

## Şehir Planlamada Nüfus Kavramı ve Tahmininde Kullanılan Matematiksel Yöntemler

**İrem Ayhan Selçuk**

*Dokuz Eylül Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, 35160, İzmir, Türkiye*

Geliş Tarihi (Received) : 05.06.2014 - Kabul Tarihi (Accepted) : 05.08.2014

### ÖZET

Nüfus belirli sınırların içerisinde kalan bir alanın belirli bir zamanda sahip olduğu insan sayısıdır. İnsanların temel gereksinimlerinin üretim alanları olan doğal kaynakların sınırlı olması ve insanlığın yeryüzünde işgal edebileceği alanların yüzölçümü ile kendi varlığını sürdürmesi için koruması gerekli olan alanların yüzölçümü arasındaki dengenin korunması ihtiyacı nedeniyle nüfusun kestirimi ve planlanması büyük önem taşımaktadır. Kırsal ve kentsel alanların birlikteliğinden oluşan şehirleri planlamakla yükümlü olan şehir plancıları için nüfusa yönelik tahminlerin doğruluğu, planlama çalışmalarının geçerliliği ve güvenilirliği açısından önemlidir. Bu çalışmanın amacı şehir planlama için nüfus kavramının önemini ortaya koyarken; nüfus kestirim yöntemlerinden matematiksel yöntemlerin neler olduğunu incelemektir. Nüfus kavramının planlama çalışmalarındaki önemi ve planlama çalışmalarında kullanılabilecek matematiksel yöntemleri tarif etme gereksinimi çalışmanın ortaya çıkış kaynağını oluşturmaktadır. Şehir planlama çalışmalarında nüfus verisinin kullanım şeklini matematiksel yöntemleri planlama sürecine dâhil ederek aktarıyor olması çalışmanın bilime katkısını oluşturacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Nüfus, şehir planlama, matematiksel yöntemler, kestirim, projeksiyon

## Population Subject in Urban Planning and Mathematical Methods Using for The Forecast of Them

### ABSTRACT

Population is the number of person in a specific area and specific time. Because of the limited natural production areas and conservation effort of the balance between areas which is important for the presence of people and areas which is necessary to use; forecasting and planning of the population is important. Accuracy of the population forecasts are important for urban planners due to the validity and reliability of planning studies. The aim of this study is to emphasize the importance of population concept for urban planners and explaining the mathematical methods for the forecast of population. The emergence of the source of the study is the need of describing the population forecasting methods which can use in urban planning studies. Establishing the relation between urban planning and use of population data is the contribution of this study.

**Key Words:** Population, city planning, mathematical methods, bias, projection

İletişim Yazarı(Correspondence): İrem Ayhan Selçuk e-posta (e-mail): irem.ayhan@deu.edu.tr

ISSN : 2147-6683

©2014Hasan Kalyoncu Üniversitesi Güzel Sanatlar ve Mimarlık Fakültesi

## 1. GİRİŞ

Demografik faktörler geleceğin ekonomik, sosyal ve çevresel değişimindeki nedenlerin ve yanıtların her ikisinin de önemli bileşenleridir (O'Neill ve diğ., 2001). Demografi salt sayıların ötesinde uzak geçmişle ilgili anlamak istediğimiz ya da öğrenmek istediğimiz şeylerle ilişkilidir (Scheidel, 2006).

Dünyanın karşı karşıya olduğu iklim, enerji, yoksulluk, gıda, küresel ekonomi, politik istikrarsızlık gibi pek çok kriz nüfus gelişimiyle ilişkilidir. İklim değişikliği, artan enerji fiyatları, artan su kıtlığı, toprak erozyonu ve tarım arazilerinin kaybı; süreci daha da zorlaştırmaktadır (Anonim, b.t.). 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 engellemektedir (Sadık, 2001). Bununla birlikte; altyapı ve hizmet sektöründe olduğu gibi; nüfus kestiriminin güncellenmesi de bir şehrin büyümesinin planlanması için önemlidir (Anonim, 2009).

Nüfus kestirimlerinin gerçekleştirilmesinde yerel alanlarda daha çok 10 yıldan daha az dönemleri kapsayan kısa dönemli kestirimler kullanılırken; ulusal ve küresel kestirimler 10'larca yıla bazı durumlarda ise 100 yıla kadar yayılmaktadır. Bu uzun dönemli kestirimler tipik olarak daha sınırlı çıktı üretmekte olup; nüfus yaş ve cinsiyete göre ayrıştırılır. Bunun aksine kısa dönemli kestirimlerde yani daha küçük yerleşmelerde; eğitim, emek gücü kompozisyonu, kentsel konut alanları ve hanehalkı büyüklüğü gibi başka özellikler de belirlenir (O'Neill ve diğ., 2001).

Dünya nüfusunu dikkate alırsak nüfus 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512 gibi geometrik olarak artarken; geçim kaynakları 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 şeklinde aritmetik olarak 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 şehir planlama disiplini için nüfus kavramının önemini ortaya koyarken; bu kapsamda nüfus kestiriminde kullanılan matematiksel yöntemlerin neler olduğunu incelemektir. Nüfus kavramının planlama çalışmalarındaki önemini ve planlama çalışmalarında kullanılacak matematiksel yöntemleri tarif etme gereksinimi çalışmanın ortaya çıkış kaynağını oluşturmaktadır. Şehir planlama çalışmalarında nüfus verisine ihtiyaç duyulan alanları planlama sürecine matematiksel yöntemleri dâhil ederek aktarıyor olması çalışmanın bilime katkısını oluşturacaktır.

## 2. ŞEHİR PLANLAMA ÇALIŞMALARI İÇİN NÜFUS KAVRAMI

Şehir planlama; planı yapılacak yerleşmeye ait sorun ve potansiyellerin belirlenerek, mevcut duruma ilişkin analizlerin yapıldığı; çalışma alanının ülke ve bölge ve hatta dünya ölçeğinde gelecekteki vizyonunun ve misyonunun belirlendiği ve bu vizyon ve misyona yönelik koruma ve yatırım kararlarının ve politikalarının kararlaştırıldığı bir çalışma alanıdır. Bu süreçte; planlama alanının konumu, sahip olduğu doğal varlıklar ve yasal kısıtlayıcılar dışında; planı yapılan şehir nüfusunun gerçeğe en yakın şekilde hesaplanmış olması planın plan hedef yılında geçerli ve uygulanabilir olması için en temel veri kaynağıdır.

Plan sürecini detaylandırmak gerekirse; devlet sınırı, il sınırı, ilçe sınırı, belediye sınırı ve mücavir alan sınırı gibi yönetsel sınırları da kapsayan alanların tamamı ya da bir bölümü şehir planlama çalışmaları kapsamında planlama alanı olarak belirlenerek planlama çalışmalarına

geçmeden önce gerekli olan veritabanı oluşturulmaya çalışılır. Devlet sınırları farklı ülkelerle olan ticari ilişkiler, gümrük anlaşmaları ve yasal/yönetmeliklerdeki farklılaşmalar nedeniyle; il, ilçe, belediye ve mücavir alan sınırları planı yapılacak alanın büyüklüğü, sahip olduğu orman, mera, tarım arazisi, fundalık alanlar vb. doğal varlıkların kestirimi ve sorumluluk ve yetki alanlarının bilinmesi nedeniyle önem taşımaktadır.

Planlama ölçeği itibarıyla çalışma alanında belirlenmesi gereken planlama sınırları ise nazım plan onama sınırı, uygulama imar planı yapılacak alan sınırı, öncelikle planlaması yapılacak alan sınırı, sit koruma alan sınırı, turizm alan merkez sınırı, milli park sınırı, afet konut alan sınırları, gecekondulu bölge alan sınırı ve yapı yaklaşma sınırı gibi farklı bölgeler için çeşitlenmektedir. Sit koruma alanlarında bölgenin sahip olduğu özelliklere zarar vermeyecek bir nüfus politikasının önemli olması, turizm alanlarında ikincil konut alanlarından ve turistik tesislerden kaynaklanan yazlık nüfusun yıl içinde değişiklik gösteriyor olması ve dolayısıyla turizm merkezinde sürekli yaşayan nüfusla geçici süreliğine yaşayan nüfusun ayırımındaki önem; milli parkların sahip olduğu özel koşullar nedeniyle yapılaşmaya açılmayacak ve herhangi bir nüfus ataması yapılamayacak alanları oluşturuyor olması ve bu alanların işgücüne yönelik hesaplar için veri olarak kullanılması önemlidir. Bu tür alan sınırları planın projekte edildiği yıldaki nüfus ve işgücü bilgisi ile bölgesel çalışma alanlarında çalışan işgücü tahminlerinin gerçekleştirilmesi için de önemlidir.

3194 Sayılı İmar Kanunu ve Yönetmelikleri'nden (2009) "Plan Yapımına Ait Esaslara Dair Yönetmelikte" yer alan diğer planlama sınırları ise özel koşullu alan sınırları olup bunlar;

- Jeolojik, topoğrafik, biometeorolojik, taşkın gibi nedenlerle özel önlem gerektiren alanlar,
- Kullanım şekli ve askeri amacı nedeniyle özel önlem getirilen alan sınırları,
- Su kaynakları koruma kuşağı sınırı,
- Maden çıkarma ve rezerv alan sınırlarıdır.

Dolayısıyla bir şehrin planlama çalışmaları yapılırken;

- planlama alanı için mevcut durum analizi yapılmakta ve sahip olduğu sorunlar ve potansiyeller belirlenmekte,
- planlama alanındaki doğal ve yasal sınırlandırıcılar belirlenmekte,
- planlama alanı için vizyon, misyon ve politikalar belirlenmekte,
- planlama alanının sahip olduğu korunması gerekli alanlar belirlenmekte ve plan koşullarıyla koruma altına alınmakta,
- planlama alanını ilgilendiren OSB, Serbest bölge vb. büyük yatırım kararları belirlenerek yerleşimleri gerçekleştirilmekte,
- büyük ölçekli yatırım kararları, olası göç oranı ve doğal artıştan kaynaklanan nüfus bilgisi de belirlenerek plan hedef yılındaki planlama alan nüfusu tespit edilmektedir.

Kent ve kırsal alanların esas kullanıcıları insanlar olsa da planlama insanın ihtiyaçları ile diğer tüm canlı ve cansız varlıklar arasında kurulacak dengeyi ifade etmelidir. Gerçekleştirilen planlarda insan için alınan kararlar doğayı ve diğer tüm canlıları gözardı etme hakkına sahip değildir. İdeal politika tüm canlıları, doğal kaynakları, geçmişe yönelik izleri bugüne taşıyan tarihi ve kültürel alanları gözeterek planlama çalışmalarını hayata geçirmektir. Dolayısıyla planlama alanının plan hedef yılında sahip olacağı nüfusun doğru bir şekilde kestirimi doğal kaynaklar, tarihi ve kültürel alanlar ve diğer tüm canlılarla insanlar arasında denge sağlamaya çalışan şehir planlamacıları için büyük önem taşımaktadır. Nüfusun fazla ya da eksik kestirimi sonucunda imara açılan alanlar boş ve atıl kalmakta; ya da plana sonradan dâhil edilen yeni alanlar sonucunda plan bütünselliği bozulabilmektedir.

Her şehir kendine özgü koşullara sahip olduğu için nüfusun projekte edilmesinde kullanılan yöntemler farklılaşabilmektedir. Bu çalışmada sözkonusu yöntemlere genel olarak değinilecek; daha çok matematiksel nüfus kestirim yöntemleri üzerinde durulacaktır.

### 3. NÜFUS PROJEKSİYON YÖNTEMLERİ

Nüfus kestirimlerinde yaş gruplarına ve cinsiyete göre nüfus rakamlarına, yaşa özel doğurganlık oranlarına, toplam doğurganlığa ve üreme oranlarına, çocuk ölüm oranlarına, bebek ve yetişkin ölüm seviyelerine ve hayatta kalma ümidi değerlerine, 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 araştırılmasında olası çıktılara ve bu çıktılarının olabilmeye 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 ederler. Yakın zamanda, demograflar ve istatistikçiler olasılıksal nüfus tahminleri yapabilmek için metodlar geliştirmişlerdir. Bu metodlarda ilgili her değişken için öngörü aralıklarını hesaplamayı amaçlamışlardır (Keilman ve diğ., 2002).

Nüfus kestirimi bir bilimdir ve nüfusu projekte edebilmek için kullanılabilir pek çok metod bulunmaktadır (Anonim, 2004). Nüfus tahmin yöntemleri genel olarak matematik yöntemler yardımıyla yapılan nüfus tahminleri, demografik unsurlara bağlı nüfus kestirimleri, ekonomik yöntemlere dayanan nüfus kestirimleri olmak üzere 3 başlık altında incelenebilir (Kocaman, 2002). *Wilson (2011) çalışmasında kestirim modellerini 12 kategoride değerlendirmiş olup; bunlar (1) Eğilim ekstrapolasyon metodu, (2) ARIVA modelleri, (3) Karşılaştırmalı modeller, (4) Regresyon Modelleri, (5) Basit bileşenler metodu, (6) Ekonomik Temel Metodu, (7) Konut birimi metodu, (8) Arazi kullanım metodu, (9) Kestirme Kuşak Modeli, (10) Kuşak Bileşenleri modeli, (11) Mikrosimülasyon ve (12) Kestirimlerin ortalaması modelidir (Wilson, 2011). Durusoy (2005) nüfus kestirim yöntemlerini öznel ve nesnel yöntemler olmak üzere 2'ye ayırmıştır. Çalışmasında öznel yöntemlerden bahsetmezken; nesnel yöntemleri kendi arasında (1) eğilim (trend) ekstrapolasyonu, (2) kuşak-bileşen, (3) yapısal modeller olmak üzere 3'e ayırmıştır. Kuşak-bileşen (Cohort Component Method) alt başlığında herhangi bir kategorizasyon bulunmazken; yapısal modelleri kendi içinde (1) ekonomik-demografik ve (2) kentsel sistemler olmak üzere 2'ye ayırmıştır. Eğilim ekstrapolasyon yöntemi ise (1) Basit, (2) Kompleks ve (3) oran olmak üzere 3 başlık altında incelenmektedir (Durusoy, 2005).*

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

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 (Türk Dil Kurumu, b.t.). 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 ve diğ., 2013).

Kompleks ekstrapolasyon yöntemleri ise (1) lineer eğilim, (2) polynomial eğri uyarılama, (3) lojistik eğri uyarılama, (4) arima modelini oluşturmaktadır. Oran yöntemleri ise kendi içinde (1) sabit-pay, (2) değiştirmeli-pay, (3) büyüme payı ve (4) diğer uygulamalar olarak incelenmektedir (Durusoy, 2005).

İnanılmaz nüfus büyümesi gözlenen Lee kasabasında nüfus büyümesi nedeniyle yol ağları, kamu hizmetleri, okullar, rekreasyonel faaliyetler vb altyapıya ilişkin talepler olacağı öngörülerek; nüfus kestirim yöntemlerinden (1) Kuşak-bileşenleri, (2) Basit eğri düzenleme/ekstrapolasyon modeli, (3) Eksponensial model ve (4) Gompertz (Sigmoid/Logistic) Modeli kullanılmıştır (Van Buskirk, Ryffel and associates inc., 2004).

Anonim (2009) çalışmasında; (1) Oran (Ratio) metodolojileri ve (2) ekstrapolasyon tekniklerini yerel yönetimler için uygun olan nüfus kestirim metodları olarak gösterilmiştir.

Wilson (2011) metropolitan olmayan alanlar için (1) eğilim ekstrapolasyon yönteminin (polinomial yöntem hariç), (2) karşılaştırmalı modellerin, (3) kuşak bileşen modelinin, (4) kuşak bileşen için olan göç kestirim metodlarının (migration projection methods) ve (5) kestirimlerin ortalamaları yönteminin kullanılabilirliğini belirtmiştir.

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.

Durusoy (2005); matematiksel yöntemlerin; en fazla gelecek beş yılın nüfus tahminlerinde kullanılabilirliğini 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 göstermiştir.

Bu çalışma nüfus kestirim yöntemlerinden matematiksel yöntemlere odaklanmakta olup bu kapsamda (1) oran yöntemi, (2) basit ekstrapolasyon yöntemleri ve (3) kompleks ekstrapolasyon yöntemleri aktarılacaktır.

### **3.1 Oran (ratio) yöntemi (karşılaştırmalı Metod)**

Bu metotta küçük bir alanın nüfusu ya da nüfus büyüklüğü, sözkonusu küçük alanın konumlandığı daha büyük bir alanın nüfus ya da nüfusundaki değişikliğin oranı olarak düşünülür. Bu yöntemde küçük bir veri yeterlidir ve yöntemin uygulaması kolaydır (Alcantara, 2002). Oran yöntemine karşılaştırmalı metod da denmektedir. Büyüme payı (Share of Growth), Nüfus payı (Share of Population) ve Büyüme uzaklığı (Growth Distance) alt başlıklarıyla da tanınmaktadır (Wilson, 2011). Pek çok oran metodoloji yöntemi olmasına rağmen; yerel yönetimler için kullanılabilir olanı çok azdır (Anonim, 2009).

**Büyüme Payı (Share-of-Growth) Tekniği (SHR):** Bu metoda paylaşırma (apportionment) metodu da denmektedir. Nüfus büyüklüğündense nüfus gelişimine odaklanmayı tercih eder. Bu metod; küçük alanın nüfus büyümesi içerisindeki payının en eski nüfus verisi dönemindekiyle aynı olacağını varsayar (Alcantara, 2002).

$$P_i = P_i + [(P_i - P_b) / (P^l - P^b)] * (P^t - P^l) \text{ (Rayers, 2008).}$$
$$P_{it} = P_{i1} + [(P_{i1} - P_{ib}) / (P_{j1} - P_{jb})] (P_{jt} - P_{j1}) \text{ (Rayers, 2004).}$$

i=ilçe (Rayers, 2004).  
j=ülke (Rayers, 2004).

**Değişimli Pay (Shift-Share) Tekniği (SFT):** Her kasabadaki ulusal nüfus paylaşımında ilk dönemde gözlenen her bir dönemdeki değişikliğin ortalamasının kestirim boyunca devam edeceği varsayımına dayanır (Rayers, 2004, 2008). Zamansal olarak nüfus paylarındaki değişiklikleri hesaplar (Alcantara, 2002).

$$P_i = P_t * [P_i / P^l + (x/y) * (P_i / P^l - P_b / P^b)] \text{ (Rayers, 2008).}$$
$$P_{it} = P_{it} [P_{i1} / P_{j1} + (x/y) (P_{i1} / P_{j1} - P_{ib} / P_{jb})] \text{ (Rayers, 2004).}$$

i=ilçe (Rayers, 2004).  
j=ülke (Rayers, 2004).

**Sabit Pay (Constant-Share) Tekniği (COS):** Bir kasabanın paylaşılan ulusal nüfusunun hedeflenen yıldakiyle aynı olacağı varsayımına dayanır (Rayers, 2004, 2008). Küçük alanın, büyük yerleşmenin nüfusu içindeki paylaşımı; tarihsel süreç içerisindeki bir dönemle sabit tutulur. Örneğin en güncel yılda gözlemediği haliyle (Alcantara, 2002).

$$P_i = (P_i / P^l) * P^t \text{ (Rayers, 2008).}$$

$$P_{it}=(P_{i1}/P_{j1})P_{jt} \text{ (Rayers, 2004).}$$

i=ilçe (Rayers, 2004).  
j=ülke (Rayers, 2004).

**Sabit (Constant) Tekniği (CON):** Hedeflenen yıldaki ilçe nüfusunun en güncel yıldakiyle aynı olduğu varsayımına dayanır (Rayers, 2004).

$$P_t=P_1$$

### 3.2 Basit ekstrapolasyon yöntemleri

Ekstrapolasyon yönteminin tanımlayıcı özelliği; herhangi bir değişkenin gelecekteki değerinin; yalnızca tarihi (geçmişteki) değerleriyle belirlenmesidir. Bu yöntem; kısa dönemli kestirimler 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). Ekstrapolasyon tekniği; gelecekteki nüfus artışı güncel eğilimde devam edecek olan yerleşmeler için iyi bir kestirim yöntemidir. Bununla birlikte nüfus artış eğilimlerinin benzer olup olmadığını iyi değerlendirmek gerekmektedir (Anonim, 2009).

Kural olarak bir nüfus sayımından 2 veya daha fazla nüfus sayımına temellenen kestirimler daha güvenilirdir. Ekstrapolasyon; geçmişte gözlenen 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, 1952).

Ekstrapolasyonla üretilmiş kestirimlerin güvenilirliği; (1) nüfus verisinin güvenilirliğine, (2) verinin farklı nüfus sayımlarıyla karşılaştırılabilirliğine, (3) nüfus sayım aralıklarının uzunluğuna (4) ekstrapolasyon metodunun seçiminin doğruluğuna bağlıdır. Ancak en uygun metodun seçilmesi iyi bir değerlendirme gerektirir ve daha güvenilir sonuç alma konusunda ekstrapolasyon modelinin kabul ettiği genel bir kural bulunmamaktadır (United Nations, 1952).

**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 ve, 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 sayıya artışındaki ortalama yıllık sayının hesaplanması ve her yıl için son sayımla eşit sayıda ekleme yapılması şeklindedir (United Nations, 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 varsayılmaktadır (Anonim, 2009).

Rayers (2004, 2008) aritmetik ekstrapolasyonun denklemini şu şekilde belirtmiştir:

$$P_t=P_1+(x/y)*(P_1-P_b)$$

$P_t$ = Hedeflenen yıldaki nüfus;  
 $P_1$ = Güncel nüfus  
 $P_b$ = İlk yıldaki nüfus  
 $x$ = Kestirim dönemindeki yıl sayısı  
 $y$ =İlk dönemdeki yıl sayısı (Rayers, 2004, 2008).

Alcantara (2002) denklemini şu şekilde belirtmiştir:

$$\text{Ortalama yıllıkdeğişim} = AAAC = (P_1-P_b)/n$$

$P_1$ = En güncel yıldaki nüfus  
 $P_b$ = En eski yıldaki nüfus  
 $P_t=P_1+(z*AAAC)$

$P_t$ = Hedeflenen yıldaki nüfus  
 $z$ = Kestirim dönemindeki yıl sayısı

United Nations (1952) aritmetik yöntemin kullanım nedenlerini şu şekilde açıklamıştır:

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

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

(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.

(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.

(5) Aritmetik olarak ekstrapole edilen alt toplamların toplamı; daima aritmetik olarak ekstrapole edilen toplama eşittir. Diğer metodlardaki toplamlar; daha fazla ya da az tutarsızlıktadır ve daha fazla düzenleme gerektirir (United Nations, 1952).

**Geometrik (Üstsel) Ekstrapolasyon Yöntemi (GEO):** Nüfusun en eski dönemde olduğu gibi; kestirim 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 (Anonim, 2009).

Geometrik ekstrapolasyon yöntemi; büyüme değişikliğine orantılı sayıda sabit nüfus artışları varsaymaktır. Bu durumda; hesaplama bileşik hesaplamaya benzer bir tavırla oluşturulur (United Nations, 1952).

Geometrik artışla artan nüfusun formülasyonu United Nations'da (1952) şöyle tanımlanmıştır:

$P_n = P_0(1+r)^t$  (United Nations, 1952).  
 $P_0$ =Başlangıç dönemindeki nüfus;  
 $t$ =yıllar itibariyle zaman dönemi  
 $r$ =artışın yıllık oranı;  
 $P_n$ =Dönem sonundaki nüfus (United Nations, 1952).

Alcantara (2002) denklemini şu şekilde belirtmiştir:

Ortalama Yıllık Geometrik Oran= $r = (P_t/P_0)^{1/y} - 1$   
Hedef Nüfusu= $P_t = P_0(1+r)^z$

Eğer artış oranı nüfus sayım sonuçlarından karşılaştırılabiliyorsa; formülasyon şu şekilde düzenlenir (United Nations, 1952):

$(1+r) = \sqrt[t_2]{P_2/P_1}$   
 $P_1$  ve  $P_2$ = 1. ve 2. nüfus sayımındaki nüfuslar;  
 $t_1$ =sayımlar arası zaman aralığı, yıl (United Nations, 1952).

Geometrik ekstrapolasyon için son sayımdan ileriye doğru son sayımla önceki sayım arasındaki artış oranı karşılaştırmasında formül aşağıdaki şekilde de yazılabilir (United Nations, 1952):

$P_n = P_2(\sqrt[t_2]{P_1/P_2})^{t_2}$  (United Nations, 1952).

$t_2$ =sayım sonrası zaman aralığı (şimdiki zamana kadar olan dönem) (United Nations, 1952).

Geometrik ekstrapolasyonun bir sakıncası; ekstrapole edilen alt toplamın 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 (United Nations, 1952).

Geometrik ekstrapolasyon; sayısal azalma gösterir ve zamansal dönem ne kadar uzun olursa olsun pozitif nüfus kestirimi gösterir. Geometrik ekstrapolasyon büyük dış göç alan ülkelerde daha tercih edilebilirdir (United Nations, 1952).

**Ekspansiyon Yöntem (EXP):** Nüfusun her gelecek dönemde aynı oranda arttığı ya da azaldığı varsayılır (Rayers, 2004, 2008). Bu metod geometrik ekstrapolasyon yöntemine benzer şekilde; nüfusun en eski dönemde olduğu gibi; kestirim döneminde de aynı yıllık oranla artacağını ya da azalacağını varsayar. Farkı ise nüfus büyümesinin ayırık aralıklarla değil, sürekli olduğunu varsayıyor olmasıdır (Alcantara, 2002).

Alcantara (2002) ekspansiyon yöntemi denklemini şu şekilde belirtmiştir:

$$\text{Ortalama Yıllık Ekspansiyon oran} = r = \ln (P_t/P_b) / y$$

$$\text{Hedef Yıl Nüfusu} = P_t = P_b * e^{r \cdot y} \text{ olarak hesaplanır.}$$

Rayers (2004, 2008) denklemi şu şekilde belirtmiştir:

$$P_t = P_b e^{r \cdot y} \quad r = [\ln(P_t/P_b)] / y$$

e doğal logaritmanın e'si ve ln doğal logaritmadır (Rayers, 2004 ve, 2008).

### 3.3 Kompleks ekstrapolasyon yöntemleri

Trend ekstrapolasyon yöntemi; gelecekteki bir döneme ilişkin eğilimi gözlemleyen matematiksel fonksiyonlar içermektedir. Bu çalışma kapsamında (1) Lineer Eğilim, (2) Polynomial Eğri Düzenleme, (3) Uyarlanmış Lineer Ekstrapolasyon tekniği (MLN), (4) Modifiye Edilmiş (Limitli) Üstsel Form ve (5) Lojistik Form (Pearl Reed Eğrisi) detaylandırılacaktır.

Tüm trend ekstrapolasyon yöntemleri tarihi veriye oldukça bağımlıdır. Bu modellerin basitliği kullanıcıların güvenini ve sofistikeliğini azaltmaktadır. 2 ya da 3 noktadan oluşan veri yeterlidir ancak bu durumda ekstrapolasyonun geleceği doğru şekilde kestirmesi risk taşımaktadır (Wilson, 2011).

**Lineer Eğilim:** Nüfusun sabit miktarda arttığını ya da azaldığını varsayar. Lineer ekstrapolasyonla aynı varsayımlara sahiptir ama farklı uygulanır. Denklem düz bir çizgi şeklindedir (Alcantara, 2002).

$$Y = a + bX$$

Y = Nüfus vb. bağımlı bir değişkendir.  
X = Zaman vb. bağımsız bir değişkendir.  
a = sabit sayıdır.  
b = Doğrunun eğimidir.

X ve Y model değişkenlerdir. Modelin kestiriminde kullanılan veriyi ifade ederler ve her gözlem için aldığı değer değişir. Modelin bağımlı ve bağımsız değişkenleri arasındaki ilişkiyi göstermektedir (Alcantara, 2002).

$$P_t = a + b(\text{time}) + \text{CALIB}$$

CALIB = hata terimidir (Alcantara, 2002).  
Time = kaç dönemlik nüfus bilgisi var. Örneğin 1970, 1980, 1990 = 3 dönem nüfus bilgisi anlamındadır.

**Polynomial Eğri Düzenleme:** Eksponential ve geometrik yöntemdekine benzer şekilde yıllık nüfus değişiminin sabit sayıda olmaması gibi; kestirimleri lineer olmayan dokulara dayandırmada işe yarar bir yöntemdir (Alcantara, 2002).

Genel formülasyonu şu şekildedir;

$$Y=a+b_1x+b_2x^2+b_3x^3+\dots+b_nx^n \text{ (Alcantara, 2002).}$$

Y bağımlı değişken olduğunda (toplam nüfus gibi);

a= sabit ya da kesendir.

b=nüfus değişimini gösteren eğimdir.

X=zaman gibi bir bağımsız değişkendir.

Lineer ve lineer olmayan ölçütleri içerir. Nüfus kestirimlerinde kullanılabilmesi için polynomial ya da quadratic bir denklem daha gerekir (Alcantara, 2002).

$$Y=a+b_1X+b_2X^2 \text{ (Alcantara, 2002).}$$

**Uyarlanmış Lineer Ekstrapolasyon tekniği (MLN):** Lineer metoda eşittir ancak ek olarak lineer ilçe kestirim sonuçlarının toplamındaki farklılıkları ve bağımsız ulusal kestirimi en güncel yıldaki nüfus büyüklüğüne oranla dağıtır (Rayers, 2004).

$$P_{it}=LIN+P_{i1}/P_{j1}(P_{it}-\sum LIN) \text{ (Rayers, 2004).}$$

i=ilçe (Rayers, 2004).

j=ülke (Rayers, 2004).

**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).

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

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

a ve b parametrelerinin tahmin değeri şu şekilde hesaplanır:

$$\log \hat{b} = \frac{\sum_{i=1}^n ((T_i - \bar{T}) * [\log(L - P_i) - \log(L - \bar{P})])}{\sum_{i=1}^n (T_i - \bar{T})^2} \text{ (Çubukçu, 2008).}$$

$$\log \hat{a} = \overline{\log(L - P_i)} - \bar{T} \log \hat{b} \text{ (Çubukçu, 2008).}$$

**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).

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

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

$$\log\left(\frac{1}{P} - \frac{1}{L}\right) = \log a + \log b^T \text{ (Çubukçu, 2008).}$$

$$\log \hat{b} = \frac{\sum_{i=1}^n \left[ (T_i - \bar{T}) * \left[ \log \left( \frac{1}{P_i} - \frac{1}{L} \right) - \log \left( \frac{1}{\bar{P}_i} - \frac{1}{L} \right) \right] \right]}{\sum_{i=1}^n (T_i - \bar{T})^2} \quad (\text{Çubukçu, 2008}).$$

$$\log \hat{a} = \log \left( \frac{1}{P_i} - \frac{1}{L} \right) - \bar{T} * \log \hat{b} \quad (\text{Çubukçu, 2008}).$$

### 3.4 Matematiksel form seçimi

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

Niceliksel değerlendirmede ise;

$$OH = \frac{\sum_{i=1}^n P_i - \bar{P}_i}{n} \quad (\text{Çubukçu, 2008}).$$

$P_i$ =i zaman dilimi için gözlemlenen nüfus

$\bar{P}_i$ = 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:

$$OMYH = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|e_t|}{Y_t} \quad (\text{Bilgili, 2002}).$$

$e_t$ =öngörü hatası yani tahmin edilen nüfusla gözlemlenen nüfus arasındaki fark ( $P_t - \bar{P}_t$ )

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

n= Nüfus dönemi sayısı

Hesaplamalar sonucunda yüzdesi alınacağı için sonuçlar yüzle çarpılır. OMYH değeri en düşük olan matematiksel form seçilir (Çubukçu, 2008). OMYH değeri en düşük olan formun tahmin ettiği plan hedef yılı nüfus değeri; planlama çalışmalarında altlık olmak üzere kullanılır. Çalışmanın bundan sonraki bölümünde nüfus verisinin şehir planlama çalışmalarının hangi alanlarında kullanıldığı detaylandırılacaktır.

## 4. NÜFUS BİLGİSİNİN ŞEHİR PLANLAMA ÇALIŞMALARINDAKİ KULLANIM ALANLARI

Planı yapılacak şehrin mevcut halini gelecekte de sürdüreceği düşünülerek yapılan nüfus hesaplarından sonra; en uygun matematiksel form belirlenir. Ancak bu nüfus hesabına;

- planlanacak alanla ilgili olarak plan hedef yılında faaliyete geçeceği düşünülen organize sanayi bölgeleri, üniversiteler, serbest bölgeler, küçük sanayi siteleri, hobi bahçeleri, yoğun/organik/topraksız/makinalı tarım yapılacak alanlar vb. nedeniyle farklı şehirlerden gelmesi beklenen işgücü miktarı ve buna bağlı olarak ortalama hanehalkı büyüklüğünden ortaya çıkacak kişi sayısı eklenmemiş;
- doğal nüfus artışı sonucunda ortaya çıkacak aktif nüfus içindeki işsizlik oranı tespit edilerek yeni iş alanlarında çalışması gereken işgücü nüfusundan düşülmemiş;

## *Şehir Planlamada Nüfus Kavramı ve Tahmininde Kullanılan Matematiksel Yöntemler*

- Yeni iş alanlarına bağlı olarak doğal nüfus artışına eklenecek ek nüfusla birlikte alanın ihtiyacı olan ilave ticaret alanları hesaplanmamıştır.

Bu rakamlarda hesaplandıktan sonra planlanacak şehrin hedef yılında sahip olması beklenen nüfus, buna bağlı kentsel, sosyal ve teknik altyapı alanları, yol ve otopark ihtiyacı ve kentin mevcut dokusuna ilave edilmesi gereken ticaret alanları belirlenmiş olur. Son olarak sözkonusu kararların imar planı, plan notları ve plan raporu ile birlikte mekansallaştırılarak yasallaştırılması gerekmektedir.

Planı gerçekleştirilecek yerleşmeyle ilgili misyon ve vizyonlar belirlendikten, politikalar netleştirildikten ve büyük yatırım kararları alındıktan, matematiksel nüfus kestirim yöntemleri aracılığıyla plan hedef yılında nüfusun alacağı değerler saptandıktan ve büyük yatırım kararlarıyla birlikte ilave nüfus belirlendikten sonra; plan hedef yılında yerleşmenin sahip olacağı nüfusun konut alanlarına nasıl dağılacağı ve diğer fonksiyonlara ilişkin kararlar alınır.

3194 Sayılı İmar Kanunu ve Yönetmelikleri'nden (2009) "plan yapımına ait esaslara dair yönetmelikte" belirtildiği üzere 1/5000 ölçekli nazım imar planı lejand maddelerinde şehir plancıların planlama alanı için belirlemeleri gereken kriterlerden birinin meskun ve gelişmekte olan konut yerleşme alanları için brüt yoğunluk değerleri olduğu anlaşılmaktadır. Dolayısıyla şehir plancılar yoğunluk kararlarını belirlerken nüfus verisini kullanarak planlama alanı içerisindeki yoğunluk dağılımlarının kararını vermelidir. Nüfus yöntemine ve hedef yılı nüfusuna doğru karar verilmiş olması meskun alanlardaki yoğunluk arttırmalarının ve gelişme alanlarındaki yoğunluk kararlarının doğru verilmesinde ve dolayısıyla nüfusun ihtiyacından fazla ya da az konut alanlarının imara açılmasının önüne geçilmesinde önemlidir. Dolayısıyla kentsel ya da kırsal alanlarda toprağın gereksiz yere israf edilmesinin de önüne geçilecektir.

Nüfus tahmini ve şehrin misyon ve vizyonuna ilişkin politikalar itibariyle meskun ve gelişmekte olan alanların yoğunluk kararları alındıktan sonra; Plan yapımına ait esaslara dair yönetmelikte değişiklik yapılmasına dair yönetmelikte (2011) yeralan ve farklı nüfus büyüklüğündeki alanlara göre farklılaşan kentsel, sosyal ve teknik altyapı kriterleri dikkate alınarak planlama alanının ihtiyacı olan fonksiyon tür ve büyüklükleri belirlenir. Bu fonksiyonlardan kreş+anaokulu, ilköğretim, ortaöğretim tesisleri, aktif yeşil alanlar, sağlık tesis alanları, kültürel tesis alanları, sosyal tesis alanları, halk eğitim merkezi, dini tesis alanları, idari tesis alanları ve teknik altyapı alanları (yol ve otopark hariç su, kanalizasyon alanları vb.) ihtiyaç olan toplam alan gereksinimi belirlenecek ve her fonksiyondan hangi bölgeye kaç tane önerilmesi gerektiği yürüme mesafesine, erişilebilirliğe, merkezi olmasının gerekliliğine ve fonksiyonların optimum büyüklüklerine göre planlama alanı içerisine dağıtılacaktır.

Nüfus	0-15.000	15.000-45.000	45.000-100.000	100.000-+
Kreş+Anaokulu	1	1	1	1
İlköğretim	4	4	4	4
Ortaöğretim	3	3	3	3
Aktif Yeşil Alan	10	10	10	10
Sağlık Tesis Alanları	2	2	3	4
Kültürel Tesis Alanları	0,5	1	2	2,5
Sosyal Tesis Alanları	0,5	0,5	1	1,5
Halk Eğitim Merkezi	0,4	0,4	0,4	0,4
Dini Tesis Alanları	0,5	0,5	0,5	0,5
İdari Tesis Alanları	3	3,5	4	5
Teknik Altyapı (yol ve otopark hariç)	1	2	3	4

\*Değerler kişi başına düşen m<sup>2</sup> alan şeklinde verilmiştir.

Bunun sonucunda 3194 Sayılı İmar Kanunu ve Yönetmeliklerinden (2009) 2.11.1985 tarih ve 18916 sayılı Mükerrer Resmi Gazetede yayımlanan Plan yapımına ait esaslara dair yönetmeliğin Ek 2-b dokümanı itibariyle lejant maddeleri incelendiğinde aşağıdaki sonuçlara ulaşılabilir:

- Aktif (etkin) yeşil alanlar kategorisinde; parklar ve dinlenme alanları, çocuk bahçeleri ve oyun alanlarına; kentsel sosyal altyapı alanları başlığı altında; ilköğretim tesis alanları, ortaöğretim tesis alanları, kültürel tesis alanları, sağlık tesis alanları, dini tesis alanları, kentsel ve bölgesel büyük spor alanları, kapalı ve açık semt spor alanları, yönetim merkezleri ve büyük alan kullanımı gerektiren kamu kuruluş alanlarının yer seçimlerine karar verilmiş olacaktır.
- Nüfus verisine göre karar verilecek diğer fonksiyonlar; fuar, panayır ve festival alanları, mezarlık alanları, mesleki ve teknik öğretim tesisleri alanlarıdır.
- Nüfus verisine göre karar verilecek önemli fonksiyonların bir diğeri de çalışma alanlarına ilişkin yerseçim kararlarıdır. Bu kapsamda; kentsel ve bölgesel merkezi iş alanları, tali iş merkezleri, toptan ticaret alanları, pazarlama alanları, depolama alanları (sanayi+ticari), sanayi alanları, organize sanayi bölgesi, küçük sanayi alanları ve konut dışı kentsel çalışma alanları için ihtiyaç duyulacak alan büyüklükleri belirlenerek; söz konusu alanlarda çalışacak kişi sayısı belirlenecektir. Aktif nüfus içerisinde tahmini olarak kaç kişinin hangi bölgede çalışacağı tespit edilecek; bunun sonucunda olası işsizlik oranı ortaya çıkacaktır.
- İstihdam olanağı sağlayacak diğer fonksiyonlar ise turizm yerleşme alanları olup; bu kapsamda turizm tesis alanları, otel+motel, kamping, tatil köyü, pansiyon alanları, günübirlik alanlar, kamu eğitim+dinlenme tesisi alanları, turizm ve 2. konut yerleşme alanlarının yer seçimleri ve işgücü dağılımları gerçekleştirilecektir.
- Şehir planlama çalışmalarında ulaşım altyapısı konusunda alınacak kararlarda plan yapılacak alanda yaşayan ve çalışan insan sayısı ve söz konusu insanların günlük ulaşım talepleri ve yolculuk dağılımlarının kestirimiyle mümkün olup; özellikle ulaşım planlama çalışmaları için nüfus verisinin kestiriminden ardından nüfusa ilişkin daha detaylı bilgilere ihtiyaç duyulmaktadır. Dolayısıyla 3194 Sayılı İmar Kanunu ve Yönetmeliklerinden (2009) 2.11.1985 tarih ve 18916 sayılı Mükerrer Resmi Gazetede yayımlanan Plan yapımına ait esaslara dair yönetmeliğin Ek 2-b dokümanında belirtilen; karayolu genişlikleri ve türleri, otopark alanları ve türleri (tır, kamyon, bisiklet, engelli, vb.), oterminaller, akaryakıt istasyonları, demiryolları ve demiryolu istasyonları, limanlar, iskeleler vb., deniz ulaşım yolları bağlantıları, havayolları, helikopter pist alanları, durak noktaları ve türleri, farklı ulaşım türleri arasındaki aktarma noktaları, teleferik vb. yer seçimleri ve alan gereksinimleri de detaylı yolculuk tür ve taleplerine göre hesaplanacaktır.
- Enerji üretim ve dağıtımını, su, kanalizasyon ve çöp alanlarına yönelik kararları almak için de nüfus bilgisi büyük önem taşımaktadır. Nüfus verisi baz alınarak tahmini su gereksinimi, çöp depolama alanı ihtiyacı, kanalizasyon sistemine yönelik kapasite hesapları, trafo gereksinimleri ve enerji politikalarının belirlenmesi nüfus hesaplarının sağlıklı bir şekilde gerçekleştirilmesine bağlıdır.

Nüfus verisini doğrudan ilgilendirmese de dolaylı olarak ilgilendiren diğer alan kullanım türleri ise şu şekildedir:

- orman alanları (ürettikleri oksijen miktarları ve bazı çalışma alanları için gerekli olabilecek hammadde üretimi açısından),

- ağaçlandırılacak alanlar (ürettikleri oksijen miktarları vb.),
- yüksek öğretim tesisleri ve kampüs alanları (öğrenci çekim gücü açısından nüfusu ve kent ekonomisini doğrudan etkileyebilecek özel planlanacak alanları işaret etmesi açısından),
- askeri alanlar (toplam nüfus içerisinde oluşturduğu geçici erkek nüfus büyüklüğü açısından),
- koruma alanları (doğal sitler, kentsel ve arkeolojik sit alanları vb.),
- tarımsal niteliği korunacak alanlar (bölge halkının geçim kaynağını oluşturması açısından),
- tarımsal niteliği korunacak özel mahsul alanları (bölge halkının geçim kaynağını oluşturması açısından),
- sera alanları (bölge halkının geçim kaynağını oluşturması açısından),
- mera alanları (hayvancılık faaliyetleri açısından),
- yapı yasağı ya da sınırlama getirilen alanlar (nüfusun yerleşebileceği ve yerleşemeyeceği alan kararlarını vermek açısından),
- su kaynakları koruma kuşakları (nüfusun yerleşebileceği ve yerleşemeyeceği alan kararlarını vermek açısından).

Dolayısıyla şehir planlama çalışmalarının gerçeğe uygun bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için plan hedef yılı nüfusunun tahmini büyük önem taşımaktadır.

## 5. DEĞERLENDİRME ve SONUÇ

İnsanların temel gereksinimlerinin üretim alanları olan doğal kaynakların sınırlı olması ve insanlığın yeryüzünde işgal edebileceği alanların yüzölçümü ile kendi varlığını sürdürmesi için koruması gerekli olan alanların yüzölçümü arasındaki dengenin korunması ihtiyacı nedeniyle nüfusun kestirimi ve planlanması büyük önem taşımaktadır. Kırsal ve kentsel alanların birlikteliğinden oluşan şehirleri planlamakla yükümlü olan şehir plancılar için nüfusa yönelik tahminlerin doğruluğu, planlama çalışmalarının geçerliliği ve güvenilirliği açısından büyük önem taşımaktadır.

**Rayers'ın (2008)** da belirttiği gibi; geleceğe ilişkin nüfus hesapları kent ve arazi kullanım planlamasında ekonomik gelişmedeki yenilikler, altyapı, ulaşım ve sağlık hizmetlerinin planlanması, su taleplerinin değerlendirilmesi, doğal kaynakların yönetilmesi ve korunmasında ve diğer uygulamalarda geniş kullanım alanı bulmaktadır.

Nüfus kestirimi yapan plancılar ya da uygulayıcılar; kullanılacak metodun seçimi, girdi olacak verinin belirlenmesi, kabul edilecek varsayımların belirlenmesi, özellikli nüfusların değerlendirilmesi gibi pek çok konunun seçimiyle yüzleşirler (**Rayers, 2008**). Dolayısıyla şehir plancıların planlama çalışmalarına yön verecek varsayımları, yöntemleri ve ilkeleri belirlemesi; sonuç planının başarısı üzerinde büyük ölçüde önemlidir. **Rayers'ın (2008)** farklı nüfus kestirim yöntemlerinin başarısına ilişkin çalışması değerlendirildiğinde; Çizelge 1'de yer alan sonuçlara ulaşılmıştır. Çizelge 1'i özetlemek gerekirse; üretim maliyeti, yerindelik (isabet), uygulama kolaylığı, açıklama kolaylığı ve coğrafik detaylar konusunda ekstrapolasyon yöntemi diğer iki modele karşı daha iyi sonuçlar vermektedir. Demografik detay ve zamansal detaylar konusunda kuşak bileşenleri metodu ve yapısal modeller ekstrapolasyon yöntemine göre daha iyi sonuçlar vermektedir. Modelin senaryolar için kullanılabilirliğinde ise yapısal modeller her iki modele göre daha iyi sonuçlar vermektedir.

Dolayısıyla her bir nüfus kestirim modelinin kendine göre diğer yöntemlere göre başarılı ya da başarısız olduğu durumlar bulunmaktadır. Bununla birlikte matematiksel nüfus kestirim yöntemlerinden biri olan ekstrapolasyon nüfus kestirim yöntemi; pek çok değerlendirme kriteri itibarıyla diğer yöntemlere karşı avantajlar sağlamaktadır. Ancak şehir plancılar için önemli olan,

planlama çalışmaları gerçekleştirilecek alanın özelliklerini ve sözkonusu alanın geçmişe ve bugüne yönelik sahip olduğu veritabanını da dikkate alarak; sonuç planda ulaşmak istedikleri hedeflerin Rayers'ın (2008) çizelge 1'de belirttiği kriterlerden hangilerini öncelikli olarak sağlaması gerektiğine karar vererek nüfus kestirim yöntemini belirlemeleridir. Sonuç olarak nüfusun yaş grupları itibarıyla dağılımı ve cinsiyet gibi detayları gerektiren demografik özelliklerin önemli olduğu planlama çalışmaları için ekstrapolasyon yöntemi uygun bir yöntem olmazken; coğrafik detayların önemsendiği ve maliyetin önemli olduğu çalışmalarda ekstrapolasyon nüfus projeksiyon yöntemi tercih edilebilir.

*Çizelge 1. Ekstrapolasyon Metodu, Kuşak Bileşenleri ve Yapısal Modellerin Avantaj ve Dezavantajları*

	Ekstrapolasyon	Kuşak-Bileşenleri	Yapısal Modeller
Tahmin Gerçekliği	-	-	-
Politik Olarak Kabul Edilebilirlik	-	-	-
Yüz Geçerliliği	-	-	-
Olasılık	-	-	-
Üretim Maliyeti	***	**	*
Yerindelik (isabet)	***	**	*
Uygulama Kolaylığı	***	**	*
Açıklama Kolaylığı	***	**	*
Coğrafik Detay	***	**	**
Demografik Detay	*	***	***
Zamansal Detay	***	***	***
Senaryo için Kullanılabilirlik	*	**	***

Not: \*\*\* iyi, \*\* orta, \* zayıf, - genelleme yapılamaz (Rayers, 2008).

Bununla birlikte; nüfus kestirimlerinde (1) teknolojik ve (2) metodolojik olmak üzere yeni açılımlar da söz konusudur. Teknolojik gelişmeler (1) veri olanakları, (2) hesaplama olanakları, (3) coğrafi bilgi sistemleri; metodolojik gelişmeler ise (1) mikrosimülasyon modelleri, (2) uzaysal simülasyon modelleri, (3) yapay sinir ağları, (4) uzman görüşünün entegrasyonu, (5) belirsizliğin ölçümü ve (6) kestirimlerin kombinasyonudur (Durusoy, 2005).

Bu çalışma nüfus kestirim yöntemlerinden sadece matematiksel yöntemler üzerine odaklanmıştır. Bu durumda şehir planları için önemli olan yeni gelişmekte olan nüfus kestirim yöntemlerini de ele alacak şekilde; en gerçekçi sonuca ulaşması olası yöntemin seçimini ve şehir planlama çalışmalarında söz konusu yöntemin kullanımını sağlamaktır. Daha önce de belirtildiği gibi şehir planlama çalışmalarında nüfus verisinin doğru tahmin edilmesindeki önemi vurgulamak bu çalışmanın ortaya çıkış kaynağını oluşturmaktadır. Nüfus tahminlerinde matematiksel yöntemlerin detaylandırılması ve söz konusu yöntemlerin şehir planlama çalışmalarında kullanım alanlarının tarif edilmesi bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır; çalışma bu anlamda gereksinimleri karşılamıştır. Nüfus kestirim yöntemleriyle ilgili diğer yöntemlerin ve yeni gelişen teorilerin detaylandırılması gelecek çalışmaların konusu olabilir. Bununla birlikte farklı yöntemlerin örnek kentler üzerinden denenmesi ile uygun formların seçilmesi gelecek çalışmaların konusunu oluşturabilecektir.

## KAYNAKLAR

- Alcantara, A. N., (2002). Population projections without trying. *Data Users Conference*, September 24, 2002. [online] <http://bber.unm.edu/presentations/projections.pdf>, [Erişim Tarihi: 08.05.2014].
- Anonim, (2004). *Middle Rio Grande Regional Water Plan*. [online] [http://www.ose.state.nm.us/Planning/RWP/region\\_12.php](http://www.ose.state.nm.us/Planning/RWP/region_12.php), [Erişim Tarihi: 08.05.2014].

- Anonim, (2009). *Winter Springs Adopted Comprehensive Plan*. [online] <http://www.winterspringsfl.org/EN/web/dept/cd/48964/compplan.htm>, [Erişim Tarihi: 6.05.2014].
- Anonim, (b.t.). *Why population matters*, [online] <https://www.populationinstitute.org/resources/whypopulationmatters/>, [Erişim Tarihi: 29.04.2014].
- Çubukçu, K. M., (2008). *Planlamada klasik sayısal yöntemler*. ODTÜ Yayıncılık: Ankara.
- Durusoy, R., (2005). Nüfus projeksiyon yöntemleri. *Halk Sağlığı AD. Seminer Programı*. [online] [http://halksagligi.med.ege.edu.tr/seminerler/2004-05/NufusProjeksiyonYontemleri\\_RD.pdf](http://halksagligi.med.ege.edu.tr/seminerler/2004-05/NufusProjeksiyonYontemleri_RD.pdf), [Erişim Tarihi: 16.05.2014].
- Keilman, N., Pham, D. Q., & Hetland, A., (2002). Why population forecasts should be probalilistic-Illustrated by the case of Norway. *Demographic Research*, 6 (15), 409-454. [online] <http://www.demographic-research.org/volumes/vol6/15/6-15.pdf>, [Erişim Tarihi: 30.04.2014].
- Kocaman, T., (2002). *Plan nüfus projeksiyon yöntemleri*. TC Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı (DPT), Sosyal Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü. [online] [http://www3.kalkinma.gov.tr/DocObjects/view/12923/Plan\\_N%C3%BCfus\\_Projeksiyon\\_Y%C3%B6ntemleri.pdf](http://www3.kalkinma.gov.tr/DocObjects/view/12923/Plan_N%C3%BCfus_Projeksiyon_Y%C3%B6ntemleri.pdf), [Erişim Tarihi: 16.05.2014].
- Malthus, T., (1998). *An essay on the principles of population*. London: St. Paul's Church Yard. [online] <http://www.esp.org/books/malthus/population/malthus.pdf>, [Erişim Tarihi: 29.04.2014].
- O'Neill, B. C., Balk, D., Brickman, M., & Erza, M., (2001). A guide to global population projections. *Demographic Research*, 4 (8), 203-288. [online] <http://www.demographic-research.org/volumes/vol4/8/4-8.pdf>, [Erişim Tarihi: 30.04.2014].
- Rayers, S., (2004). Assessing the accuracy of trend extrapolation methods for population projections: The long view. *Annual Meeting of Southern Demographic Association*. [online] [https://www.bebr.ufl.edu/files/SDA2004\\_AccuracyEvaluation\\_0.pdf](https://www.bebr.ufl.edu/files/SDA2004_AccuracyEvaluation_0.pdf), [Erişim Tarihi: 13.05.2014].
- Rayers, S., (2008). Population forecast errors, a primer for planners. *Journal of Planning Education and Research*, 27: 417-430. [online] <http://jpe.sagepub.com/content/early/2008/02/04/0739456X07313925.full.pdf+html>, [Erişim Tarihi: 02.05.2014].
- Sadik, N., (2001). Feeding the world, sustaining the earth: The critical importance of population issues. *Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR)*. [online] <http://www.worldbank.org/html/cgiar/publications/crawford/craw01.pdf>, [Erişim Tarihi: 29.04.2014].
- Scheidel, W., (2006). Population and demography, *Princeton/Stanford working papers in classics*. [online] <http://www.princeton.edu/~pswpc/pdfs/scheidel/040604.pdf>, [Erişim Tarihi: 29.04.2014].
- Segard, G. H., & Pasteels, J. M., (2011). *Projections of economically active population, a review of national and international methodologies*. [online] [http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---stat/documents/publication/wcms\\_213755.pdf](http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---stat/documents/publication/wcms_213755.pdf), [Erişim Tarihi: 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., (ed.). *The springer series on demographic methods and population analysis*. Springer: New York London. [online] [http://download.springer.com/static/pdf/501/bok%253A978-94-007-7551-0.pdf?auth66=1400401431\\_21fe0e25cf266daf1f3af43d60becb62&ext=.pdf](http://download.springer.com/static/pdf/501/bok%253A978-94-007-7551-0.pdf?auth66=1400401431_21fe0e25cf266daf1f3af43d60becb62&ext=.pdf), [Erişim Tarihi: 16.05.2014].
- TDK (Türk Dil Kurumu), (bt). [online] [http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com\\_bts&arama=kelime&guid=TDK.GTS.5375d9a5315a56.34751297](http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_bts&arama=kelime&guid=TDK.GTS.5375d9a5315a56.34751297), [Erişim Tarihi: 16.05.2014].

- United Nations, (1952). *Manual I: Methods for estimating total population for current dates*. United Nations Publications, Sales No. 52.XIII.5. [online] <http://www.un.org/esa/population/techcoop/DemEst/manual1/manual1.html>, [Erişim Tarihi: 12.05.2014].
- Van Buskirk, Ryffel & Associates Inc., (2004). *Population model to forecast population growth of lehigh acres over time to build-out*. Prepared for Daltry, W. E., Lee County Proje No: 2620. [online] <http://www.interactivegrowthmodel.com/pdf/POPULATION-MODEL-LEHIGH.pdf>, [Erişim Tarihi: 09.05.2014].
- Wilson, T., (2011). *A review of sub-regional population projection methods*. Queensland Centre for Population Research School of Geography, Planning and Environmental Management, The University of Queensland. [online] <http://gpem.uq.edu.au/qcpr-docs/SubRegionalProjectionMethodsReview.pdf>, [Erişim Tarihi: 09.05.2014].
- 3194 Sayılı İmar Kanunu ve Yönetmelikleri, (2009). 2.11.1985 tarih ve 18916 sayılı Mükerrer Resmi Gazete, *Plan yapımına ait esaslara dair yönetmelik, Ek 2-b*. TC. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Teknik Araştırma ve Uygulama Genel Müdürlüğü, Ankara.
- 9 Nisan 2011 tarih ve 27900 sayılı Resmi Gazete, *Plan yapımına ait esaslara dair yönetmelikte değişiklik yapılmasına dair yönetmelik*, [online] <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/04/20110409-27.htm>, [Erişim Tarihi: 6.06.2014].