

DİNAMİK LOWRY MODELİNİN İSTANBUL'A UYARLAMASI

Mesture AYSAN
İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi
Şehir ve Bölge Planlaması Bölümü

Vedia DÖKMECİ
İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi
Şehir ve Bölge Planlaması Bölümü

Zeynep ALTAN
İstanbul Üniversitesi
Bilgisayar Bilimleri ve Mühendislik Bölümü

ÖZET

Bu bildiri, hızlı gelişme sürecinde olan İstanbul metropolünde halen merkez alanda mevcut olan sanayinin desantralizasyonu yoluyla, trafik talebinde olabilecek değişiklikleri izlemek üzere başlatılan araştırma projesinin birinci aşamasını oluşturmaktadır.

Araştırmanın birinci aşamasını oluşturan bu bildiride Dinamik Lowry Modeli kullanılarak Nüfus ve hizmetler işgücünün dağılımını ve gelişme potansiyeli olan alanları saptamak amaçlanmıştır. Araştırmada yerleşim birimi olarak İstanbul metropolünde yer alan ondokuz ilçeden, istihdam ve hizmetler açısından İstanbul il merkezinin doğrudan etkisinde olan onaltı ilçe baz olarak alınmıştır.

Çalışmanın sonunda, "İstanbul'da Küçük ve Orta Ölçekli Sanayiinin Desantralizasyonu ve Kentsel Ulaşım Etkisi" başlıklı araştırmada öngördüğüm ve senaryolarla ulaşım etkisi araştırılacak olan Desantralizasyon amacına hizmet edecek kent projesindeki ilçelerde istihdam ve nüfus yoğunluğu potansiyelinin ortaya çıkmış olması ilginçtir.

1. GİRİŞ

Bu bildiri, İstanbul metropolünde, nüfus ve hizmetler işgücünün yeniden dağılımı ve kentsel ulaşım yönünden sonuçlarını irdeleyen araştırmanın birinci aşamasını değerlendirmektedir. Araştırmanın amacı, özellikle kent karayolu ağında giderek artan ve kent merkezinde daha fazla hissedilen, trafik yoğunluğunun, işgücünün yeniden dağılımı bağlamında geliştirilecek politikalarla ne ölçüde düzenlenebileceğini saptamaktır.

Araştırma projesi üç aşamadan oluşmaktadır. Bildirinin konusunu oluşturan, araştırmanın I. aşamasında Dinamik Lowry modelini kullanılarak nüfus ve hizmetler işgücünün dağılımı incelenecektir. Araştırmanın ileri aşamalarında, I. aşamadan elde edilen sonuçlar çerçevesinde, iç şehir alanlarındaki sanayii, gelişme potansiyeli olan alanlara kaydırılarak, farklı senaryolarla, karayolundaki trafik yükündeki değişiklikler araştırılacaktır.

Bu bağlamda, bildirinin ilk bölümünde İstanbul'un gelişimi sanayii ve hizmetler işgücünün ilçelere dağılımı ve İstanbul'un gelişim sürecine ilişkin genel bilgilere yer verilecektir.

2. İSTANBUL'UN GELİŞİM SÜRECİ

İstanbul sekiz milyon ile Türkiye'nin en fazla nüfusa sahip, dünyanın'da sayılı büyük şehirlerindendir. Avrupa ve Asya kıtasının buluştuğu, İstanbul boğazının iki yakasında konumlanmıştır. 1950'li yıllara kadar doğal nüfus artışı ile gelişen kent daha sonra ekonomik yapıdaki değişiklikler sonucunda göç olgusu ile karşı karşıya kalmış ve nüfusu büyük bir hızla artmaya başlamıştır. Kentin gelişmeye elverişli alanları, doğal ve coğrafi eşiklerle sınırlandığından (orman alanları, su havzaları) nüfus artışının önemli bir bölümü, yoğunluk artışı şeklinde oluşmuştur. Ancak son yıllarda yasa dışı oluşumlar (gecekondu) tarafından doğal eşikler zorlanmaya başlamıştır. (Budak, Tüzin, 1993)

İstanbul, kentsel gelişim sürecinde bu dinamik yapısını yönlendirecek ülke, bölge ve il ölçeğinde kapsamlı bir planlamadan yoksun kalmıştır (Angel, 1993). Ülke, bölge ölçeğinde iş hacmini

İstanbul'dan başka alanlara kaydıracak politikalar izlenmemiştir. Metropoliten ölçekte ise, 1980 yılında Büyük İstanbul Nazım Plan Bürosu tarafından üretilen, merkezi yönetimce onaylanan, master plan dışında, 1984 yılında getirilen yasal düzenlemelerle yerel yönetimlere devredilen, master plan ve uygulama imar planı yapma yetkisi kullanılarak, 1994 yılında yerel yönetim tarafından bir master plan hazırlanmıştır. Ancak bu planları hızlı gelişim sürecini yönlendirmede yetersiz kalmaktadır.

Kentin 2600 yılı aşkın geçmişi içersinde 1950'li yıllarda ivme kazanan sanayii hamlesi ile kentsel yapı önemli bir dinamizm kazanmıştır. Kentsel merkez ve altmerkezlerde yoğunlaşan ticaret fonksiyonu, önemli karayolu bağlantıları boyunca lineer olarak gelişme göstermiş ve diğer altmerkezlere de dağılmıştır. İmalat ve sanayii fonksiyonları ise yavaş yavaş kent dışına taşınmaya başlamıştır. Örneğin imalat, sanayii ve depolama fonksiyonlarının ağırlıkla yer aldığı Eminönü ilçesinde son yıllarda, ticaret fonksiyonunun ağırlık kazanmaya başladığı, Şişli ve Beyoğlundaki ticaret fonksiyonunun, Büyükdere ve Nispetiye caddeleri boyunca yayıldığı görölmektedir. Yine paralel olarak, Anadolu yakasında yer alan Kadıköy ticaret merkezi, Bağdat caddesi boyunca lineer gelişim göstermeye başlamıştır. Endüstriyel kullanımlar daha çok Avrupa yakasında konumlanmakla birlikte, Anadolu yakasında Kartal'ın doğusundan başlayarak Marmara denizi ve E5 karayolu arasında dar bir şeritte yer almaktadır.

1985 yıllarında endüstriyel kullanımların, çoğunlukla Haliç'te Eminönü, Fatih, Eyüp ve Beyoğlu ilçelerinde ve Marmara kıyısında Fatih, Zeytinburnu ilçelerinde yoğunlaştığı saptanmıştır. (Boğaz demiryolu Tünel geçişi ve İstanbul metrosu nihai raporu, 1986). 1985'te arazi kullanım haritasının hazırlanmasından sonra, Haliç'teki (özellikle Eminönü ve Fatih ilçelerindeki sanayii) endüstriyel kullanımların önemli bir kısmının Bakırköy ilçesinde Ferhatpaşa'ya ve Kartal ilçesinde de E5 karayolu civarına taşınmasına belediye tarafından karar verilmiştir. Bu karar, Zeytinburnu Kazlıçeşme'de yer alan kirletici sanayiinin taşınması programının bir parçasıdır. Yine 1980 yılı (master) nazım planında depolama alanı olarak ayrılan ve daha sonra 1983 yılında organize sanayii, depolama ve konut alanlarına ayrılan Mahmutbey İkitelli yöresi'de, İstanbul'un merkezindeki sanayiinin desentralizasyonu amacına hizmet üzere hazırlanmıştır. (İstanbul İkitelli Organize Sanayii Bölgesi Nazım İmar Plan Raporu, 1992)

Bu bölümde, İstanbul'la ilgili oldukça genel bilgiler aktardıktan sonra, bir sonraki bölümde kent sisteminde hizmetler işgücü ve nüfusun yeniden dağılımını gerçekleştirmek üzere kullanılan Dinamik Lowry Modeli'ne ilişkin açıklamalar ve model'in kalibrasyonu yer alacaktır.

3. DİNAMİK LOWRY MODELİ VE İSTANBUL'A UYARLANMASI

Dinamik Lowry modeli, Forrester'in dinamik sistemler için geliştirdiği tekniğin uzaysal etkileşim modelleri tekniği ile birleşmesinden meydana gelmiştir. Forrester'in bilgi çarpıklığını, zaman boşluklarını veya gecikmeleri ayrı ayrı gözönüne aldığı modeli, Dynamo olarak adlandırılan özel bir bilgisayar dilinde gerçekleştirilmiştir. Forrester tekniğinin bu özellikleri ile birlikte şehir sistemindeki uzaysal geri-besleme etkilerinin de Lowry modelinde kullanılması, incelenen alanın zaman ve uzay bakımından gelişimini mümkün kılmıştır. Böylece her iki modelin birleştirilmesi ile bunların ayrı ayrı kullanılmasındaki aksaklıklar ortadan kalkmıştır.

Dinamik Lowry modelinin teorik yapısını "Çekim Modelleri" ve "Sistem Dinamiği Tekniği" şeklinde iki ayrı kısımda incelemek daha uygundur.

3.1 ÇEKİM MODELLERİ VE İNCELENEN SİSTEME UYGULANABİLİRLİĞİ

Lowry modelinin de temelini teşkil eden çekim modelleri esası Newton'un çekim kanununa dayanır ve herhangi iki bölge arasındaki etkileşim (I_{ij}) matematiksel olarak

$$I_{ij} = G \frac{P_i P_j}{d_{ij}^b}$$

formülü ile hesaplanır. Burada P_i ve P_j i ve j bölgeleri ile ilgili büyüklükler, d_{ij} i ve j bölgeleri arasındaki uzaklık, b bölgeleri arasındaki uzaklığa uygulanan bir kuvvet veya üssel, G ise tahmini olarak belirlenmiş çekim sabitine denk bir sabittir (Lee, 1973).

Bu çalışmada kendi içersinde karakteristik bütünlük olması ve veri sağlama kolaylığı açısından ilçeler baz olarak alınmıştır. Ancak Dinamik Lowry Modelinin kalibrasyonuna gidilirken, (Wilson,

1974) oldukça geniş alana yayılan İstanbul metropoliten alanında, istihdam açısından, İstanbul'da yer alan hizmetler ve sanayii iş gücünün, doğrudan etkisinde kalan yerleşim bölgeleri olan onaltı bölge verileri programa alınmıştır. Yapılan tesbitlere göre Adalar, Yalova ve Şile bu yönden İstanbul etki alanı içerisinde yer almamaktadır. Adalar daha çok ikinci konutun yer aldığı kendi kendine yeten bir yerleşim birimidir. Karayolu ile ikibuçuk saatlik mesafede olan Yalova yakın gelecekte il olmaya aday bir ilçedir. Deniz yolu ile İstanbul'a bağlantısı günlük git-gel hareketi için yetersizdir. Yalova'nın İstanbul'dan daha fazla Bursa'nın etki alanı içerisinde olduğu söylenebilir. Şile Karadeniz kıyısında küçük kendi kendisine yeten, İstanbul merkez alanından kopuk olarak gelişmiş bir kıyı ilçesidir (Ek.1).

Bu onaltı ilçe arasındaki uzaklık matrisi Tablo 1'de gösterilmektedir.

a ve b parametrelerinin değeri için, farklı parametre değerlerinin denenerek incelenmesi sonunda tek sınırlı çekim modeline en uygun değer olarak 1.5 alınması uygun görülmüştür. Nüfus yerleşimi modeli ve servis işgücü yerleşimi modeli için iki etkileşim olasılığı sırası ile aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır:

$$P_{ij}^{wh} = \frac{N_j / d_{ij}^a}{\sum_{j=1}^{16} \frac{N_j}{d_{ij}^a}} \quad P_{ij}^{hr} = \frac{E_i^R / d_{ij}^b}{\sum_{i=1}^{16} \frac{E_i^R}{d_{ij}^b}}$$

burada N_j j ilçesindeki toplam nüfus, E_i^R i ilçesindeki servis işgücüdür (Lee, 1973).

İlçelerin nüfusları, hizmetler ve sanayii işgücü istatistiklerinde artışlar ve azalmalar sözkonusu olduğundan, geleceğe yönelik doğru tahminlerde bulunabilmek amacıyla 1990 yılı yerine, 1985 verileri kullanılmıştır. Tablo.2 ve Tablo.3 model'in işletilmesi sırasında geleceğe yönelik sanayii işgücü verileri, artış ve azalışlar yönünden önceki bölümde sözü edilen ve halen seyreden trendin devam edeceği varsayılarak saptanmıştır (Tablo.4)

Tablo.1 İLÇELERİN BİRBİRLERİNDEN UZAKLIKLARI

İlçeler	Bakırköy	Beşiktaş	Beykoz	Beyoğlu	Eminönü	Eyüp	Fatih	G. O. Paşa	Kadıköy	Kartal	Sarıyer	Şişli	Üsküdar	Zeytinburnu	Çatalca	Silivri
Bakırköy	14*	145	224	101	96	72	67	90	180	315	210	120	178	43	354	540
Beşiktaş	145	10*	80	47	72	77	87	104	102	235	86	30	62	122	499	685
Beykoz	224	80	2*	128	150	153	167	164	144	245	53	103	95	202	578	764
Beyoğlu	101	47	128	11*	30	44	40	87	99	242	129	36	81	74	455	641
Eminönü	96	72	150	30	12*	61	29	108	88	228	157	66	85	59	450	635
Eyüp	72	77	153	44	61	10*	43	48	142	285	138	50	124	65	426	612
Fatih	67	87	167	40	29	43	9*	90	115	255	165	70	112	35	421	607
G. O. Paşa	90	104	164	87	108	48	90	8*	185	327	135	74	160	102	444	630
Kadıköy	180	102	144	99	88	142	115	185	11*	143	177	121	48	138	534	720
Kartal	315	235	245	242	228	285	255	327	143	12*	292	260	175	273	669	855
Sarıyer	210	86	53	129	157	138	165	135	177	292	2*	95	128	198	564	750
Şişli	120	30	103	36	66	50	70	74	121	260	95	12*	88	104	474	660
Üsküdar	178	62	95	81	85	124	112	160	48	175	128	88	9*	144	532	718
Zeytinburnu	43	122	202	74	59	65	35	102	138	273	198	104	144	6*	397	583
Çatalca	354	499	578	455	450	426	421	444	534	669	564	474	532	397	1*	235
Silivri	540	685	764	641	635	612	607	630	720	855	750	660	718	583	235	1*

* İşaretli rakamlar, ilçe merkezi yarıçapını vermektedir.

NOT : İlçelerin uzaklıkları zaman olarak değil mesafe olarak alınmıştır. Yerleşim yoğunluğuna göre hesaplanan ilçe merkezinin, mevcut ilçe merkezi ile aynı yerde olduğu saptanmış ve ilçe merkezleri arasındaki uzaklıklar harita üzerinden ölçülerek verilmiştir.

Tablo.2 İlçe nüfusları (Kaynak DİE 1985-1990)

İlçeler	Yıllar		
	1985	1990	2000*
Bakırköy	1.238.342	1.991.040	2.439.600
Beşiktaş	204.911	185.454	291.200
Beykoz	136.063	157.163	249.600
Beyoğlu	245.999	216.936	332.800
Eminönü	93.383	62.578	93.600
Eyüp	377.187	417.172	655.200
Fatih	497.459	446.149	696.800
G. O. Paşa	289.841	385.583	603.200
Kadıköy	577.863	729.251	1.144.000
Kartal	572.546	613.205	1.191.000
Sarıyer	147.503	156.652	260.000
Şişli	526.526	502.311	790.400
Üsküdar	490.185	673.941	1.040.000
Zeytinburnu	147.845	154.835	239.200
Çatalca	117.380	64.241	82.032
Silivri	55.625	77.599	103.904

* işaretli yıllara ilişkin bilgiler İstanbul Büyükşehir Belediyesinden sağlanmıştır.

Tablo.3 İlçelere göre hizmetler sektöründe çalışanlar

İlçeler	Yıllar	
	1985	1990
Bakırköy	276.051	344.949
Beşiktaş	47.006	63.716
Beykoz	22.566	50.311
Beyoğlu	59.308	75.300
Eminönü	28.272	12.804
Eyüp	82.241	79.200
Fatih	110.461	99.019
G. O. Paşa	59.772	69.797
Kadıköy	124.756	122.401
Kartal	107.895	197.824
Sarıyer	29.401	50.675
Şişli	118.817	110.968
Üsküdar	98.948	130.388
Zeytinburnu	35.640	55.027
Çatalca	2.503	8.780
Silivri	3.465	14.205

Tablo.4 İlçelerin yıllara göre sanayii istihdamı

İlçeler	Yıllar			
	1985	1990	1995	2000
Bakırköy	142,208	198,935	278,290	389,045
Beşiktaş	24,215	39,858	65,606	107,987
Beykoz	12,576	28,987	66,813	153,670
Beyoğlu	30,552	47,757	74,650	116,677
Eminönü	14,563	6,085	2,539	1,066
Eyüp	42,360	43,158	43,971	44,797
Fatih	56,904	48,757	41,776	35,802
G. O. Paşa	30,772	38,279	47,617	59,235
Kadıköy	64,267	67,041	69,935	72,948
Kartal	60,137	105,373	184,636	323,113
Sarıyer	15,146	30,799	62,629	127,324
Şişli	61,208	60,945	60,683	60,422
Üsküdar	50,078	69,462	96,349	133,636
Zeytinburnu	18,360	34,422	64,535	120,990
Çatalca	1,395	2,823	5,713	11,560
Silivri	1,931	4,502	10,496	24,456

İterasyona başlamadan önce, nüfus çarpanı $(\alpha \cdot N/e)$ ve nüfusun hizmete oranı $(\beta \cdot E^R/N)$ verilerden hesaplanır.

Buraya kadar hesaplanmış olan olasılık değerleri ile α ve β değerleri ilgili zaman dilimindeki (yani statik durumdaki) tüm iterasyonlar için değişmez. İterasyonun başlaması ile temel işgücünün bölgelere dağılımı (L_j) ve servis işgücünün konutlara dağılımı (S_i) başlar ve bu değerler matematiksel olarak aşağıdaki şekilde ifade edilir.

$$L_j = \sum_{i=1}^{16} E_i \cdot P_{ij}^{wh} \quad S_i = \sum_{j=1}^{16} D_j \cdot P_{ij}^{hr}$$

burada $N_j \cdot \alpha L_j$ ve $D_j \cdot \beta N_j$ şartları sağlanmaktadır. Bu da her bölgedeki temel nüfusun servis işgücünde sonuçlanacak olan servisler için bir talep oluşturacağını gösterir. Her iterasyonun son adımında S_i 'ye bağlı olarak nüfus artışı bulunur. Bu da hesaplanan (yeni) S_i değerinin eski değer ile (E_i^R 'nin ilk iterasyondaki) yer değiştirmesi ile gerçekleştirilir ve böylece konut bölgelerindeki servis hizmetinde çalışanların yerleşimi hesaplanmış olur. Artışlar arasındaki fark eşitleninceye kadar iterasyona devam edilir. Her bir iterasyon için nüfus ve servis işgücü toplamalarını veren değerler, sırası ile Tablo 5 ve Tablo 6'da verilmektedir.

Özetle; modelin işleyişi temel işgücü, servis işgücü ve nüfusun uzaysal dağılımı ile başlar. Etki ve ürün sınırlı çekim formüllerinin kullanılması ile tek tek bölgelere paylaştıran, sırası ile nüfus ve servis işgücü değerleri statik olarak hesaplanır.

Tablo.5 Nüfus için Dinamik Lowry Model 19 iterasyon sonucu (1985 yılı)

	1.İt	2.İt	3.İt	4.İt	5.İt	6.İt	7.İt	...	13.İt	14.İt	15.İt	16.İt	17.İt	18.İt	19.İt
Bakırköy	464612	323820	220279	147904	98546	65347	43203		3525	2319	1525	1003	660	434	285
Beşiktaş	62113	35203	22034	14184	9226	6031	3952		318	209	138	91	60	39	26
Beykoz	44120	32973	23819	16840	11727	8076	5516		506	337	224	148	98	65	43
BeYOğlu	81871	48274	30694	19900	12988	8803	5577		449	295	194	128	84	55	36
Eminönü	23843	13442	8700	5685	3723	2442	1603		129	85	56	37	24	16	10
Eyüp	131242	83581	53910	35076	22933	15034	9869		797	524	345	227	149	98	65
Fatih	199356	138810	92398	60878	40010	26284	17270		1394	917	603	396	265	171	113
G. O. Paşa	92940	56798	35822	23025	14959	9775	6408		517	340	224	147	97	64	42
Kadıköy	198241	127462	82317	53370	34701	22613	14765		1168	767	504	331	218	143	94
Kartal	183162	112762	69952	43724	27522	17435	11108		808	527	344	225	147	96	63
Sarıyer	52191	39467	28830	20598	14488	10073	6940		664	444	296	197	131	87	58
Şişli	191566	120737	76500	49210	31969	20882	13685		1102	725	477	314	206	136	89
Üsküdar	166477	113052	74857	49131	32152	21030	13761		1096	720	473	311	205	135	88
Zeytinburnu	50838	31606	20685	13659	9018	5947	3918		318	209	137	90	59	39	26
Çatalca	5428	4161	3103	2268	1633	1162	819		88	60	41	28	19	13	13
Silivri	6290	4281	2907	1970	1333	900	607		56	37	25	17	11	7	7

Tablo.6 Hizmet sektörü istihdamı için Dinamik Lowry Model 19 iterasyon sonucu (1985 yılı)

	1.İ	2.İ	3.İ	4.İ	5.İ	6.İ	7.İ	...	13.İ	14.İ	15.İ	15.İ	17.İ	18.İ	19.İ
Bakırköy	101368	69654	47032	31442	20894	13832	9135		744	489	322	212	139	92	60
Beşiktaş	12138	7354	4687	3037	1981	1297	851		69	45	30	20	13	8	6
Beykoz	9698	7126	5095	3576	2477	1699	1157		105	70	46	31	20	13	9
Beyoğlu	16774	10410	6705	4365	2854	1871	1228		99	65	43	28	19	12	8
Eminönü	5666	3586	2338	1530	1003	658	432		35	23	15	10	7	4	3
Eyüp	26927	17262	11189	7300	4780	3136	2060		166	109	72	47	31	20	13
Fatih	43342	29268	19351	12728	8363	5494	3610		291	192	126	83	55	36	24
G. O. Paşa	18410	11446	7295	4717	3075	2013	1321		107	70	46	30	20	13	9
Kadıköy	41399	26676	17264	11210	7297	4760	3109		247	162	106	70	46	30	20
Kartal	36909	22803	14197	8904	5622	3571	2281		167	109	71	47	31	20	13
Sarıyer	11785	8747	6316	4476	3130	2166	1487		141	94	63	42	28	18	12
Şişli	39816	25063	16011	10358	6750	4417	2897		234	154	101	66	44	29	19
Üsküdar	35148	23502	15479	10140	6633	4339	2840		227	149	98	64	42	28	18
Zeytinburnu	10705	6899	4546	3003	1981	1306	860		70	46	30	20	13	9	6
Çatalca	1112	850	633	462	332	236	166		18	12	8	6	4	3	2
Silivri	1318	897	609	412	279	188	127		12	8	5	3	2	2	1

3.2 DİNAMİK MODELLER VE İNCELENEN SİSTEME UYGULANABİLİRLİĞİ

Statik Lowry modelinin dinamik duruma getirilmesi, Forrester'in çok fazla değişken için geliştirdiği "Urban Dynamics" modeli kullanılarak gerçekleştirilir. Forrester, bir şehrin normal yaşam-akışını diferansiyel denklemlerle ifade eder ve denklemlerin başlangıçta artış gösterdiğini, fakat şehrin olgunluk dönemine ulaşmasından sonra sosyo-ekonomik azalmaya bağlı olarak düşüş gösterdiğini kabul eder. Denklemler esas olarak iki farklı tipte ifade edilmektedir: Seviye değişkenleri ve oran değişkenleri. Bunlardan seviye (level) denklemleri herhangi bir t anında sistemin durumunu (stoklar) gösterir. Zaman içinde herhangi bir noktadaki seviye değeri K indisi ile ifade edilir; o süredeki tüm giriş ve çıkışların kümülatif etkilerini belirler. Seviye değişkenleri sadece oran akışları ile değiştirilir ve bir seviye değişkeni başka bir seviye değişkenini oran değişkeninin ilavesi ile etkileyebilir (Forrester, 1975).

Nüfus büyümesi için oran denklemi

$$NG_j \cdot KL - (NR_j \cdot K - N_j \cdot K) / DELAY$$

şeklinde ifade edilir. Burada; DELAY servis işgücü sektöründeki yıllara göre değişimin nüfusa göre zaman boşluğu, N_{Rj} bölgesi için gerekli ve mevcut nüfus büyüklüğüdür. N_{Rj} değeri Lowry modelinin 19 iterasyonu sonunda hesaplanmıştır. İkinci oran değişkeni ise Lowry modelinden hesaplanmış olan mevcut servis işgücü değeri ile önceki servis işgücü değeri arasındaki gecikmeyi hesaplar ve yeni boşluklar oran değişkeni şeklinde aşağıdaki şekilde ifade edilir:

$$SG_i \cdot KL - (SR_i \cdot K - S_i \cdot K) / DELAY$$

Daha sonra iki seviye değişkeni aşağıdaki formüllerle hesaplanır.

$$N_j \cdot K - N_j \cdot J \cdot (DT)(NG_j \cdot J_R)$$

ve

$$S_i \cdot K - S_i \cdot J \cdot (DT)(SG_i \cdot J_R)$$

Burada DT çözüm aralığı, N_j bölgesi için yeni nüfus, S_i bölgesi için yeni servis stoğudur [Altan, 1990].

Çeşitli değerlerin test edilmesinden sonra, DELAY ve DT değerleri için aşağıdaki gibi bir uygulamanın daha anlamlı sonuçlar vereceği kabul edilmiştir:

Eğer $NG_j/KL > 0$ ve $SG_i/KL > 0$ ise $DELAY=2.5$,
DT=5

aksi takdirde $DELAY=5$,
DT=5

Zaman kavramının simülasyona ilave edilmesi ile Lowry modelinde değişiklik de yapılmış olur. Bu değişiklik sisteme gecikmelerin ilave edilmesidir. Böylece toplam stoklar yerine nüfus ve hizmetlerdeki değişimler hesaplanır. Fakat burada yine de bir sınırlama mevcuttur. Nüfus sadece işgücü değişimine bağlı olarak boşluk oluşturmaktadır. Gecikme (DELAY), azalan şartlar için büyüme süresinde verilen değerden uzun olmaktadır.

Bu modelin simülasyonu Dinamik Lowry modelleri için yeni bir paket geliştirerek Lotus 1-2-3 kullanılarak yapılmıştır [Altan, 1990].

4. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Dinamik Lowry Modeli'nin İstanbul'a uygulanmasından çıkan ilçelere göre nüfus ve hizmet işgücü ile mevcut durum ve ek olarak mevcut nüfus ve servis yoğunlukları ve model sonucu sağlanan ilçelere göre nüfus ve hizmet dağılımlarından elde edilen yoğunluklar kıyaslanarak değerlendirilmiştir.

Büyük kentlerde göze çarpan merkez ilçelerin alan itibarıyla küçük, yoğunluk itibarıyla yüksek yoğunluklu olma özellikleri İstanbul haritasında açıkça göze çarpmaktadır. (Ek.1)(Şekil.3). Lowry Modeli sonucunda bir kıyaslama yapmak ve gelişme potansiyeli olan alanları saptamak üzere

hazırlanan ilçelere göre yoğunluk dağılımı hazırlanmıştır. Bu grafiklerde ilçelerde yerleşilebilir alanları belirlemek üzere önceki bölümlerde sözü edilen doğal eşik oluşturan alanlar ilçe alanından çıkarılmıştır. Bu çalışmada ilçe sınırı içerisindeki doğal eşikler nedeniyle yerleşilebilir alanların en fazla etkilendiği ilçeler, Beykoz, Çatalca, Silivri, Sarıyer, Gazi Osman Paşa, Eyüp, Üsküdar ve Şişli'dir. (Ek.2)

Şekillerden görüleceği gibi,

Mevcut nüfus tahminlerinde, çevre ilçeler hızlı bir nüfus artışı, gösterirken merkez ilçelerde ise nüfusta azalma eğilimi görülmektedir. Bakırköy ve Kartal ilçesi çevre ilçelere Fatih ilçesi merkez ilçelere örnek olarak verilebilir. Çevre ilçelerin gelişmesi; boş arsa ve merkez ilçelere oranla ucuz arsa potansiyeli, geniş sanayi siteleri, modern toplu konut uygulamaları, yağın gecekondu bölgeleri (squatter), çevre yolları ile şehir merkezine hızlı ulaşım bağlantısı, kamu ulaşım sistemi (Otobüs ve raylı sistem) olanakları, büyük alışveriş merkezleri ve manzaralı sahil konut yerleşmeleri etkenlerine bağlanabilir. Buna karşın tarihi semtlerde (merkez ilçelerde) binaların eskiyip yıpranması arazi değerlerinin yüksek oluşu, konut alanlarının ticarete dönüşmesi ve boş alan kalmamış olmaması (doygunluk) nedenleri nüfus azalmasına yol açmaktadır. (Şekil.1)

Lowry modeli uygulamasında 1985-2005 yılları arasında sanayideki tahminlere göre, nüfus dağılımı da aynı eğilimi yansıtmaktadır. Örneğin Bakırköy, Kartal, Beykoz, Sarıyer gibi İstanbul yerleşim alanında merkeze en uzak çevre ilçelerin nüfusu hızla gelişirken, Beyoğlu, Eminönü gibi merkez ilçelerin nüfuslarının azaldığı gözlenmektedir. (Şekil.2)

Nüfus yoğunluğu çevre ilçelerde düşük olup bu gelişime izin vermektedir. Oysa merkez ilçelerde nüfus yoğunluğunda bir doygunluk olduğundan giderek bir azalma görülmektedir. (Şekil.3)

Lowry uygulamasında çevre ilçeleri yoğunluklarında hızlı bir artış, (Örnek Bakırköy, Kartal, Beykoz, Sarıyer gibi.) merkez ilçelerde ise, nüfus azalması nedeniyle, nüfus yoğunluğunda da görece olarak azalma görülmektedir. I. ring'te bulunan tarihi semtler örnek olarak verilebilir. (Şekil.4)

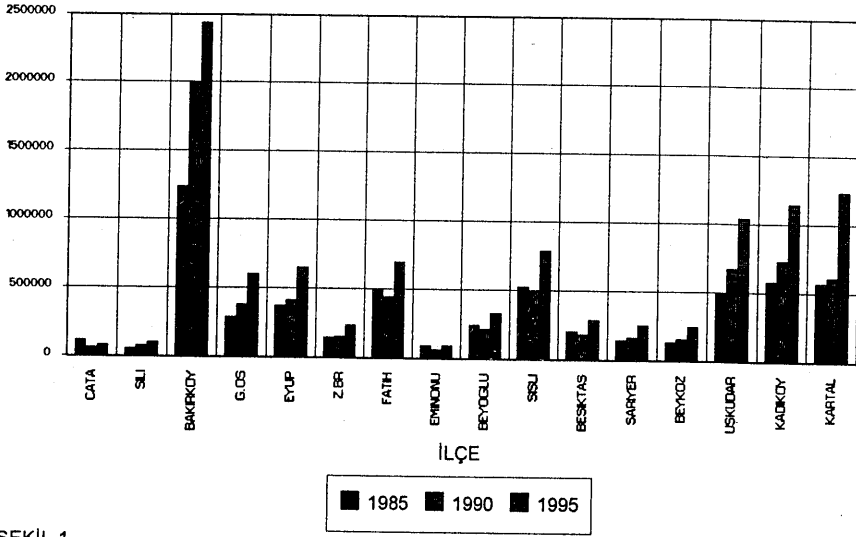
Dinamik Lowry Modelinin kalibrasyonunda servis sektöründeki dağılım da ilginç sonuçlar vermektedir. (Şekil.5) Çevre ilçelerde, servis işgücünde nüfus artışına paralel bir artış, merkez ilçelerde ise azalma görülmektedir. Fatih'te en yüksek değere ulaşmakta ve daha sonra belli bir doyumluğa ulaşması sonucu servis yoğunluğunda bir azalma göze çarpmaktadır. Eminönü ve Beyoğlu gibi tarihi ticaret merkezlerindeki servis yoğunluğunun gelecek yıllarda hızla düşeceği ortaya çıkmaktadır. Çevre ilçelerde az olan servis yoğunluğunun zaman içerisinde artacağı, bu uygulama ile ortaya konmuştur. (Şekil.6)

Özetle, İstanbul'da Dinamik Lowry Modeli uygulamasından, gelişme potansiyeli olan ilçelerin belirlenmesi açısından ilginç sonuçlar elde edilmiştir. Bu veriler ışığında, gelişme potansiyeli olan alanlarda önceden yeni merkezlerin planlaması ve bu gelişimin gereksinimi olan seyahat talebi bağlamında ulaşım sisteminin geliştirilmesi önerilmekte ve kentin tesadüfi gelişmesinin önlenmesi amaçlanmaktadır.

Bu çalışma, "İstanbul'da küçük ve Orta Ölçekli Sanayiinin Desantralizasyonu ve Kentsel Ulaşım Etkisi" konulu araştırma projesinin birinci aşamasını oluşturmaktadır. Araştırmanın bundan sonraki aşamaları; Dinamik Lowry modelinden sonuca bağlı olarak, kent merkezi alanında mevcut bulunan sanayiinin (araştırmalarla tespit edilecek bazı türlerinin) metropoliten alan içerisinde gelişme potansiyeli olan bölgelere kaydırılması, senaryoların ulaşım etkisinin araştırılması ve sonuçların mevcut durumla karşılaştırılmasını kapsamaktadır.

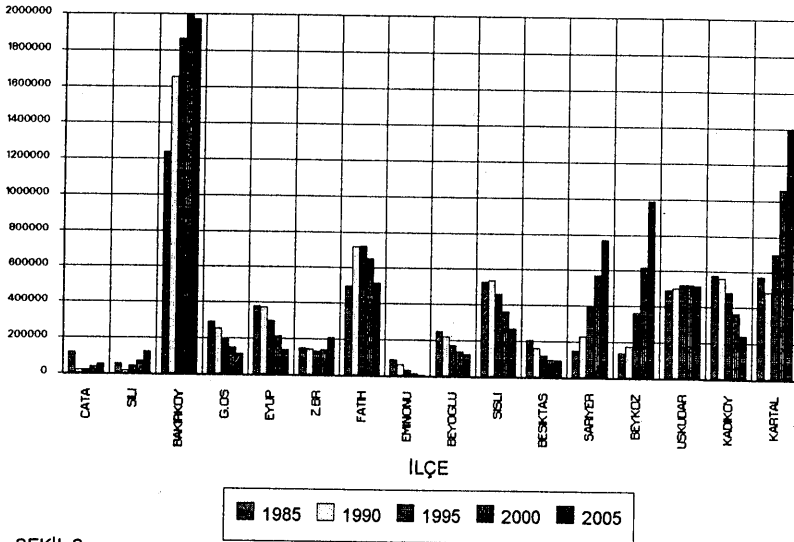
Model sonucunda gelişme potansiyeli olan ilçelerin metropoliten alanın en uç bölgeleri olan ilçeler (Sarıyer, Beykoz, Kartal, Bakırköy) olarak belirlenmesi hipotezimiz olan desantralizasyonun kentsel ulaşım açısından etkilerinin irdelenmesine olanak verecektir.

NÜFUSUN YILLARA GÖRE DEĞİŞİMİ
İSTATİSTİKİ VE TAHMİN DEĞERLERİ



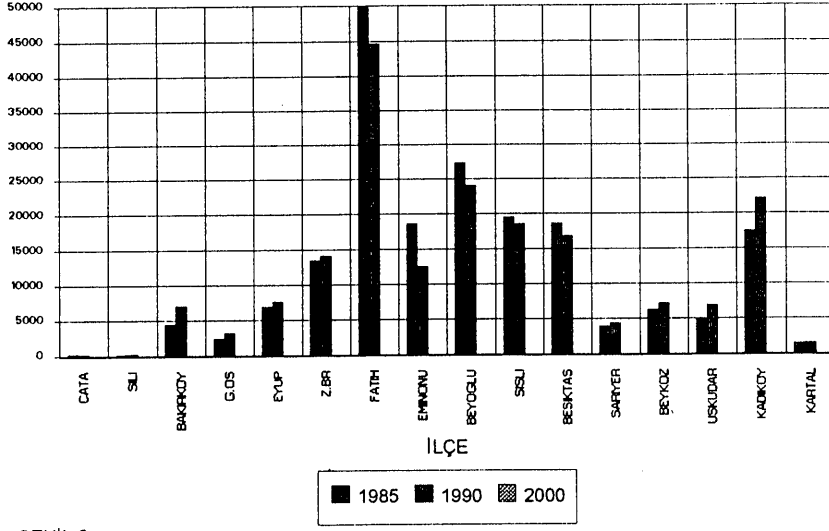
ŞEKİL 1

NÜFUSUN YILLARA GÖRE DEĞİŞİMİ
MODEL SONUCU ELDE EDİLEN



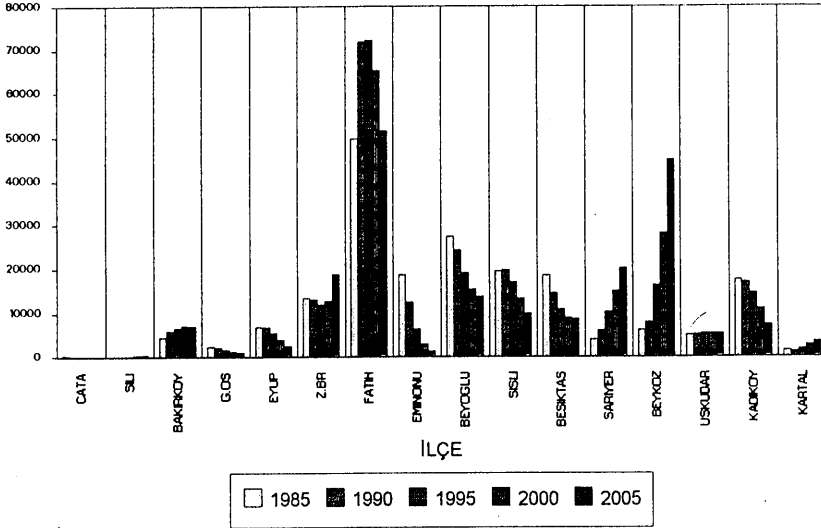
ŞEKİL 2

NÜFUS YOĞUNLUKLARININ YILLARA GÖRE DEĞİŞİMİ
İSTATİSTİKİ VE TAHMİN DEĞERLERİ



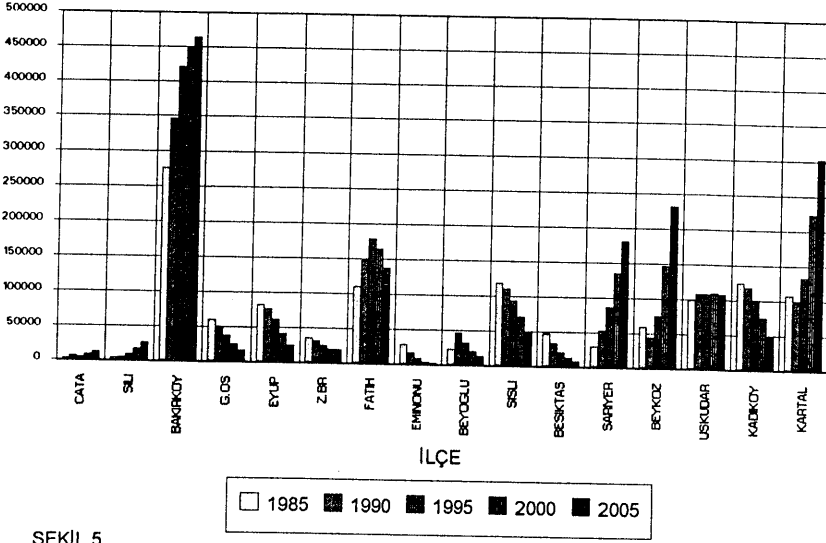
ŞEKİL 3

NÜFUS YOĞUNLUKLARININ YILLARA GÖRE DEĞİŞİMİ
MODEL SONUCU ELDE EDİLEN



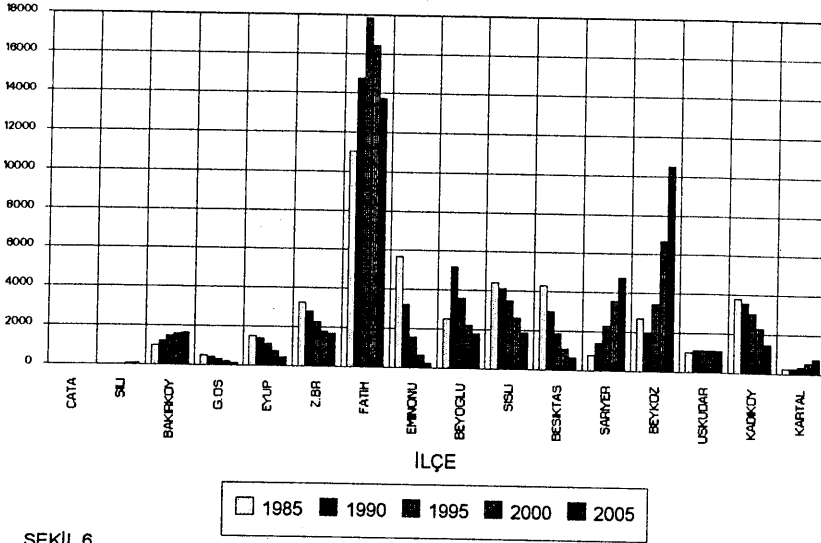
ŞEKİL 4

HİZMET SEKTÖRÜ İSTİHDAMININ YILLARA GÖRE DEĞİŞİMİ
MODEL SONUCU ELDE EDİLEN



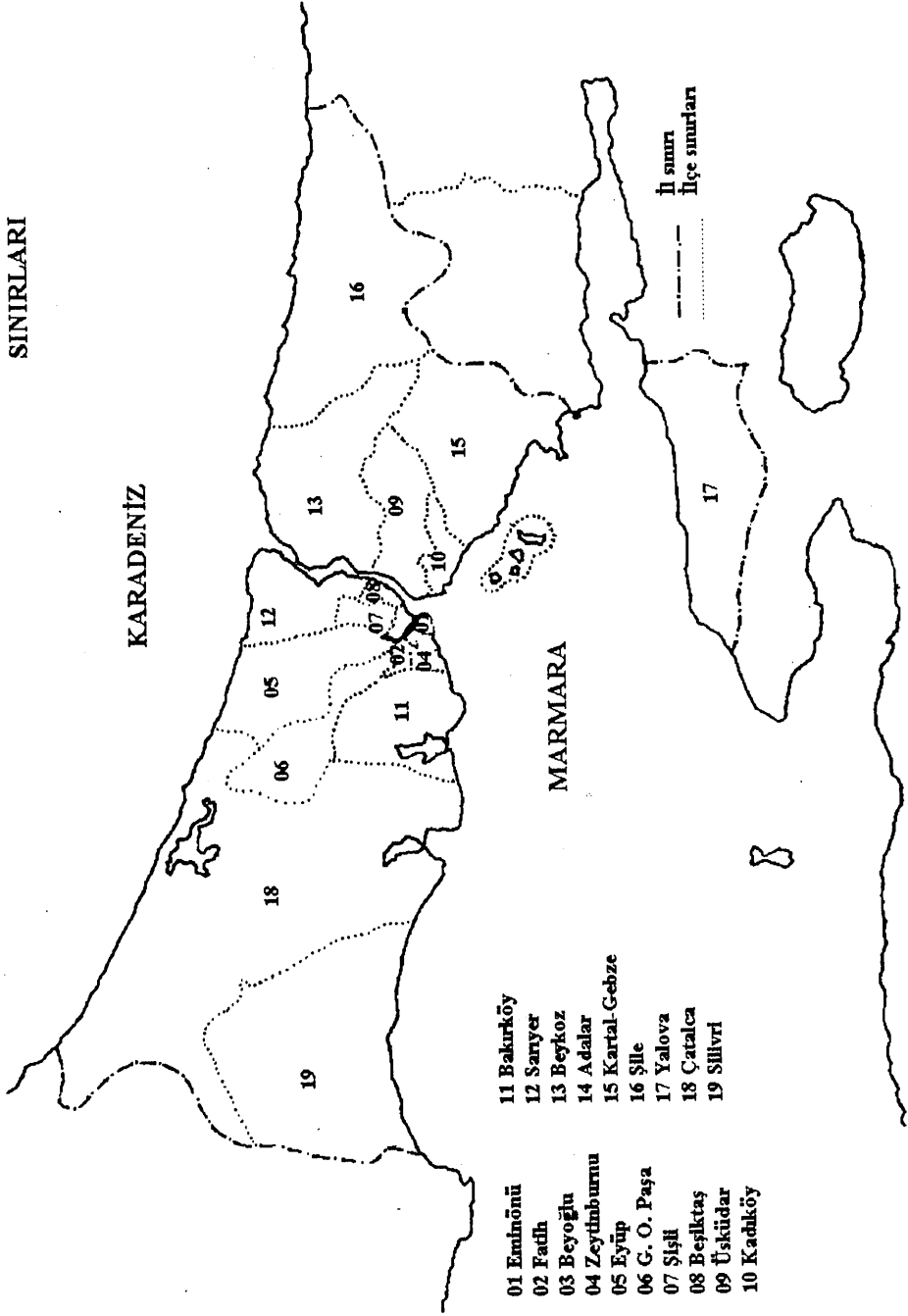
ŞEKİL 5

HİZMET SEKTÖRÜ İSTİHDAM YOĞUNLUĞUNUN YILLARA GÖRE DEĞİŞİMİ
MODEL SONUCU ELDE EDİLEN



ŞEKİL 6

Ek.1 İSTANBUL İL VE İLÇE
SINIRLARI



Ek.2 İlçe Alanları

İlçeler	Alanlar
Bakırköy	283
Beşiktaş	11
Beykoz	22*
Beyoğlu	9
Eminönü	5
Eyüp	55*
Fatih	10
G O. Paşa	122*
Kadıköy	33
Kartal	402*
Sarıyer	38*
Şişli	27*
Üsküdar	98*
Zeytinburnu	11
Çatalca	580*
Silivri	375*

* İşaretli ilçe alanları doğal eşiklerin çıkarılması ile elde edilen yerleşilebilir alanlardır.

KAYNAKLAR

- [1] İstanbul İkitelli Organize Sanayii Bölgesi Master Plan Raporu, RMT Ltd. Şti, 1991, Ankara,
- [2] Budak , S., Tüzin, G. "İstanbul'da İçme Suyu Havzaları" Planlama, 1-4, 1993, İstanbul.
- [3] Angel, A., "Henry Prost ve İstanbul'un İlk Master Planı" Planlama, 1-4, 1993, İstanbul.
- [4] T.C. Ulaştırma Bakanlığı, Demiryollar Limanlar ve Hava Meydanları İnşaatı Genel Müdürlüğü "Boğaz Demiryolu Tüneli Geçişi ve İstanbul Metrosu Nihai Raporu" 1986, İstanbul.
- [5] Lee, C., "Models in Planning, an Introduction to the Use of Quantative Models in Planning", Pergamon Press, 1973
- [6] Wilson, A.G., Urban and Regional Models in Geography and Planning, 1974.
- [7] Forrester, W., Reading in Urabn Dynamics, 1975 Vol.I-II
- [8] Altan, Z., "Electronic Table Simulation in Dynamic Systems and Application to Urban Planning, 1990.