonlar ve az ya da hiç göç almayan yerleşmeler için doğru tahminler üretebilir. Bu modelin avantajı maliyetinin düşük olması ve az sayıda veri gerektirmesidir (Alcantara, 2002). 2 ya da 3 noktadan oluşan veri yeterlidir ancak bu durumda ekstrapolasyonun geleceği doğru şekilde kestirmesi risk taşımaktadır (Wilson, 2011).

Ekstrapolasyon tekniği; gelecekteki nüfus artışı güncel eğilimde devam edecek olan yerleşmeler için iyi bir projeksiyon yöntemidir. Bununla birlikte nüfus artış eğilimlerinin benzer olup olmadığını iyi değerlendirmek gerekmektedir (Winter Springs Adopted Comprehensive Plan [WSACP], 2009).

Wilson (2011) metropolitan olmayan alanlar için (1) karşılaştırmalı modeller, (2) kuşak bileşen (cohort component models), (3) kuşak bileşen için olan göç projeksiyon metodları (migration projection methods) ve (4) pek çok modelin ortalamasının kullanılabileceğinden bahsederken; (5) polinomial yöntem hariç trend ekstrapolasyon yöntemini de bunlardan biri olarak göstermiştir.

WSACP (2009) çalışmasında (1) Oran (Ratio) metodolojileri ve (2) ekstrapolasyon teknikleri yerel yönetimler için uygun olan nüfus projeksiyon metodları olarak gösterilmiştir.

Durusoy (2005) ise matematiksel yöntemlerin; en fazla gelecek beş yılın nüfus tahminlerinde kullanılabileceğini belirttiği sunumunda; bu yöntemin tercih nedenlerini nüfus gelişimine ilişkin

yeterli veri bulunmaması; geçmiş yıllara ait sınırlı veri bulunması, uygulamasının kolay olması, sıklıkla kullanılması ve zamanın bir fonksiyonu olduğunun kabul edilmesi olarak göstermektedir.

United Nations'ta [UN] (1952) belirtildiği üzere; kural olarak bir nüfus sayımından 2 veya daha fazla nüfus sayımına temellenen kestirimler daha güvenilirdir. Ekstrapolasyon; geçmişte gözlemlenen ve son sayıya kadar devam eden 2 tarih arasındaki artış türü varsayımını kullanmakta olup; genellikle eksik veya düşük kalitedeki güncel veriyi kullanan metodlara göre daha iyi sonuçlar vermektedir. Ekstrapolasyon; şimdiki zamanlardaki nüfus değişiminin geçmiş zamanlara göre bir sapma yaşamadığı ve yıl yıl sürekli bir ilerleme gösterdiği varsayımına dayanır (United Nations [UN], 1952).

UN (1952) ekstrapolasyonla üretilmiş kestirimlerin güvenilirliğini; (1) nüfus verisinin güvenilirliğine, (2) verinin farklı nüfus sayımlarıyla karşılaştırılabilirliğine, (3) nüfus sayım aralıklarının uzunluğuna (4) ekstrapolasyon metodunun seçiminin doğruluğuna bağlamıştır. Ancak en uygun metodun seçilmesi iyi bir değerlendirme gerektirmektedir ve daha güvenilir sonuç alma konusunda ekstrapolasyon modelinin kabul ettiği genel bir kural bulunmamaktadır (UN, 1952). Çalışmanın bu bölümünde basit ve kompleks ekstrapolasyon yöntemlerinden (1) lineer form, (2) üstsel form, (3) limitli üstsel form ve (4) lojistik formla ilgili teorik bilgi aktarılacaktır.

2.1.1 Basit Ekstrapolasyon Yöntemlerinden Bazıları

2.1.1.1 Aritmetik (lineer/doğrusal) Ekstrapolasyon Tekniği (LIN)

Lineer ekstrapolasyon tekniğinde nüfusun gözlemlenen dönemdeki ortalama artışla her gelecek dönem için aynı sayıda arttığı ya da azaldığı varsayılır (Rayers, 2004; Rayers, 2008). Bu teknikte nüfus her gelecek yıl için gözlenen dönemdeki ortalama yıllık artış ya da azalışla aynı sayıda artar ya da azalır (Alcantara, 2002). Ekstrapolasyonun en basit yöntemi; nüfusun bir sayımdan diğer sayıma artışındaki ortalama yıllık sayının hesaplanması ve her yıl için son sayımla eşit sayıda ekleme yapılması şeklindedir (UN, 1952).

Aritmetik (lineer) ekstrapolasyonda sabit bir sayısal değişim gözlenmektedir. Dolayısıyla örnek göstermek gerekirse; Winter Springs'e bugüne kadar her yıl yaklaşık 470 kişi ekleniyorsa; gelecekte de öyle olacağı varsayılır (Winter Springs Adopted Comprehensive Plan [WSACP], 2009).

Çubukçu (2008) denklemi şu şekilde belirtmiştir:

$$P=a+bT$$

$$a=\text{sabit}$$

$$b=\text{zaman katsayısı (Çubukçu, 2008).}$$

a ve b katsayıları en küçük kareler yöntemiyle tahmin edilirken hedef aşağıdaki denklemi minimize etmektir (Çubukçu, 2008):

$$\sum_{i=1}^n (P_i - a - bT_i)^2 \quad (\text{Çubukçu, 2008}).$$

P_i =i zaman diliminde yerleşke için gözlemlenen nüfus

$$n=\text{gözlem sayısı}$$

T_i =i zaman diliminde yerleşke için tahmin edilen nüfus (Çubukçu, 2008).

$$= \sum_{i=1}^n (P_i - a - bT_i)^2 \quad (\text{Çubukçu, 2008}).$$

$$=-b^* \quad (\text{Çubukçu, 2008}).$$

T=genellikle yıl cinsinden zaman

P=yerleşke nüfusu (Çubukçu, 2008).

ortalama değerlerdir (Çubukçu, 2008).

UN'ye (1952) göre aritmetik yöntemin kullanım nedenleri şu şekildedir:

(1) Hesaplanması kolaydır. Daha kompleks metodların daha güvenilir sonuçlar vereceği kesin değilse; en basit olan yöntemin kullanılmasında bir sakınca görülmez (UN, 1952).

(2) Oranın yüksek olduğu ve zamansal dönemin uzun olduğu durumlarda; aritmetik ortalama sabit geometrik oranda artış yöntemine göre daha doğru sonuçlar vermektedir (UN, 1952).

(3) Nüfus büyüme oranının zaman geçtikçe gevşeme eğiliminde olduğu örnekler bulunmaktadır. Nüfus artışının büyük nedeni iç göçse ve iç göçün yıllık sayısının nüfus büyümesindeki artış kadar olacağı söylenemiyorsa; aritmetik oranın kullanımı geometrik orana göre daha makuldür (UN, 1952).

(4) Nüfus sayımlarının eski dönemlere göre yeni dönemlerde daha güvenilir olduğunu varsaymak genellikle iyi bir nedendir. Geometrik yerine aritmetik yöntemi kullanmak bu nedenle tercih edilebilir (UN, 1952).

(5) Aritmetik olarak ekstrapole edilen alt toplamaların toplamı; daima aritmetik olarak ekstrapole edilen toplama eşittir. Diğer metodlardaki toplamalar; daha fazla tutarsızlık gösterir ve daha fazla düzenleme gerektirir (UN, 1952).



2.1.1.2 Geometrik (Üstel) Ekstrapolasyon Yöntemi (GEO)

Nüfusun en eski dönemde olduğu gibi; projeksiyon döneminde de aynı yıllık oranla artacağını ya da azalacağını varsayar (Alcantara, 2002). Geometrik ekstrapolasyon yönteminde sabit oran kavramı kullanılır. Dolayısıyla şehrin büyüme oranı %1,36 ise; gelecekte de her yıl bu oranda büyüme olacağı kabul edilmektedir (Winter Springs Adopted Comprehensive Plan [WSACP], 2009). Geometrik ekstrapolasyon yöntemi; büyüme değişikliğine orantılı sayıda sabit nüfus artışları varsaymaktır (UN, 1952).

Çubukçu (2008) denklemi şu şekilde ifade etmiştir:

$$P=a*b^T$$

Her 2 tarafın logaritması alınarak lineer forma dönüştürülen denklem şu hali alır (Çubukçu, 2008):

$$\text{Log}P=\text{Log} a + \text{Log} b*T \text{ (Çubukçu, 2008).}$$

$$\text{Log}P= \text{ (Çubukçu, 2008).}$$

$$\text{Log} P = - \text{ (Çubukçu, 2008).}$$

Geometrik ekstrapolasyonun bir sakıncası; ekstrapole edilen alt toplamların toplamının; ekstrapole edilen toplama eşit olmamasıdır. Artışların toplamıyla ilgili olarak; yıllar geçtikçe hata oranı artarak büyür. Pek çok nedenle geometrik ekstrapolasyonun tercih edildiği durumlarda; doğum, ölüm ve iç göç oranlarını ya da rakamlarını ekstrapole etmek, tüm nüfus büyüklüğünü ekstrapole etmekten daha iyi sonuç verecektir (UN, 1952).

Geometrik ekstrapolasyon; sayısal olarak azalma gözlenirse ve bununla birlikte zamansal dönem uzun olsa da pozitif nüfus kestirimi gösterir.

Geometrik ekstrapolasyon büyük dış göç alan ülkelerde daha tercih edilebilirdir (UN, 1952).

2.2 Kompleks Ekstrapolasyon Yöntemlerinden Bazıları

2.2.1 Modifiye Edilmiş (Limitli) Üstsel Form

Nüfusun bir üst limiti olduğunu ve bu üst limitin aşılamayacağını varsayar (Çubukçu, 2008).

Limitli üstsel form:

$$P=L-a*b^T \text{ (Çubukçu, 2008).}$$

L= yerleşkenin ulaşabileceği nüfusun üst limitidir (Çubukçu, 2008).

Denkleminde 2 tarafın logaritması alınır ve denklem lineer forma dönüştürülerek şu hali alır (Çubukçu, 2008):

$$\text{Log}(L-P)=\text{log}a+\text{log}b*T \text{ (Çubukçu, 2008).}$$

a ve b parametrelerinin tahmin değeri şu şekilde hesaplanır:

$$\text{log}a= \text{ (Çubukçu, 2008).}$$

$$\text{log}b= -\text{log} \text{ (Çubukçu, 2008).}$$

2.2.2 Lojistik Form (Pearl Reed Eğrisi)

En önemli özelliği gözlemlenen nüfus değerlerinin doğrudan kullanılması yerine terslerinin kullanılmasıdır. Lojistik formda da nüfusun bir üst limiti olduğu (L) ve bu limitin aşılamayacağı varsayılır (Çubukçu, 2008).

$$P=L/(1+a*b^T) \text{ (Çubukçu, 2008).}$$

Denkleminde her 2 tarafın logaritması alındığında denklem lineer forma dönüşerek şu hali alır (Çubukçu, 2008):

$\text{Log}(t) = \text{Log}a + \text{Log}b * T$ (Çubukçu, 2008).

$\text{log} =$ (Çubukçu, 2008).

$\text{log} = * \text{log}$ (Çubukçu, 2008).

2.3 Matematiksel Form Seçimi

Ekstrapolasyon yönteminde en önemli nokta; gözlemlenen değerleri en iyi açıklayan matematiksel formun seçilmesi olup; seçme işlemi (1) görsel olarak hangi eğrinin gözlemlenen değerleri en iyi açıkladığı, (2) gözlemlenen değerler ile projeksiyon ile elde edilen değerler arasındaki niceliksel fark dikkat edilmesi gereken noktalar- dır. Grafikselleştirme en basit ve yaygın yöntemlerden biri olup; görsel açıdan en uygun form seçilir (Çubukçu, 2008).

Niceliksel değerlendirmede ise;

$\text{OH} =$ (Çubukçu, 2008).

$P_i = i$ zaman dilimi için gözlemlenen nüfus

$= i$ zaman dilimi için tahmin edilmiş nüfus

$n =$ gözlem sayısı

Hesaplamalar sonucunda OH değeri en düşük olan matematiksel form seçilir (Çubukçu, 2008).

OMYH'nin (Ortalama mutlak hata yüzdesi) denklemi ise şu şekildedir:

$\text{OMYH} =$ (Bilgili, 2002).

$e_t =$ öngörü hatası yani tahmin edilen nüfusla gözlemlenen nüfus arasındaki fark ($P_i -$)

$Y_t = Y$ değişkenine ait gerçek değer yani gözlemlenen nüfus değeri (P_i)

$n =$ Nüfus dönemi sayısı

Hesaplamalar sonucunda yüzdesi alınacağı için sonuçlar yüzle çarpılır. OMYH değeri en düşük olan matematiksel form seçilir (Çubukçu, 2008).

3. GENEL NÜFUS SAYIMLARI VE ADNKS (ADRESE DAYALI NÜFUS KAYIT SİSTEMİ) İTİBARIYLA KÜTAHYA İL NÜFUSU

Kütahya ili ilk nüfus sayımının yapıldığı 1927 yılında yaklaşık 300.000 kişilik nüfusa sahip olup; Uşak'ın Kütahya'dan ayrılarak il statüsüne kavuştuğu 1955 genel nüfus sayımına kadar düzenli bir nüfus artışına sahiptir. 1955 yılından sonra nüfus artış eğiliminin devam ettiği Kütahya ili 2000 yılı genel nüfus sayımında 1927 yılı nüfus sayım sonuçlarına göre iki kattan daha fazla bir büyüme göstererek yaklaşık 650.000'e ulaşmıştır (bkz. Tablo 1). 2000 yılından sonra adrese dayalı nüfus kayıt sistemine geçilmesiyle birlikte 2013 yılına kadar her yıl için nüfus verisi elde edilebilmiş olup; Kütahya il nüfusunun 2007 yılı sonrasında düzensiz bir nüfus dağılımına sahip olduğu söylenebilir.

Çubukçu'nun (2008) belirttiği üzere; ekstrapolasyon nüfus projeksiyonlarında en yaygın olarak kullanılan formlar (1) doğrusal (lineer-aritmetik), üstsel (geometrik), limitli üstsel (modifiye edilmiş geometrik) ve lojistik formlardır. Bu çalışma Kütahya İl nüfusunun basit ekstrapolasyon yöntemlerinden doğrusal ve üstsel yöntemler ile kompleks ekstrapolasyon yöntemlerinden modifiye edilmiş üstsel form ve lojistik form aracılığıyla 2020 yılı için tahminlerini içermektedir.



Tablo 1. Türkiye Genel Sayım Yılları ve ADNKS İtibariyle Kütahya İl Nüfusu¹

Yıl	Toplam	Yıl	Toplam
1927	303641	1985	543384
1935	347682	1990	578020
1940	359890	2000	656903
1945	384625	2007	583910
1950	422815	2008	565884
1955	330978	2009	571804
1960	367753	2010	590496
1965	398081	2011	564264
1970	439967	2012	573421
1975	470423	2013	572059
1980	497089		

1 Tabloda yer alan 1927-2013 yıllarına ait Kütahya İli nüfus verisi Türkiye İstatistik Kurumu'nun <http://www.tuik.gov.tr/Start.do> web sitesi aracılığıyla genel nüfus sayımlarına ait dökümanlar ve adrese dayalı nüfus kayıt sistemi yardımıyla derlenmiştir.

4. KÜTAHYA İL NÜFUSUNUN EKSTRA-POLASYON NÜFUS PROJEKSİYON YÖNTEMİYLE HESAPLANMASI

4.1 Lineer form itibariyle 2020 Yılı Kütahya İl Nüfusu

Lineer form itibariyle ortalama yıl bilgisi ; ortalama yerleşke nüfusu olduğuna göre; nüfus denklemini

çözebilmek için öncelikle bu değerleri hesaplamamız gerekecektir. ; elimizdeki nüfus bilgisinin ait olduğu yılların toplamının ortalamasına eşittir. Hesaplamalarda 1955 yılından önceki nüfus sayımları; Uşak'ın bu dönem sonrasında Kütahya'dan ayrılmış olması nedeniyle sonuçları etkilememesi için değerlendirme dışında bırakılacaktır. Dolayısıyla;

Tablo 2. Lineer form itibariyle 2020 Yılı Kütahya İl Nüfusunun Hesaplanması

Yıl (Ti)	Nüfus (Pi)	(Ti-)	(Pi-)	(Ti-)(Pi-)	(Ti- ²)
1955	330978	-35,6	-188049	6699254,53	1269,141
1960	367753	-30,6	-151274	4632773,91	937,8906
1965	398081	-25,6	-120946	3099247,66	656,6406
1970	439967	-20,6	-79060	1630617,66	425,3906
1975	470423	-15,6	-48604	759441,406	244,1406
1980	497089	-10,6	-21938	233093,906	112,8906
1985	543384	-5,63	24356,8	-137006,72	31,64063
1990	578020	-0,63	58992,8	-36870,469	0,390625
2000	656903	9,375	137876	1292585,16	87,89063
2007	583910	16,38	64882,8	1062455,03	268,1406
2008	565884	17,38	46856,8	814136,031	301,8906
2009	571804	18,38	52776,8	969772,781	337,6406
2010	590496	19,38	71468,8	1384707,03	375,3906
2011	564264	20,38	45236,8	921698,781	415,1406
2012	573421	21,38	54393,8	1162666,41	456,8906
2013	572059	22,38	53031,8	1186585,41	500,6406

$$=(1955+1960+1965+1970+1975+1980+1985+1990+2000+2007+2008+2009+2010+2011+2012+2013)/16=1990,6$$

$$=(330978+367753+398081+439967+470423+497089+543384+578020+656903+583910+565884+571804+590496+564264+573421+572059)/16=519027,25$$

Bu değerlerin hesaplanmasının ardından nüfus tahminine yönelik denklemde ihtiyacımız olan veriler excel yardımıyla Tablo 2'deki gibi hesaplanabilir.

$$25675158,5$$

$$6421,75$$

Olduğuna göre;

$$= 25675158,5 / 6421,75 = 3998,15603$$

=-b* olduğuna göre;

$$= 519027,25 - 3998,15603 * 1990,6 = -7439802,1$$

= Tahmin edilmek istenen yıldaki nüfus bilgisi

$$= a + b * T$$

$$= -7439802,1 + 3998,15603 * T \text{ dir.}$$

T harfinin yerine il nüfusunun projekte etmek istediğimiz yıl yazılarak hesaplama yapılır.

$$= -7439802,1 + 3998,15603 * 2020 = 636473,083$$

Dolayısıyla Lineer ekstrapolasyon yöntemine göre 2020 yılında Kütahya İl nüfusunun 636473 kişi olması beklenmektedir.



4.2 Üstsel form itibariyle 2020 Yılı Kütahya İl Nüfusu

Üstsel forma ait denklemde sonuca ulaşılabilmesi için Tablo 3'teki gibi bir excel tablosu oluşturularak gerekli hesaplamalar gerçekleştirilir.

Tablo 3. Üstsel form itibariyle 2020 Yılı Kütahya İl Nüfusunun Hesaplanması

Yıl (Ti)	Nüfus (Pi)	logPi	(Ti-)	(logPi-log)	(Pi-)	(Ti-)(logPi-)	
1955	330978	5,52	-35,6	-0,19539103	-188049	6,960805532	1269,141
1960	367753	5,57	-30,6	-0,14963394	-151274	4,582539277	937,8906
1965	398081	5,6	-25,6	-0,11521871	-120946	2,952479448	656,6406
1970	439967	5,64	-20,6	-0,07177006	-79060	1,480257418	425,3906
1975	470423	5,67	-15,6	-0,04270161	-48604	0,667212697	244,1406
1980	497089	5,7	-10,6	-0,01875601	-21938	0,199282574	112,8906
1985	543384	5,74	-5,63	0,01991669	24356,8	-0,112031362	31,64063
1990	578020	5,76	-0,63	0,04675271	58992,8	-0,029220441	0,390625
2000	656903	5,82	9,375	0,10231109	137876	0,959166426	87,89063
2007	583910	5,77	16,38	0,05115575	64882,8	0,837675459	268,1406
2008	565884	5,75	17,38	0,03753725	46856,8	0,652209804	301,8906
2009	571804	5,76	18,38	0,04205703	52776,8	0,772797913	337,6406
2010	590496	5,77	19,38	0,0560268	71468,8	1,085519255	375,3906
2011	564264	5,75	20,38	0,03629218	45236,8	0,739453237	415,1406
2012	573421	5,76	21,38	0,04328343	54393,8	0,925183401	456,8906
2013	572059	5,76	22,38	0,04225066	53031,8	0,94535858	500,6406

$$23,61868922$$

$$6421,75$$

$$\log=23,61868922/6421,75=0,003677921$$

$$\log=-\log*T$$

$$\log= 5,71-0,003677921*T$$

$$\log= 5,71-0,003677921* 1990,6= -1,613414327$$

T projeksiyon nüfus yılı olduğuna göre; 2020 yılına eşittir. Denklemde yerine yazarsak;

$$\log=-1,613414327+0,003677921*T$$

$$\log=-1,613414327+0,003677921*2020= 5,815986104$$

Bu değerın antilogu alınınca 2020 yılında Kütahya İl nüfusu üstel forma göre aşağıdaki tahmini verecektir.

$$=654615,2$$

4.3 Limitli (Modifiye edilmiş) Üstsel Form İtibariyle 2020 Yılı Kütahya İl Nüfusu

Limitli üstsel form itibariyle Kütahya İl nüfusuna yönelik hesaplamalar bu bölümde aktarılmakta olup; lineer ve üstsel formlara benzer şekilde excelde hazırlanacak tablo yardımıyla denkleme ait hesaplamalar gerçekleştirilir (bkz. Tablo 4).

Tablo 4. Limitli (Modifiye edilmiş) Üstsel Form İtibariyle 2020 Yılı Kütahya İl Nüfusunun Hesaplanması

Yıl (Ti)	Nüfus (Pi)	log(L-Pi)	(Ti-)		(Ti-) log(L-Pi)-
1955	330978	5,8254404	-35,6	1269,14	-5,357079852
1960	367753	5,80088678	-30,6	937,891	-3,853254323
1965	398081	5,77953805	-25,6	656,641	-2,677090499
1970	439967	5,74821362	-20,6	425,391	-1,508664931
1975	470423	5,72392912	-15,6	244,141	-0,76348261
1980	497089	5,70149113	-10,6	112,891	-0,280764636
1985	543384	5,65955113	-5,63	31,6406	0,087272453
1990	578020	5,62529187	-0,63	0,39063	0,031108975
2000	656903	5,53541692	9,375	87,8906	-1,309212256
2007	583910	5,61918728	16,38	268,141	-0,9150178
2008	565884	5,63760579	17,38	301,891	-0,650875063
2009	571804	5,63164261	18,38	337,641	-0,797909054
2010	590496	5,61225815	19,38	375,391	-1,216906545
2011	564264	5,63922344	20,38	415,141	-0,730296758
2012	573421	5,62999947	21,38	456,891	-0,963301913
2013	572059	5,6313839	22,38	500,641	-0,977392152

log=5,72

= logaritması alınmış (L-Pi) değerlerinin toplanıp, 16'ya bölünerek ortalamasının alınması sonucunda elde edilen sayıyı ifade etmektedir.

log= -21,88286696/6421,75=-0,003407617

log=5,67506623-1990,6*-0,003407617=12,45835459

antilogları alındığında;

b=0,992184373

a=2,87313E+12

P=L-a*b^T

P₂₀₂₀=1000000-2,87313E+12*0,992184373²⁰²⁰

P₂₀₂₀=624190,7485

Dolayısıyla üstsel form itibariyle Kütahya İli'nin 2020 yılı nüfusu 624191 olarak tahmin edilmektedir.

4.3 Lojistik Form İtibariyle 2020 Yılı Kütahya İl Nüfusu

Lojistik form itibariyle Kütahya İl nüfusuna yönelik hesaplamalar bu bölümde aktarılmakta olup; lineer, üstsel ve limitli üstsel formlara benzer şekilde excelde hazırlanacak tablo yardımıyla denkleme ait hesaplamalar gerçekleştirilir (bkz. Tablo 5).

=5,71519016

L=1000000

23,61868922

6421,75



$$\log = 23,61868922/6421,75 = 0,003677921$$

Antilogu alındığında;

$$\log = 5,71519016 - 1990,6 * 0,003677921 = -1,606171342$$

$P = 10^{5,823229089} = 665624,1788$ bulunur.

$$\log = \text{Loga} + \text{Logb} * T$$

Dolayısıyla 2020 yılına ait Kütahya İl nüfusunun 665624 olacağı tahmin edilmektedir.

$$\log = -1,606171342 + 0,003677921 * 2020 = 5,823229089$$

Tablo 5. Lojistik Form İtibariyle 2020 Yılı Kütahya İl Nüfusunun Hesaplanması

Yıl (Ti)	Nüfus (Pi)	1/Pi	1/Pi-1/L	log(1/Pi-1/L)	-)	(Ti-)		(Ti-)[-]
1955	330978	3,021E-06	330978	5,519799127	-0,195391032	-35,6	1269,14	-196,6428439
1960	367753	2,719E-06	367753	5,565556224	-0,149633936	-30,6	937,891	-170,4451594
1965	398081	2,512E-06	398081	5,59997145	-0,11521871	-25,6	656,641	-143,4992684
1970	439967	2,273E-06	439967	5,643420103	-0,071770057	-20,6	425,391	-116,3955396
1975	470423	2,126E-06	470423	5,672488547	-0,042701613	-15,6	244,141	-88,63263355
1980	497089	2,012E-06	497089	5,696434153	-0,018756007	-10,6	112,891	-60,52461287
1985	543384	1,84E-06	543384	5,735106846	0,019916687	-5,63	31,6406	-32,25997601
1990	578020	1,73E-06	578020	5,761942866	0,046752706	-0,63	0,39063	-3,601214291
2000	656903	1,522E-06	656903	5,817501245	0,102311085	9,375	87,8906	54,53907417
2007	583910	1,713E-06	583910	5,766345913	0,051155753	16,38	268,141	94,42391433
2008	565884	1,767E-06	565884	5,752727415	0,037537255	17,38	301,891	99,95363883
2009	571804	1,749E-06	571804	5,757247189	0,042057029	18,38	337,641	105,7894171
2010	590496	1,693E-06	590496	5,77121696	0,0560268	19,38	375,391	111,8173286
2011	564264	1,772E-06	564264	5,751482343	0,036292183	20,38	415,141	117,1864527
2012	573421	1,744E-06	573421	5,758473594	0,043283434	21,38	456,891	123,0873731
2013	572059	1,748E-06	572059	5,757440823	0,042250663	22,38	500,641	128,8227384

4.4 İdeal Formun Seçimi

Her yöntem sonucunda bulduğumuz a ve b değerlerini aynı yöntemle özgü denklemde yerine yazarak ve sadece yıl bilgisini nüfus sayım dönemlerindeki yıl bilgisi olarak girerek geçmişe yönelik nüfus tahminlerinden oluşan Tablo 6 hazırlanmıştır. Bu tablo yardımıyla OH ve

OMYH değerleri hesaplanır ve sonrasında en düşük OH ve OMYH değerlerini sağlayan ekstrapolasyon yöntemi Kütahya İli için belirlenir (bkz. Tablo 7 ve 8).

OMYH değeri, OH değerine göre daha güvenilir olduğundan; OMYH değeri en düşük olan limitli üstsel form Kütahya ili için en uygun form olarak belirlenmiştir. Dolayısıyla Kütahya İl nüfusunun 2020 yılında 624191 olacağı belirlenmiş olur.

Tablo 6. Ekstrapolasyon Nüfus Projeksiyon Yöntemleri İtibariyle Kütahya İl Nüfusu

Yıl (Ti)	Nüfus (Pi)	Lineer Form (Pi)		LimitliPi	LojistikPi
1955	330978	376592,9414	377503,723	374161,0372	383852,3679
1960	367753	396583,7215	393831,8578	398238,345	400455,1
1965	398081	416574,5017	410866,2319	421389,3493	417775,9486
1970	439967	436565,2818	428637,3923	443649,6871	435845,9744
1975	470423	456556,062	447177,2071	465053,6241	454697,5813
1980	497089	476546,8422	466518,9228	485634,1077	474364,5752
1985	543384	496537,6223	486697,2241	505422,8179	494882,2237
1990	578020	516528,4025	507748,2956	524450,2159	516287,3203
2000	656903	556509,9628	552621,3816	560337,1053	561915,0566
2007	583910	584497,055	586371,8749	583834,0987	596233,1466
2008	565884	588495,2111	591358,7842	587086,6961	601303,923
2009	571804	592493,3671	596388,1057	590313,8725	606417,8248
2010	590496	596491,5231	601460,2	593515,8264	611575,2187
2011	564264	600489,6792	606575,4309	596692,755	616776,4746
2012	573421	604487,8352	611734,1652	599844,854	622021,9656
2013	572059	608485,9912	616936,7729	602972,3173	627312,0678



**Tablo 7. Ekstrapolasyon Nüfus Projeksiyon Yöntemleri İtibariyle
OH Değerinin Hesaplanması**

Yıl (Ti)	Nüfus (Pi)	Lineer Form (Pi)	Pi-LineerPi		Pi-	LimitliPi	Pi-LimitliPi	LojistikPi	Pi-LojistikPi
1955	330978	376592,9414	-45614,94135	377503,723	-46525,723	374161,0372	-43183,0372	383852,3679	-52874,3679
1960	367753	396583,7215	-28830,72151	393831,8578	-26078,85777	398238,345	-30485,345	400455,1	-32702,1
1965	398081	416574,5017	-18493,50167	410866,2319	-12785,2319	421389,3493	-23308,3493	417775,9486	-19694,9486
1970	439967	436565,2818	3401,718165	428637,3923	11329,60771	443649,6871	-3682,68711	435845,9744	4121,02561
1975	470423	456556,062	13866,938	447177,2071	23245,79291	465053,6241	5369,375944	454697,5813	15725,4187
1980	497089	476546,8422	20542,15784	466518,9228	30570,07716	485634,1077	11454,89233	474364,5752	22724,4248
1985	543384	496537,6223	46846,37768	486697,2241	56686,7759	505422,8179	37961,1821	494882,2237	48501,7763
1990	578020	516528,4025	61491,59752	507748,2956	70271,70439	524450,2159	53569,78412	516287,3203	61732,6797
2000	656903	556509,9628	100393,0372	552621,3816	104281,6184	560337,1053	96565,89475	561915,0566	94987,9434
2007	583910	584497,055	-587,0550278	586371,8749	-2461,874879	583834,0987	75,90129881	596233,1466	-12323,1466
2008	565884	588495,2111	-22611,21106	591358,7842	-25474,78425	587086,6961	-21202,6961	601303,923	-35419,923
2009	571804	592493,3671	-20689,36709	596388,1057	-24584,10572	590313,8725	-18509,8725	606417,8248	-34613,8248
2010	590496	596491,5231	-5995,523125	601460,2	-10964,2	593515,8264	-3019,82638	611575,2187	-21079,2187
2011	564264	600489,6792	-36225,67916	606575,4309	-42311,43086	596692,755	-32428,755	616776,4746	-52512,4746
2012	573421	604487,8352	-31066,83519	611734,1652	-38313,16515	599844,854	-26423,854	622021,9656	-48600,9656
2013	572059	608485,9912	-36426,99122	616936,7729	-44877,77286	602972,3173	-30913,3173	627312,0678	-55253,0678
Toplam			0		22008,43006		-28160,7094		-117280,769
OH		EN DÜŞÜK OH'yi SEÇ	0		1375,526879		-1760,04434		-7330,04808

Tablo 8. Ekstrapolasyon Nüfus Projeksiyon Yöntemleri İtibariyle OMYH Değerinin Hesaplanması

Yıl (Ti)	Nüfus (Pi)	Lineer Form (Pi)	Lineer için	Nüfus için	Form için	Limitli Pi	Limitli Form için	Lojistik Pi	Lojistik Form için
1955	330978	376592,9414	0,137818651	377503,723	0,14057044	374161,0372	0,13047102	383852,3679	0,159751911
1960	367753	396583,7215	0,078396972	393831,8578	0,070914059	398238,345	0,082896251	400455,1	0,088924088
1965	398081	416574,5017	0,04645663	410866,2319	0,032117162	421389,3493	0,058551776	417775,9486	0,049474727
1970	439967	436565,2818	0,007731758	428637,3923	0,02575104	443649,6871	0,008370371	435845,9744	0,00936667
1975	470423	456556,062	0,029477594	447177,2071	0,049414661	465053,6241	0,011413932	454697,5813	0,033428252
1980	497089	476546,8422	0,041324909	466518,9228	0,061498197	485634,1077	0,023043947	474364,5752	0,045715002
1985	543384	496537,6223	0,086212288	486697,2241	0,104321761	505422,8179	0,069860692	494882,2237	0,089258749
1990	578020	516528,4025	0,106383166	507748,2956	0,121573137	524450,2159	0,092678081	516287,3203	0,106800249
2000	656903	556509,9628	0,152827795	552621,3816	0,158747362	560337,1053	0,147001756	561915,0566	0,144599649
2007	583910	584497,055	0,001005386	586371,8749	0,004216189	583834,0987	0,000129988	596233,1466	0,021104531
2008	565884	588495,2111	0,039957325	591358,7842	0,045017679	587086,6961	0,037468273	601303,923	0,062592197
2009	571804	592493,3671	0,03618262	596388,1057	0,042993938	590313,8725	0,032371009	606417,8248	0,060534422
2010	590496	596491,5231	0,010153368	601460,2	0,01856778	593515,8264	0,005114051	611575,2187	0,035697479
2011	564264	600489,6792	0,064199877	606575,4309	0,074985168	596692,755	0,057470891	616776,4746	0,093063663
2012	573421	604487,8352	0,054178056	611734,1652	0,066815072	599844,854	0,046081071	622021,9656	0,084756166
2013	572059	608485,9912	0,063676983	616936,7729	0,078449553	602972,3173	0,054038687	627312,0678	0,09658631
Toplam			0,955983377		1,095953196		0,856961795		1,181654065
Dönem Sayısı	16								
OMYH		EN DÜŞÜK OMYH'yi SEÇ	5,974896105		6,849707475		5,356011216		7,385337906
Yüzde	100								

Tablo 9. 2020 Yılında Kütahya İli'nin İhtiyacı Olacak Kentsel, Sosyal ve Teknik Altyapı Alanlarının Hesaplanması²

KÜTAHYA İLİ 2020 YILI NÜFUSU			624.191					
ALTYAPI ALANLARI	m ² /kişi	Asgari Birim Alan (m ²)	Kütahya 2020 Nüfusu İtibariyle Toplam Alan m ²	Kütahya 2020 Yılı Alan (Ha)	Min Alan İtibariyle (m ²) Fonksiyon Adedi	Maks Alan İtibariyle (m ²) Fonksiyon Adedi		
EĞİTİM TESİSLERİ ALANI	Anaokulu	0,60	2.000-4.000	374514,6	37,45146	187	94	
		1,60	4.000-7.000	998705,6	99,87056	250	143	
	Ortaokul	1,60	5.000-9.000	998705,6	99,87056	200	111	
	Gündüzlü Lise	2,00	6.000-10.000	1248382	124,8382	208	125	
	Yatılı Lise	2,00	10.000-15.000	1248382	124,8382	125	83	
	Endüstri Meslek Lisesi, Çok Programlı Lise	2,00	10.000-25.000	1248382	124,8382	125	50	
		2,00	2.000-4.000	1248382	124,8382	624	312	
	Halk Eğitim Merkezi Olgunlaşma Enstitüsü	2,00	3.000-5.000	1248382	124,8382	416	250	
	SOSYAL AÇIK VE YEŞİL ALANLAR	Park	10,00		6241910	624,191	-	-
		Botanik Parkı	10,00		6241910	624,191	-	-
Hayvanat Bahçesi		10,00		6241910	624,191	-	-	
Mesire Yeri		10,00		6241910	624,191	-	-	
Rekreasyon		10,00		6241910	624,191	-	-	
Aile Sağlık Merkezi		1,60	750-2.000	998705,6	99,87056	1.332	499	
Basamak Sağlık Tesisleri		1,60	3.000	998705,6	99,87056	333	333	
Ağız ve Diş Sağlığı Merkezi		1,60		998705,6	99,87056	9.079	9.079	
Doğum ve Çocuk Bakım Evleri		1,60		998705,6	99,87056	7.682	7.682	
Devlet Hastaneleri		1,60		998705,6	99,87056	7682,350769	7682,350769	
SAĞLIK TESİSLERİ ALANI		1,60	Yatak başına (130) m ²	998705,6	99,87056	7.682	7.682	
	Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastaneleri	1,60		998705,6	99,87056	7.682	7.682	
	Sağlık Kampüsleri	1,60	Yatak başına (220) m ²	998705,6	99,87056	4.540	4.540	
						-	-	
						-	-	
						-	-	
						-	-	
						-	-	
						-	-	
						-	-	
SOSYAL ve KÜLTÜREL TESİSLER ALANI		1,00		624191	62,4191	-	-	
						-	-	
						-	-	
						-	-	
						-	-	
TEKNİK ALTYAPI (Yol ve Otopark hariç)	Küçük ibadet yeri	0,75	1.000	468143,25	46,814325	468	468	
	Orta ibadet yeri	0,75	2.500	468143,25	46,814325	187	187	
	Büyük ibadet yeri ve külliyesi	0,75	15.000	468143,25	46,814325	31	31	
					31,20955	-	-	
		0,50		312095,5	0	-	-	
Toplam			56395656,85	5639,565685				

2 Mekansal Planlar Yapım Yönetmeliği Ek-2 Tablosu baz alınarak hazırlanmıştır.

Bu aşamadan sonra Mekansal Planlar Yapım Yönetmeliği'nde belirtilen kriterler dikkate alınarak Kütahya İli'nin ihtiyacı olan kentsel, sosyal ve teknik altyapı alanları hesaplanır. Kentsel, Sosyal ve Teknik Altyapı türleri itibariyle Kütahya'nın ihtiyacı olan toplam alan miktarı fonksiyonlar ve fonksiyonlara ait minimum, maksimum alan gereksinimleri itibariyle Tablo 9.'da görüldüğü gibi hesaplanır. Dolayısıyla Kütahya ili sahip olduğu ve gerçekleştirdiği mevcut kentsel, sosyal ve teknik altyapı alanlarını, 2020 yılında ihtiyacı olacak miktardan çıkardığında; önümüzdeki beş yıllık yatırım programını gerçekleştirme gereken fonksiyonlar itibariyle planlayabilecektir.

SONUÇ

Rayer'ın (2008) da söylediği gibi; geleceğe ilişkin nüfus hesapları kent ve arazi kullanım planlamasında ekonomik gelişmedeki yenilikler, altyapı, ulaşım ve sağlık hizmetlerinin planlanması, su taleplerinin değerlendirilmesinde, doğal kaynakların yönetilmesinde ve korunmasında ve diğer uygulamalarda geniş kullanım alanı bulmaktadır (Rayers, 2008). Bununla birlikte kentsel ve kırsal alanlara yönelik planlama çalışmalarını gerçekleştiren şehir plancılar için planlama alanının nüfus kestiriminin gerçeğe en yakın şekilde tahmin edilmiş olması büyük önem taşımaktadır. Nüfus kestiriminin gerçeğe yakınlık derecesi alınan planlama kararlarının amacına ulaşmasında ve revizyona minimum ihtiyaç bırakmasında önemlidir.

Nüfusun öngörümü bazı demografik metodları içermekte olup; nüfus projeksiyonu yapan plancılar ya da uygulayıcılar; (1) kullanılacak metodun seçimi, (2) girdi olacak verinin belirlenmesi, (3) kabul edilecek varsayımların belirlenmesi, (4)

özellikli nüfusların değerlendirilmesi vb. pek çok konunun seçimiyle yüzleşmektedirler (Rayers, 2008). Dolayısıyla plandan sorumlu olan ekibin planlama alanını tanıması ve uygun nüfus projeksiyon yöntemini belirlemesi yapılacak planın uygulanabilirliği açısından önemlidir.

Bu çalışmanın birinci amacı şehir planlama öğrencilerinin ve şehir plancıların planlama çalışmalarına başlarken analiz aşamasından sonra ihtiyaç duyacağı temel bilgi olan ve plan kararlarının büyük oranda üzerine temelleneceği plan projeksiyon yılı nüfusunu hesaplamaya yönelik bir yöntemi aktarmaktır. Çalışma kapsamında en çok kullanılan yöntemlerden biri olan ekstrapolasyon nüfus projeksiyon yöntemi belirlenmiş olup; (1) lineer form, (2) üstsel form, (3) limitli üstsel form ve (4) lojistik form seçilmiş ve detaylı hesapları aktarılmıştır.

Genellikle 20-30 yıl gibi uzun dönemli olarak hazırlanarak onaylanan planlama çalışmalarında; kısa dönemli olarak planın durumunu değerlendirmek ve ihtiyaçlarını ortaya koymak amacıyla; belki de plan etap yıllarına paralel olarak uygulanabilecek ekstrapolasyon yönteminin ortaya koyulmuş olması nedeniyle; çalışmanın bu anlamda amacına ulaştığı söylenebilir.

Çalışmanın ikinci amacı ise 2020 yılı itibariyle Kütahya İl nüfusunu hesaplayarak; Kütahya'nın ihtiyaç duyacağı kentsel, sosyal ve teknik altyapı miktarını tespit etmektir. Çalışma kapsamında kullanılan nüfus verisi; Türkiye İstatistik Kurumu'nun (TÜİK) web sayfasında yer alan genel nüfus sayımlarından ve 2000 yılı sonrası için adrese dayalı nüfus kayıt sisteminden (ADNKS) elde edilmiştir.



Çalışma sonucunda 2020 yılında Kütahya il nüfusunun lineer ekstrapolasyon yönteme göre 636.473'e, üstsel ekstrapolasyon yönteme göre 654.615'e, limitli üstsel ekstrapolasyon yönteme göre 624.191'e ve son olarak lojistik ekstrapolasyon yönteme göre 665.624'e ulaşacağı tahmin edilmiştir. Ortalama hata (OH) ve ortalama mutlak hata yüzdesi (OMYH) hesaplandığında en düşük OH değeri itibariyle lineer form, en düşük OMYH değeri itibariyle limitli üstsel formun Kütahya ili için en uygun formlar olduğu belirlenmiştir. Ancak ortalama hata (OH) değerlerinin hata oranını daha yüksek veriyor olması nedeniyle ortalama mutlak hata yüzdesi (OMYH) dikkate alınmış ve Kütahya ili için en uygun formun limitli üstsel ekstrapolasyon yöntemi olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla Kütahya ili 2020 yılında 624.191 kişiye ulaşacaktır.

Bu durumda 2020 yılında Kütahya İli arazi kullanım durumu incelendiğinde; asgari koşulların sağlanması için kreş+anaokulu, ilköğretim ve ortaöğretim tesisleri, dini tesis, sağlık tesisi, idari tesisler, halk eğitim merkezi, sosyal tesis alanları, kültürel tesis alanları, teknik altyapı alanları (yol ve otopark hariç) ve yeşil alanları kapsayan toplam 2272 hektarlık kamusal alana ihtiyaç duyulmaktadır. Dolayısıyla; hedef uzun dönemli tamamlanmış bir planın kısa dönemli plan etaplarını kontrol etmekse; mevcutta planlanmış ancak henüz uygulanmamış yeterli miktarda ve türde kamusal alanın bu süreçte uygulama görmesi gerekecektir. Dolayısıyla Kütahya ili sahip olduğu ve gerçekleştirdiği mevcut kentsel, sosyal ve teknik altyapı alanlarını, 2020 yılında ihtiyacı olacak miktardan çıkardığında; önümüzdeki beş yıllık yatırım programını gerçekleştirilmesi gereken

fonksiyonlar itibariyle planlayabilecektir. Çalışma bu anlamda da amacına ulaşmıştır.

Kütahya İli'ne ait mevcut kentsel, sosyal ve teknik altyapı alanlarının değerlendirmeye katılmamış olması, Kütahya İli'nin taşıyabileceği maksimum nüfus miktarının ayrı bir çalışma gerektiriyor olması nedeniyle bilinmeksizin limit değerinin 1.000.000 olarak alınmış olması çalışmanın eksik yönlerini oluşturmaktadır. Şehir planlama öğrencilerine ve şehir planlama çalışmalarının müellifleri ile uygulayıcılarına planlama alanlarına ilişkin kısa dönemli yatırım kararlarını revize edecek yöntem önerisi sunması bu çalışmanın literatüre katkısını oluşturmaktadır.

KAYNAKLAR

ALCANTARA, A. N., (2002). "Population Projections Without Trying" Data Users Conference September 24, 2002 <http://bber.unm.edu/presentations/projections.pdf>, **08.05.2014**

BİLGİLİ, F., (2002). "VAR, ARIMA, Üstsel Düzleme, Karma ve İlave-Faktör Yöntemlerinin Özel Tüketim Harcamalarına Ait Ex Post Öngörü Başarılarının Karşılaştırılması" DEÜ İİBF Dergisi, 17(1) (185-211) file:///C:/Users/User/Desktop/131-756-1-PB.pdf, **29.05.2014**

ÇUBUKÇU, K. M., (2008). Planlamada Klasik Sayısal Yöntemler ODTÜ Yayıncılık, Ankara.

DURUSOY, R., (2005). "Nüfus Projeksiyon Yöntemleri" Halk Sağlığı Anabilim Dalı Seminer Programı http://halksagligi.med.ege.edu.tr/seminerler/2004-05/NufusProjeksiyonYontemleri_RD.pdf, **16.05.2014**

- KEILMAN, N., PHAM, D. Q., & HETLAND, A., (2002).** “Why Population Forecasts Should Be Probabilistic-Illustrated By The Case Of Norway” *Demographic Research*, 6 (15) (409-454) <http://www.demographic-research.org/volumes/vol6/15/6-15.pdf>, **30.04.2014**
- KOCAMAN, T., (2002).** Plan Nüfus Projeksiyon Yöntemleri TC Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı (DPT), Sosyal Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü, Ankara http://www3.kalkinma.gov.tr/DocObjects/view/12923/Plan_N%C3%BCfus_Projeksiyon_Y%C3%B6ntemleri.pdf, **16.05.2014**
- MALTHUS, T., (1998).** An Essay On The Principles Of Population St. Paul’s Church Yard, London <http://www.esp.org/books/malthus/population/malthus.pdf>, **29.04.2014**
- MIDDLE RIO GRANDE REGIONAL WATER PLAN (MRGRWP), (2004).** http://www.ose.state.nm.us/Planning/RWP/region_12.php, **08.05.2014**
- O’NEILL, B. C., BALK, D., BRICKMAN, M., & ERZA, M., (2001).** “A Guide To Global Population Projections” *Demographic Research*, 4(8) (203-288) <http://www.demographic-research.org/volumes/vol4/8/4-8.pdf>, **30.04.2014**
- MEKANSAL PLANLAR YAPIM YÖNETMELİĞİ, (2014).** <http://www.resmigazete.gov.tr/main.aspx?home=http%3A%2F%2Fwww.resmigazete.gov.tr%2Feskiler%2F2014%2F06%2F20140614.htm&main=http%3A%2F%2Fwww.resmigazete.gov.tr%2Feskiler%2F2014%2F06%2F20140614.htm>, **06.08.2014**
- RAYERS, S., (2004).** “Assessing The Accuracy of Trend Extrapolation Methods For Population Projections: The Long View” Annual Meeting of Southern Demographic Association https://www.bebr.ufl.edu/files/SDA2004_AccuracyEvaluation_0.pdf, **13.05.2014**
- RAYER, S., (2008).** “Population Forecast Errors, A Primer For Planners” *Journal of Planning Education and Research*, 27 (417-430) <http://jpe.sagepub.com/content/early/2008/02/04/0739456X07313925.full.pdf+html>, **02.05.2014**
- SADİK, N., (2001).** “Feeding The World, Sustaining The Earth: The Critical Importance of Population Issues” Consultative Group On International Agricultural Research (CGIAR) <http://www.worldbank.org/html/cgiar/publications/crawford/craw01.pdf>, **29.04.2014**
- SCHEIDEL, W., (2006).** “Population And Demography” Princeton/Stanford Working Papers in Classics <http://www.princeton.edu/~pswpc/pdfs/scheidel/040604.pdf>, **29.04.2014**
- SEGARD, G. H., & PASTEELS, J. M., (2011).** “Projections of Economically Active Population, A Review of National And International Methodologies” http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---stat/documents/publication/wcms_213755.pdf, **12.05.2014**
- SMITH, S. K., TAYMAN, J., & SWANSON, D. A., (2013).** A Practitioner’s Guide To State And Local Population Projections, Land, K. C. (Eds.) The Springer Series On Demographic Methods And Population Analysis, Springer, Newyork London <http://download.springer.com/static/pdf/501/bok%253A978-94-007-7551-0>.



pdf?auth66=1400401431_21fe0e25cf266da
flf3af43d60becb62&ext=.pdf, **16.05.2014**

TÜRK DİL KURUMU (TDK), (bt). http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_bts&arama=kelime&guid=TDK.GTS.5375d9a5315a56.34751297, **16.05.2014**

TÜRKİYE İSTATİSTİK KURUMU (TÜİK). <http://www.tuik.gov.tr/Start.do>, **10.05.2014**

UNITED NATIONS (UN), (1952). Manual I: Methods For Estimating Total Population For Current Dates United Nations Publications <http://www.un.org/esa/population/techcoop/DemEst/manual1/manual1.html>, **12.05.2014**

VAN BUSKIRK, RYFFEL AND ASSOCIATES INC., (2004). “Population Model To Forecast Population Growth of Lehigh Acres Over Time To Build-Out” Project No: 2620 <http://www.interactivegrowthmodel.com/pdf/POPULATION-MODEL-LEHIGH.pdf>, **09.05.2014**

WHY POPULATION MATTERS, (bt). <https://www.populationinstitute.org/resources/why-populationmatters/>, **29.04.2014**

WILSON, T., (2011). “A Review of Sub-Regional Population Projection Methods” The University of Queensland Queensland Centre for Population Research School Of Geography, Planning And Environmental Management <http://gpem.uq.edu.au/qcpr-docs/SubRegionalProjectionMethodsReview.pdf>, **09.05.2014**

WINTER SPRINGS ADOPTED COMPREHENSIVE PLAN (WSACP), (2009). <http://www.winterspringsfl.org/EN/web/dept/cd/48964/complan.htm>, **06.05.2014**