

**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MEKANSAL AĞIRLIKLANDIRILMIŞ OTOREGRESİF KONUT FİYAT  
İNDEKS MODELİ**

**DOKTORA TEZİ**

**Kerem Yavuz ARSLANLI**

**Şehir ve Bölge Planlaması Anabilim Dalı**

**Şehir Planlama Programı**

**MAYIS 2012**



**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MEKANSAL AĞIRLIKLANDIRILMIŞ OTOREGRESİF KONUT FİYAT  
İNDEKS MODELİ**

**DOKTORA TEZİ**

**Kerem Yavuz ARSLANLI**

**(502042904)**

**Şehir ve Bölge Planlaması Anabilim Dalı**

**Şehir Planlama Programı**

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. Vedia DÖKMECİ**

**MAYIS 2012**







İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 502042904 numaralı Doktora Öğrencisi **Kerem Yavuz ARSLANLI**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**MEKANSAL AĞIRLIKLANDIRILMIŞ OTOREGRESİF KONUT FİYAT İNDEKS MODELİ** ” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

**Tez Danışmanı :**      **Prof. Dr. Vedia DÖKMECİ**  
İstanbul Teknik Üniversitesi

**Jüri Üyeleri :**        **Prof. Dr. Gülay KIROĞLU**  
Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi

**Prof. Dr. Nuran Zeren GÜLERSOY**  
İstanbul Teknik Üniversitesi

**Prof. Dr. Ferhan Gezici KORTEN**  
İstanbul Teknik Üniversitesi

**Doç. Dr. Evren ÖZUS**  
Okan Üniversitesi

**Teslim Tarihi :**        **22 Ekim 2011**

**Savunma Tarihi :**     **22 Mayıs 2012**





*Aileme,*



## ÖNSÖZ

Tez çalışmam süresince çalışmalarına olan katkılarından dolayı başta danışman hocam Prof. Dr. Vedia Dökmeci'ye ve Prof. Dr. Ferhan Gezici'ye, İstatistik konularında yardımlarından dolayı Prof. Dr. Gülay Kıroğlu'na, teşekkürlerimi sunmak isterim. Tezin gelişmesine sağladıkları maddi destek ile çalışmalarımı yurtdışında uzmanlar ile ilerletmemi sağlayan İTÜ Geliştirme Vakfı Bilim İnsanı Destekleme Programı'na ve TÜBİTAK Yurtdışı Araştırma Burs Programı'na ve AREUEA 2009 Annual Doctoral Session üyelerine teşekkür ederim. Tezin modelleme aşamalarında sağladıkları katkılar ve yönlendirmelerinden dolayı başta Prof. Dr. Paloma Taltavull'a, Prof. Dr. Stephen Lee'ye, Prof. Dr. Abdullah Yavaş'a, Prof. Dr. John Clapp'e ve Cinda Smith'e teşekkürlerimi sunarım. Tezim süresince her türlü konuda katkılarını eksik etmeyen başta Prof. Dr. Nuran Zeren Gülersoy ve İTÜ Çevre ve Şehircilik Uygulama ve Araştırma Merkezi'ne ve İTÜ Sosyal Bilimler Entitüsü'ne, Institute of International Economics Alicante çalışanlarına ve Cass Business School Faculty of Finance ekibine teşekkürlerimi sunarım. Veri toplanması ve tez formatı sürecinde yardımlarından dolayı Dr. Buket Önem'e, GIS kodları konusunda yardımlarından dolayı Hasan Mutlu'ya teşekkürlerimi sunarım. Bütün tez sürecinde başından sonuna bana daima destek olan Ailem'e sonsuz teşekkür ederim.

Mayıs 2012

Kerem Yavuz ARSLANLI

Şehir Plancısı



## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

|                                                                                          |             |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>ÖNSÖZ.....</b>                                                                        | <b>vii</b>  |
| <b>İÇİNDEKİLER .....</b>                                                                 | <b>ix</b>   |
| <b>KISALTMALAR .....</b>                                                                 | <b>xi</b>   |
| <b>ÇİZELGE LİSTESİ.....</b>                                                              | <b>xiii</b> |
| <b>ŞEKİL LİSTESİ.....</b>                                                                | <b>xv</b>   |
| <b>ÖZET.....</b>                                                                         | <b>xvii</b> |
| <b>SUMMARY .....</b>                                                                     | <b>xxi</b>  |
| <b>1.GİRİŞ .....</b>                                                                     | <b>1</b>    |
| 1.1 Tezin Amacı.....                                                                     | 3           |
| 1.2 Tezin Yöntemi.....                                                                   | 3           |
| 1.3 Tezin Kapsamı .....                                                                  | 4           |
| <b>2.FİYAT İNDEKSLERİ .....</b>                                                          | <b>7</b>    |
| 2.1 Hedonik Fiyat İndekslerinin İstatistik Altyapısı .....                               | 7           |
| 2.1.1 Hedonik hipotezi .....                                                             | 8           |
| 2.1.2 Hedonik regresyonun fonksiyonel formları .....                                     | 8           |
| 2.2 Hedonik Fiyat Konsepti .....                                                         | 10          |
| 2.2.1 “Ürün” nün hedonik tanımı .....                                                    | 10          |
| 2.3 “Ürün” Tanımının Hedonik Fiyatlandırılması .....                                     | 11          |
| 2.4 Gerçek Hedonik Fiyat İndeksleri .....                                                | 12          |
| 2.4.1 Klasik hedonik fiyat indeksi .....                                                 | 13          |
| 2.4.2 Komşu periyotların fiyat indeksi.....                                              | 13          |
| 2.4.3 Hedonik fiyat indekslerinin hesaplanması .....                                     | 14          |
| 2.4.3.1 Hedonik model .....                                                              | 15          |
| 2.4.3.2 Hedonik fiyat indekslerinin hesaplanması .....                                   | 15          |
| 2.4.3.3 Hedonik fiyat indeksi oluşturulurken karşılaşılan istatistiksel problemler ..... | 18          |
| 2.5 Hedonik fiyat indeksleri sonuçları .....                                             | 21          |
| <b>3.KONUT FİYAT İNDEKSLERİ .....</b>                                                    | <b>23</b>   |
| 3.1 Mekansal Bağımlılık ve Konut Fiyat İndeksi Oluşturulması.....                        | 23          |
| 3.2 Konut Fiyat İndeksleri Bölüm Sonuçları .....                                         | 43          |
| <b>4. İSTANBUL KONUT FİYAT İNDEKSİ.....</b>                                              | <b>47</b>   |
| 4.1 İstanbul Konut Pazarı Üzerine Yapılmış Çalışmalar .....                              | 47          |
| 4.2 Konut Fiyat Modeli Altyapısı .....                                                   | 48          |
| 4.3 Analizler.....                                                                       | 49          |
| 4.4 Konut Fiyat Modeli .....                                                             | 57          |
| 4.4.1 Model 1 .....                                                                      | 57          |
| 4.5 Mekansal İstatistik Analizleri .....                                                 | 62          |
| 4.5.1 Mekansal veri düzenlemesi .....                                                    | 62          |
| 4.5.2 Mekansal dağılım testi .....                                                       | 65          |
| 4.5.3 Mekansal etkileşim çizelgesi.....                                                  | 68          |

|           |                                                      |            |
|-----------|------------------------------------------------------|------------|
| 4.6       | Mekansal Regresyon Analizi .....                     | 68         |
| 4.6.1     | Mekansal otokorelasyon.....                          | 70         |
| 4.6.2     | Mekansal regresyon modeli .....                      | 71         |
| 4.6.3     | Model sonuçları.....                                 | 72         |
| 4.6.4     | Avrupa yakası regresyon sonuçları .....              | 75         |
| 4.6.5     | Anadolu yakası regresyon sonuçları .....             | 79         |
| 4.7       | Otoregressif İndeks Parametreleri .....              | 85         |
| 4.7.1     | Tüm İstanbul otoregresif indeks parametreleri .....  | 86         |
| 4.7.2     | Avrupa yakası otoregresif indeks parametreleri.....  | 89         |
| 4.7.3     | Anadolu yakası otoregresif indeks parametreleri..... | 91         |
| <b>5.</b> | <b>SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>                       | <b>97</b>  |
|           | <b>KAYNAKLAR.....</b>                                | <b>103</b> |
|           | <b>EKLER.....</b>                                    | <b>113</b> |
|           | <b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>                                | <b>121</b> |

## **KISALTMALAR**

|             |                                                          |
|-------------|----------------------------------------------------------|
| <b>CBS</b>  | : Coğrafi Bilgi Sistemleri                               |
| <b>EGLS</b> | : Estimated generalised least squares                    |
| <b>EKK</b>  | : En Küçük Kareler                                       |
| <b>GIS</b>  | : Geographical Information Systems                       |
| <b>GLS</b>  | : Genarlized Least Squares                               |
| <b>HFI</b>  | : Hedonik Fiyat İndeksi                                  |
| <b>KFI</b>  | : Konut Fiyat İndeksi                                    |
| <b>LRM</b>  | : Lokal Regresyon Modeli                                 |
| <b>LWR</b>  | : Locally Weighted Regression                            |
| <b>ML</b>   | : Maksimum Likelihood                                    |
| <b>OECD</b> | : Organisation for Economic Co-operation and Development |
| <b>OLS</b>  | : Ordinary Least Squares                                 |
| <b>PCA</b>  | : Principal Component Analysis                           |
| <b>SPAR</b> | : Sale Price Appreciation Ratio                          |
| <b>TÜFE</b> | : Tüketici Fiyat İndeksi                                 |
| <b>TÜİK</b> | : Türkiye İstatistik Kurumu                              |
| <b>WRS</b>  | : Weighted Regression Series                             |





## ÇİZELGE LİSTESİ

### Sayfa

|                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Çizelge 4.1 : Konut fiyat değişkenlerinin istatistiksel analizi .....               | 50 |
| Çizelge 4.2 : LnFiyat değişkeni çarpıklık ve basıklık değerleri .....               | 54 |
| Çizelge 4.3 : Metrekare çarpıklık ve basıklık değerleri çizelgesi.....              | 56 |
| Çizelge 4.4 : Regresyon katsayıları .....                                           | 57 |
| Çizelge 4.5 : Çokludoğrusallık testi sonuçları.....                                 | 58 |
| Çizelge 4.6 : Varyans enflasyon faktörleri çizelgesi .....                          | 58 |
| Çizelge 4.7 : Ağırlık matrisi örnek çizelgesi .....                                 | 68 |
| Çizelge 4.8 : Konut fiziksel özellikleri ortalama ve standart sapma değerleri ..... | 69 |
| Çizelge 4.9 : Konutun çevresel özellikleri.....                                     | 69 |
| Çizelge 4.10: Zaman değişkenleri .....                                              | 70 |
| Çizelge 4.11: Regresyon modeli.....                                                 | 72 |
| Çizelge 4.12: ANOVA değerleri .....                                                 | 73 |
| Çizelge 4.13: Artık değer istatistikleri.....                                       | 73 |
| Çizelge 4.14: Model katsayı çizelgesi .....                                         | 74 |
| Çizelge 4.15: Konut özellikleri ortalama değerleri.....                             | 75 |
| Çizelge 4.16: Satışı yapılan konutların 3'er aylık dönemlerdeki dağılımı .....      | 76 |
| Çizelge 4.17: Avrupa yakası regresyon sonuçları .....                               | 77 |
| Çizelge 4.18: Model artık değerleri .....                                           | 77 |
| Çizelge 4.19: Avrupa yakası regresyon katsayıları .....                             | 78 |
| Çizelge 4.20: Model artık değerler çizelgesi .....                                  | 79 |
| Çizelge 4.21: Konut özellikleri ortalama değerleri.....                             | 79 |
| Çizelge 4.22: Anadolu yakası konutların 3'er aylık dönemlerdeki dağılımı.....       | 80 |
| Çizelge 4.23: Anadolu yakası regresyon sonuçları.....                               | 81 |
| Çizelge 4.24: Anadolu yakası artık değerler çizelgesi.....                          | 81 |
| Çizelge 4.25: Anadolu yakası artık terim (Residual) çizelgesi.....                  | 81 |
| Çizelge 4.26: Anadolu yakası katsayı sonuçları .....                                | 82 |
| Çizelge 4.27: Tüm İstanbul indeks çizelgesi otoregresif model 1 .....               | 86 |
| Çizelge 4.28: Korelasyon değerleri .....                                            | 87 |
| Çizelge 4.29: Model sonuçları.....                                                  | 87 |
| Çizelge 4.30: Model katsayı çizelgesi .....                                         | 88 |
| Çizelge 4.31: Artık değer istatistikleri.....                                       | 88 |
| Çizelge 4.32: Avrupa yakası indeks çizelgesi otoregresif Model 1.....               | 89 |
| Çizelge 4.33: Avrupa yakası korelasyon değerleri .....                              | 90 |
| Çizelge 4.34: Avrupa yakası regresyon sonuçları .....                               | 90 |
| Çizelge 4.35: Avrupa yakası regresyon katsayıları .....                             | 90 |
| Çizelge 4.36: Artık değer istatistikleri.....                                       | 91 |
| Çizelge 4.37: Anadolu yakası korelasyon değerleri .....                             | 92 |
| Çizelge 4.38: Avrupa yakası regresyon sonuçları .....                               | 92 |
| Çizelge 4.39: Anadolu yakası regresyon katsayıları.....                             | 92 |
| Çizelge 4.40: Artık değer istatistikleri.....                                       | 92 |
| Çizelge 5.1 : 3'er aylık modelde yer alan toplam konut sayısı.....                  | 99 |



## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

|                                                                                     |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Şekil 4.1 : Fiyat, oda sayısı, yaş, kat sayısı ve metrekare dağılım grafikleri..... | 52  |
| Şekil 4.2 : Fiyat/oda sayısı ilişkisi .....                                         | 53  |
| Şekil 4.3 : Dışadüşenler temizlendikten sonraki fiyat/oda dağılımı .....            | 53  |
| Şekil 4.4 : Konut fiyatı normal dağılım fonksiyonu .....                            | 54  |
| Şekil 4.5 : Fiyat/metrekare dağılımı .....                                          | 55  |
| Şekil 4.6 : Metrekare normal dağılım olasılık grafiği.....                          | 55  |
| Şekil 4.7 : Kat sayısı histogram dağılımı.....                                      | 56  |
| Şekil 4.8 : Kat sayısı normal dağılım olasılık grafiği .....                        | 56  |
| Şekil 4.9 : Artık terimlerin fitted değerlere dağılım grafiği.....                  | 59  |
| Şekil 4.10: Fiyatın Avrupa Yakası'ndaki dağılımı .....                              | 60  |
| Şekil 4.11: Fiyatların oda sayısına göre dağılımı .....                             | 60  |
| Şekil 4.12: Fiyatların bina yaşına göre dağılımı .....                              | 61  |
| Şekil 4.13: Fiyatların metrekare'ye dağılımı .....                                  | 62  |
| Şekil 4.14: CBS sistemine girişi yapılan konut birimleri .....                      | 63  |
| Şekil 4.15: Konut değer eşyükselti eğrileri .....                                   | 63  |
| Şekil 4.16: İstanbul ili yapılaşmış alanları anakütle mekansal dağılımı.....        | 64  |
| Şekil 4.17: Cbs sistemine geçirilen örneklem konutların mekansal dağılımı.....      | 65  |
| Şekil 4.18: Avrupa yakası Moran's I İndeks ve Z Score değerleri.....                | 66  |
| Şekil 4.19: Anadolu yakası Moran'I İndeks ve Z Score değerleri .....                | 67  |
| Şekil 4.20: Ripley-K fonksiyonu dağılımı.....                                       | 67  |
| Şekil 4.21: Semivariogram şeması .....                                              | 71  |
| Şekil 4.22: Mekansal regresyon Anadolu yakası gözlemlenen (Observed) fiyatlar..     | 83  |
| Şekil 4.23: Mekansal regresyon Anadolu yakası tahmin edilen (Predicted) fiyatlar    | 83  |
| Şekil 4.24: Mekansal regresyon R kare değişim dağılımı .....                        | 84  |
| Şekil 4.25: Mekansal regresyon artık değer (residual) dağılımı.....                 | 84  |
| Şekil 4.26: Avrupa yakası gözlemlenen (Observed) değer dağılımı .....               | 85  |
| Şekil 4.27: Avrupa yakası tahmin edilen (Predicted) değer dağılımı.....             | 85  |
| Şekil 4.28: Standart tahmin değerlerinin artık değerlere olan dağılımı.....         | 88  |
| Şekil 4.29: Standart tahmin değerlerinin artık değerlere olan dağılımı.....         | 91  |
| Şekil 4.30: Standart tahmin değerlerinin artık değerlere olan dağılımı.....         | 93  |
| Şekil 4.31: Tüm İstanbul tahmin değerlerinin güven limitlerin grafiği.....          | 94  |
| Şekil 4.32: Avrupa yakası tahmin değerlerinin güven limitlerin grafiği .....        | 94  |
| Şekil 4.33: Anadolu yakası tahmin değerlerinin güven limitlerin grafiği .....       | 95  |
| Şekil 5.1 : İstanbul tüm indeks .....                                               | 100 |
| Şekil 5.2 : Avrupa yakası indeks değerleri .....                                    | 100 |
| Şekil 5.3 : Anadolu yakası indeks değerleri .....                                   | 101 |



## MEKANSAL AĞIRLIKLANDIRILMIŞ OTOREGRESİF KONUT FİYAT İNDEKS MODELİ

### ÖZET

Bu tez çalışması kapsamında mekansal olarak ağırlıklandırılmış hedonik regresyon modellemesi yapılmıştır. İndeksleme çalışmalarında zaman ve mekan boyutunda değişkenler katılarak istatistik çözümleme yöntemleri kullanılmıştır. Tezin yöntemi konusunda literatürde kullanılan yaklaşımlar incelenmiş Avrupa, Amerika ve OECD ülkelerinde kullanılan Konut Fiyat İndeksi yöntemleri irdelenmiştir.

Tez yönteminde çalışma 3 bölüm halinde; 1 Hedonik Fiyat İndeksleri, 2 Konut Fiyat İndeksleri ve 3 İstanbul Mekansal Konut Fiyat İndeks Modeli olarak incelenmiştir. Bu bölümlerde sırası ile hedonik istatistik modellerin altyapısına değinilmiş ve ardından konut fiyat indeksi çalışmaları incelenmiş ve İstanbul konut fiyat indeksi modeli açıklanmıştır.

Birinci bölümde hedonik fiyat indekslerinin istatistiksel teorisine değinilmiştir. Öncelikle mevcut hedonik fiyat indekslerinin altında yatan özellikler açıklanmıştır. Ürünün hedonik fiyatlandırılması ve fonksiyon bileşenleri tanımlanmıştır. Akademik yayınlar içerisinde Paasche ve Laspeyres indeksleme yöntemleri ve Komşu Periyotlar Fiyat İndeksi genel kullanımına değinilmiştir. Burada üç farklı problem noktasında karşılaşılan durumlara değinilmiştir. Birinci olarak ürünün belirlenmesi, ikinci olarak hedonik kalitenin tanımlanması ve üçüncü olarak ise hedonik denklemde parametre vektörünün formülasyonu problemlerine değinilmiştir. Her bir problem için ortaya konulan düzeltme çalışmalarına ek olarak literatürde karşılaşılan durumlara yönelik ekonometrik örneklere değinilmiştir. Bu noktada mekansal istatistik ve ekonometri alanında yeni çalışmalara değinilmiştir.

İstatistik alanında uluslararası bir standart prosedür olmamakla birlikte hedonik fiyat indeksi çalışmaları mutlaka ürünün ve verinin detaylı incelenmesini gerektirmektedir. Bu sebeple istatistiki olarak hedonik fiyat indeksi modelleri dikkatli bir çalışma gerektirdiği tespit edilmiştir.

İkinci bölümde konut fiyat indeksleri incelenmiştir. Konut fiyat modelleri oluşturulurken önemle dikkate alınması gereken noktanın hedonik fiyat modeli yanında mekansal etkileşimin doğru bir biçimde modele aktarılması gereğidir. 1960’larda başlanan ve aynı konutun tekrar eden satış değerleri incelendiğinde konutunu lokasyondan gelen özellikleri sabit tutulmak istenmiştir. Konut fiyat indeksi regresyon metodu makalesinde Bailey, tekrarlı satış değerleri üzerinden bir model ortaya koymuştur. Bu modelde konutlar için oluşturulacak fiyat indekslerinin en zor yanı aynı özelliklere sahip konutların bulunması olmuştur. Sorunun üstesinden gelinmesi için aynı konutun farklı zamanlardaki satış fiyatları incelenmiştir. Konutun tekrarlanan satış değerleri üzerinden konutun özelliklerinin standart regresyon teknikleri ile kestirimi yapılabilmektedir. Bu yöntem sayesinde daha önceki zaman aralıklarında aynı konut üzerinden belirlenen katsayılar daha etkin kestirim değerleri ortaya konması sağlanmıştır. Fakat bu yöntemde de yeni gelişen konut pazarları

modelde temsil edilememektedir. Tekrar eden satış fiyat indeksi modellerinde en önemli sorun pazarın yarısından fazlasının temsil edilmemesidir.

Konut fiyatları pazarda genelde bir önceki yılın eğilimlerini takip etmektedir. Ayrıca konut faiz oranları pazardaki durumla aynı hareket etmediği tespit edilmiştir. Clapp ve Giaccotto ekonomik değişimlerin (nüfus, işsizlik ve gelir değişkenleri üzerinden) konut fiyatına etkisi incediği makalede indeks yönteminde de ekonomik değişkenler işsizlik oranlarından etkilenmekte olduğunu tespit etmiştir. Beklenen enflasyon ve işsizlik değerlerinin konut fiyat değişimlerinin azaltmasına sağladığı görülmüştür. Mekansal Otokorelasyonun temel özellikleri üzerine Dubin'nin çalışmasında otokorelasyonu indirmek için ağırlık matrisleri oluşturulmuştur. Çalışmada regresyonların hata terimleri mekansal olarak otokorelasyon içerdiği tespit edilmiştir. Konut fiyat indekslerinde konut kalitesinin kontrolü, konutun ve çevre özelliklerinin denklemde yer almadığında ortaya çıkan sorunları tespit etmişlerdir. Konut fiyat indekslerinde en önemli faktörlerden biri konut ve çevresinin özellikleri, regresyon içerisinde bu konut çevresi özellikleri denkleme dahil edilmediğinde yanlış sonuçlar ve hata terimleri artış gözlenmektedir. Eğer indekslerin içerisinde bu değişkenler de ele alınmaz ise fiyatlandırma denklemleri de hatalı olmaktadır. Yüksek Mortgage oranları uygulanan bölgelerde fiyat aralığının daraldığı ve kamusal düzenlemelerin arttığı yerlerde düşük konut fiyat artışları tespit edilmiştir. Hedonik fonksiyonunu etkinliğini komşuluk biriminin ortalama konut yaşı ve konut büyüklükleri ile ilişkili olduğu ortaya konmuş ayrıca konut pazarının satış yüzdeleri etkin rol oynadığı tespit edilmiştir. Konut pazarı fiyat dengesizliklerinin incelendiği makalede Riddel; Amerika Birleşik Devletleri konut pazarında konut fiyatlarının hanehalkı geliri ile birlikte uzun dönemde eşit oranda pazardaki talebi etkilediği ortaya çıkartmıştır.

Gelişen hesaplama teknikleri ve Coğrafi Bilgi Sistemleri sayesinde 1990'lerden itibaren konutların lokasyon koordinatları da modellerde yer almaya başlamıştır. Bunu takip eden modelleme yöntemlerinde alt pazarların birbirleri ile olan ilişkisi konutların lokasyondan kaynaklı diğer özelliklerini de hesaplamalarda önemli bir yer tutmasını sağlamıştır. Çevresel etkilerin uzaklık üzerinden fiyat ile olan ilişkisi halen üzerinde çalışmaların devam ettiği bir tartışma alanıdır. .

Üçüncü bölümde İstanbul için önerilen konut fiyat indeksi modeli açıklanmıştır. Konut fiyatlarının mekansal özellikleri incelendiğinde yüksek oranda mekansal korelasyon tespit edilmiştir. Moran's I indeks modelleme sonuçları bunun hem Avrupa hem de Anadolu yakası için ayrı ayrı ortaya koymuştur. Tespit edilen mekansal kümelenme Avrupa yakasında daha net ortaya çıkmıştır. Bu mekansal alt pazarların daha sıklıkla ve ayrışık vaziyette olduğunu işaret etmektedir. Öte yandan Anadolu yakası için yine yüksek oranda kümelenme tespit edilmiş fakat bu değerler Avrupa yakası kadar üst düzeyde gerçekleşmemiştir. Bunun sebebi olarak fiyatların kümelenmesinde daha yaygın ve dağınık bir yapıdan kaynaklandığı sonucuna varılmıştır. Ayrıca bu kümelenme ve Moran's I indeksinin Z değerleri üzerinden testinde de rassal olarak ortaya çıkmasının mümkün olmadığı istatistiki olarak tespit edilmiştir.

Mekansal olarak tespit edilen otokorelasyonu modelden ayırtmak ve düzeltmek için Mekansal Regresyon Analizi kullanılmıştır. Bu işlemde konutların fiyatlarının birbirini mesafe ile etkilendiklerinden, bu etkileşim konutların fiyatlarını uzaklaştıkça daha da az etkimesi varsayımından yola çıkarak mekansal ağırlık matrisi oluşturulmuştur. Bu matris kullanılarak her nokta için ayrı ayrı alınan regresyon denklemlerinde bu sorun giderilmiştir.

Kentsel planlama ilke ve uygulamalarında alınacak kararların mekansal birçok bileşeni etkilemesi beklenmektedir. Bu mekansal öğelerin konut pazarını etkilemekte olduğu tespit edilmiştir. Plan kararlarının uygulanabilir ve sürdürülebilir olması bu faktörlerin iyi yönetilmesine bağlıdır. Oluruna bırakılan kentsel gelişim süreçleri ilerleyen yıllarda dönüştürülmesi yüksek maliyetleri de beraberinde getirmektedir. Bu kapsamında konut fiyatına etki eden faktörler, mekansal olarak planlama süreçlerinde üzerine değinilmesi gereken önemli konular olarak ortaya konmuştur.

Mekansal İstatistik konuları gelişen hesaplama tekniklerinin hız ve maliyet bakımından mantıklı ve uygulanabilir seviyelere gelmiş olması önemlidir. Mekansal istatistik ve uygulamaları konusunda kentsel planlama disiplinine katkıları daha da artacaktır. Bundan sonraki çalışmalarda farklı gelişim dinamiği olan pazarların (Konut-Hizmet-Sanayi vb) arasındaki etkileşimin ortaya konması bu konunun gelişmesine bir sonraki aşama olarak incelenmeyi gerektirmektedir. Farklı dinamiği olan pazarların arasındaki mekansal etkileşimin hesaplanması bu konunun gelişimine katkı sağlayacaktır.





## **SPATIALLY WEIGHTED AUTOREGRESSIVE HOUSE PRICE INDEX MODEL**

### **SUMMARY**

In this dissertation house prices are modelled using spatially weighted hedonic regression. Indeks model includes spatial and temporal variables. Wide literature of house prices index models are examined throughout the world (USA, Europe and OECD countries).

Dissertation consists of 3 parts; first Literature on Hedonic Price Indexes, second House price indexes on literature and third house price index model for Istanbul is explained. In first part hedonic index modelling is detailed with strong and weaknesses discussed. In second part widely studied house price index models examined. In developed and developing countries for different modelling techniques and historical development of modelling scheme is also examined. In the last part of dissertation Istanbul unique market derivatives and geographical input contained in spatially weighted hedonic house price index model.

In the first part of dissertation; hedonic price index theory is examined. Underlying methodology of hedonic price modelling is explained. Pricing of the “Product” and its function is defined. Paasche and Laspeyres and adjacent periods price index modelling is outlined. In this modelling techniques 3 main problem areas are defined. First defining the “Product”, secondly the hedonic quality and third parameter vector of hedonic formulation is explained. For each problem the correct way of approach is defined and new econometric examples are included.

In the second part of dissertation house price index modelling is examined. House price index modelling is bounded to the physical environment and so interactions among the market be well displayed in the model proposed. Starting from 1960's repeated house price index modelling aimed to keep constant quality among houses. Bailey, explained this in his repeated house price index that constant quality for houses by employing same houses on his model at different time periods. With this approach the constant quality for houses is accomplished in the modelling. But one of the big problems in repeated price index modelling is that more than half of the new developing house market cannot be included into the calculations.

Most of the housing markets tends to follow the previous time period trends. And at some markets mortgage rates trend different than house price trends. Clapp and Giaccotto find that socio-economic changes (population, unemployment and income ect.) affects the house prices. Expected inflation rates and unemployment rates reduces house price changes over time. In order to deflect the spatial autocorrelation among houses Dubin has employed weight matrices. In her study the regression residuals are found to be spatially autocorrelated. In the paper house quality and neighbourhood properties must be taken into modelling in order to get proper results. Most of the studies have underlined that if house neighbourhood is not well defined leads to highly volatile residuals. It is also found that high mortgage market rates

tighten the price range in some regions and public investment on neighbourhood regulates the price changes. The impact and credibility of hedonic function is related to median house age and median housing living area of neighbourhood. Besides the sales ratio of houses among different markets is also an important factor that affects prices. Riddel examined the long run household income and found out that house price and demand is affected.

As the calculation and modelling techniques, gain so much speed and affordability with the help of Geographical Information Systems, location coordinates of the houses are coded in the new modelling schemes. With this calculations the interactions between houses and sub-markets are examined with different aspect. The correlations and interactions of house prices among sub-markets are still in progress of unsettled ground.

In the third part of the dissertation the index model is constructed and explained. As the House prices examined there is a high spatial autocorrelation is detected. Moran's I index is calculated separately for both Europe and Asian side of Istanbul. The spatial autocorrelation is found to be higher in European side of Istanbul. This indicates an higher clustering scheme of house prices among submarkets. There are also high clustering of prices in Asian side as well but less when compared with European side. This resulted by the distribution of house prices more similar values in neighbourhoods. The Z values of the index reveals that this distribution cannot be an outcome of random incident.

Spatially weighted regression is employed in order to resolve the issues of spatial autocorrelation. A weight matrix is constructed for each location of house with an decreasing volume of impact. As the spatial autocorrelation defines an interaction will be more among houses with are nearer than distant ones. The autocorrelation is solved by this weight matrix as the results are positive.

Urban planning decisions are affecting all spatial layers of cities. These spatial applications on urban level affects housing market. Healthy development of housing market is bound to these sustainable implications of planning decisions. The spatial factors that are affecting house prices should be controlled by planning by submarket level. Spatial planning would create less volatile market conditions.

It is also very important factor that spatial statistics modelling becomes affordable and reasonable than before. Implementations of spatial statistics will be more on issues with urban planning discipline. Further research should be focusing on spatial interaction on different markets of urban growth (Housing-Office-Industrial) using spatial statistical analysis. Analysis on interaction among different market dynamics would reveal more understanding of urban structure.

The purpose of this dissertation is to explore and model the nature of housing price differences in Istanbul Metropolitan Area. Recent studies on urban housing markets have widely accepted the existence and significance of spatial statistics on housing sub-markets. This dissertation investigates spatial distribution of housing prices in Istanbul by taking into consideration property and sub-market characteristics to identify localized factors. Conditions to construct a robust Local House Price Index for Istanbul. Hedonic Regression models compared using ordinary least squares (OLS) and GLS and Spatial Aggregated Generalized least squares to estimate house price. Findings of this study suggest that in different market segments sub-market characteristics and spatial factors.

## 1. GİRİŞ

Kentsel gelişim süreçlerine yön verecek olan planlama kararlarının alınmasında ekonomik göstergelerin önemi büyüktür. Bu göstergelerin en başında, barınma ihtiyacının karşılandığı ve aynı zamanda yatırım aracı olarak da görülen konutların, fiyat indeksleri gelmektedir. Çokmerkezli olarak gelişim gösteren İstanbul için halihazırda mevcut bir mekansal konut fiyat indeksi bulunmamaktadır. Bu tez çalışması kapsamında, İstanbul'da konut fiyatlarının mekansal analizleri yapılarak modelleme çalışması gerçekleştirilecektir.

İkinci bölümde hedonik fiyat indekslerinin istatistiksel teorisine değinilmiştir. Öncelikle mevcut hedonik fiyat indekslerinin altında yatan özellikler açıklanmıştır. Ürünün hedonik fiyatlandırılması ve fonksiyon bileşenleri tanımlanmıştır. Akademik yayınlar içerisinde Paasche ve Laspeyres indeksleme yöntemleri ve Komşu Periyotlar Fiyat İndeksi genel kullanımına değinilmiştir. Burada üç farklı problem noktasında karşılaşılan durumlar açıklanmıştır. Birinci olarak ürünün belirlenmesi, ikinci olarak hedonik kalitenin tanımlanması ve üçüncü olarak ise hedonik denklemde parametre vektörünün formulasyonu problemleri ortaya konulmuştur. Her bir problem için ortaya konulan düzeltme çalışmalarına ek olarak literatürde karşılaşılan durumlara yönelik ekonometrik örneklere değinilmiştir. Bu noktada mekansal istatistik alanında yeni çalışmalarla denenmiştir.

İstatistik alanında uluslararası bir standart prosedür olmamakla birlikte hedonik fiyat indeksi çalışmaları mutlaka ürünün ve verinin detaylı incelenmesini gerektirmektedir. Bu sebeple istatistiki olarak hedonik fiyat indeksi modelleri dikkatli bir çalışma gerektirmektedir.

Üçüncü bölümde konut fiyat indeksleri incelenmiştir. Konut fiyat modelleri oluşturulurken önemle dikkate alınması gereken noktanın hedonik fiyat modeli yanında mekansal etkileşimin doğru bir biçimde modele aktarılması gerekmektedir. Bu bölümde 1960'lardan günümüze kadar mekansal bağımlılık ve konut fiyat indeksi oluşturulması incelenmiştir.

Dördüncü bölümde İstanbul için önerilen konut fiyat indeksi modeli açıklanmıştır. Konut fiyatlarının mekansal özellikleri incelendiğinde yüksek oranda mekansal korelasyon tespit edilmiştir. Moran's I indeks modelleme sonuçları bunun hem Avrupa hem de Anadolu yakası için ayrı ayrı ortaya koymuştur. Ayrıca bu kümelenme ve Moran's I indeksinin Z değerleri üzerinden de test edilmiştir.

Mekansal olarak tespit edilen otokorelasyonu modelden ayırtmak ve düzeltmek için Mekansal Regresyon Analizi kullanılmıştır. Bu işlemde konutların fiyatlarının birbirini mesafe ile etkilendiklerinden, bu etkileşim konutların fiyatlarını uzaklaştıkça daha da az etkimesi varsayımından yola çıkarak mekansal ağırlık matrisi oluşturulmuştur. Bu matris kullanılarak her nokta için ayrı ayrı alınan regresyon denklemlerinde bu sorun giderilmiştir.

Beşinci sonuç bölümünde ise yapılan mekansal analiz çalışmaları ile İstanbul konut fiyat indeksi ortaya konmuştur. Kentsel planlama ilke ve uygulamalarında alınacak kararların mekansal birçok bileşeni etkilemesi beklenmektedir. Bu mekansal öğelerin konut pazarını etkilemekte olduğu tespit edilmiştir. Mekansal İstatistik konuları gelişen hesaplama tekniklerinin hız ve maliyet bakımından mantıklı ve uygulanabilir seviyelere gelmiş olması önemlidir. Mekansal istatistik ve uygulamaları konusunda kentsel planlama disiplinine katkıları daha da artacaktır.

## **1.1 Problemin Tanımı**

İstanbul için konutların çevresel özelliklerinin birbirileri ile olan etkileşiminin modellenmesi problemin ana merkezini oluşturmaktadır. Mekansal istatistik modelleri konut fiyat indeksi hesaplamalarında bu etkileşimleri çözümlemek için kullanılmaktadır. Mekansal etkileşimin modellenmesi kent içerisindeki dinamiklerin hassas bir biçimde analizi ile mümkün olabilmektedir. İstanbul gibi çok dinamik ve hızlı değişen sosyo-ekonomik kentte mekansal bileşenlerin modellenmesi çalışmanın başlıca zorluklarından biri olmuştur. İki ayrı kıtaya yayılmış olan ve birçok alt merkeze sahip kentte artan nüfus ve konut talebi mekansal olarak sürekli etkileşim halindedir. Bir mahallede yada komşuluk biriminde satılan konutlar çevresindeki konutların satış fiyatını etkilemektedir. Bu çevresel etki aralarındaki mesafe ile orantılı bir biçimde değişmektedir. Mekansal etkileşimler bu tez kapsamında modellenerek fiyatlara olan etkisi ortaya konmuştur. Fiyatların mekansal analizi ile

kentin gelişme dinamiklerinin yönü daha bilimsel bir şekilde tespit edilebilmesi mümkün olmaktadır.

## **1.2 Tezin Amacı**

“Konut Fiyat İndeksi” gelişmiş ülkelerde son 50 yılda Tüketici Fiyat İndeksleri kadar sık kullanılan bir araçtır (Berndt,2002). Konut için yapılan harcamalar her ne kadar Tüketici Fiyat Endeksi’inde (TÜFE) yer alsa da TÜİK tarafından yayınlanan çalışmalarda il ve ilçeler bazında yeterli düzeyde olamamaktadır. Tutsat Kanunu (Mortgage Yasası) ile ortaya çıkan yeni durumda kamunun değişen konut fiyatlarının izlenmesi ve tüm tarafların şeffaf ve güvenilir fiyat endeksleri üzerinden birikimlerine ve planlamaya yön vermesi gerekmektedir. Bu tezin amacı zaman ve mekan parametrelerini de içine alacak bir biçimde İstanbul ili için konut fiyat indeksi modeli oluşturulmasıdır.

## **1.3 Tezin Yöntemi**

Konut fiyatlarının mekansal etkileşimlerinin tespit edilmesine yönelik modeller günümüzde üzerinde en çok çalışılan konuların başında gelmektedir. Mekansal olarak birbirlerinden etkilenen konut fiyatların doğru bir şekilde otokorelasyondan arındırılması gerekmektedir. Gelişmiş ülkelerin konut fiyat indekslerinde bu etkileşimler hesaba katılarak modeller üretilmektedir. İstanbul için hazırlanan konut fiyat indeksi modelinde yöntem olarak mekansal etkileşimlerin çözümlemesi yapılmıştır. Zaman parametresi ile birlikte incelenen konut fiyatlarının değişimi Avrupa ve Anadolu yakasında ayrı ayrı modellenmiştir “Mekansal Ağırlıklandırılmış Oto regresif Konut Fiyat İndeksi” araştırmasında mekansal regresyon yöntemi kullanılarak, zaman ve mekan boyutunda değişkenler katılarak istatistik çözümleme yöntemi kullanılmıştır. Oluşturulan ağırlık matrisleri, konutların birbirleri ile olan ilişkilerini derecelendirmede kullanılmıştır. Araştırmanın yöntemi konusunda literatürde kullanılan yöntemler incelenmiş Avrupa, Amerika ve OECD ülkelerinde kullanılan Konut Fiyat İndeksi modelleri irdelenmiştir.

#### 1.4 Tezin Kapsamı

Araştırma yönteminde çalışmalar 3 bölüm halinde; 1 Hedonik Fiyat İndeksleri, 2 Konut Fiyat İndeksleri ve 3 İstanbul Mekansal Konut Fiyat İndeks Modeli olarak incelenecektir. Bu bölümlerde sırası ile hedonik istatistik modellerin altyapısına değinilecek ve ardından konut fiyat indeksi çalışmaları incelenecek ve İstanbul konut fiyat indeksi modeli açıklanacaktır.

Araştırma yönteminde çalışmalar 3 bölüm halinde; 1 Hedonik Fiyat İndeksleri, 2 Konut Fiyat İndeksleri ve 3 İstanbul Mekansal Konut Fiyat İndeks Modeli olarak incelenecektir. Bu bölümlerde sırası ile hedonik istatistik modellerin altyapısına değinilecek ve ardından konut fiyat indeksi çalışmaları incelenecek ve İstanbul konut fiyat indeksi modeli açıklanacaktır.

Birinci bölümde hedonik fiyat indekslerinin istatistiksel teorisine değinilmiştir. Öncelikle mevcut hedonik fiyat indekslerinin altında yatan özellikler açıklanmıştır. Ürünün hedonik fiyatlandırılması ve fonksiyon bileşenleri tanımlanmıştır. Akademik yayınlar içerisinde Paasche ve Laspeyres indeksleme yöntemleri ve Komşu Periyotlar Fiyat İndeksi genel kullanımına değinilmiştir. Burada üç farklı problem noktasında karşılaşılan durumlara değinilmiştir. Birinci olarak ürünün belirlenmesi, ikinci olarak hedonik kalitenin tanımlanması ve üçüncü olarak ise hedonik denklemde parametre vektörünün formülasyonu problemlerine değinilmiştir. Her bir problem için ortaya konulan düzeltme çalışmalarına ek olarak literatürde karşılaşılan durumlara yönelik ekonometrik örnekler incelenmiştir. Bu noktada mekansal istatistik alanında yeni çalışmalara değinilecektir.

İstatistik alanında uluslararası bir standart prosedür olmamakla birlikte hedonik fiyat indeksi çalışmaları mutlaka ürünün ve verinin detaylı incelenmesini gerektirmektedir. Bu sebeple istatistiki olarak hedonik fiyat indeksi modelleri dikkatli bir çalışma gerektirmektedir.

İkinci bölümde konut fiyat indeksleri incelenmiştir. Konut fiyat modelleri oluşturulurken önemle dikkate alınması gereken noktanın hedonik fiyat modeli yanında mekansal etkileşimin doğru bir biçimde modele aktarılması gereğidir. 1960'larda başlanan ve aynı konutun tekrar eden satış değerleri incelendiğinde

konutunu lokasyondan gelen özellikleri sabit tutulmak istenmiştir. Konut fiyat indeksi regresyon metodu makalesinde Bailey, tekrarlı satış değerleri üzerinden bir model ortaya koymuştur. Bu modelde konutlar için oluşturulacak fiyat indekslerinin en zor yanı aynı özelliklere sahip taşınmazların bulunması olmuştur. Sorunun üstesinden gelinmesi için aynı konutun farklı zamanlardaki satış fiyatları incelenmiştir. Konutun tekrarlanan satış değerleri üzerinden konutun özelliklerinin standart regresyon teknikleri ile kestirimi yapılabilmektedir. Bu yöntem sayesinde daha önceki zaman aralıklarında aynı konut üzerinden belirlenen katsayılar daha etkin kestirim değerleri ortaya konması sağlanmıştır. Fakat bu yöntemde de yeni gelişen konut pazarları modelde temsil edilememektedir. Tekrar eden satış fiyat indeksi modellerinde en önemli sorun pazarın yarısından fazlasının temsil edilmemesidir.

Üçüncü bölümde İstanbul için önerilen konut fiyat indeksi modeli açıklanmıştır. Konut fiyatlarının mekansal özellikleri incelendiğinde yüksek oranda mekansal korelasyon tespit edilmiştir. Ayrıca bu kümelenme ve Moran's I indeksinin Z değerleri üzerinden testinde de rassal olarak ortaya çıkmasının mümkün olmadığı istatistiki olarak tespit edilmiştir. Mekansal olarak tespit edilen otokorelasyonu modelden ayırtmak ve düzeltmek için Mekansal Regresyon Analizi kullanılmıştır. Bu işlemde konutların fiyatlarının birbirini mesafe ile etkilendiklerinden, bu etkileşim konutların fiyatlarını uzaklaştıkça daha da az etkimesi varsayımından yola çıkarak mekansal ağırlık matrisi oluşturulmuştur. Bu matris kullanılarak her nokta için ayrı ayrı alınan regresyon denklemlerinde bu sorun giderilmiştir.

Kentsel planlama ilke ve uygulamalarında alınacak kararların mekansal birçok bileşeni etkilemesi beklenmektedir. Bu mekansal öğelerin konut pazarını etkilemekte olduğu tespit edilmiştir. Plan kararlarının uygulanabilir ve sürdürülebilir olması bu faktörlerin iyi yönetilmesine bağlıdır. Oluruna bırakılan kentsel gelişim süreçleri ilerleyen yıllarda dönüştürülmesi yüksek maliyetleri de beraberinde getirmektedir. Bu kapsamında konut fiyatına etki eden faktörler, mekansal olarak planlama süreçlerinde üzerine değinilmesi gereken önemli konular olarak ortaya konmuştur.





## 2. FİYAT İNDEKSLERİ

Fiyat indeksleri iki bölüm halinde; Hedonik Fiyat İndeksleri, Konut Fiyat İndeksleri olarak incelenmiştir. Bu bölümde sırası ile hedonik istatistik modellerin altyapısına değinilecek ve ardından konut fiyat indeksi çalışmaları incelenecektir.

### 2.1 Hedonik Fiyat İndekslerinin İstatistik Altyapısı

“Statistical Theory of Hedonic Price Indices” (Diewert, 2002) makalesinde hedonik fiyat indeksini oluşturulmasında kullanılan istatistiki altyapıyı ortaya koymuştur. Bilinen tanımı ile hedonik fiyatlandırmanın gereği “Ürün”ün tanımı onun fiyat ile olan ilişkisi tanımlamaktır. Fiyat istatistiklerinin temel amacı “Gerçek Fiyat Değişimi”nin kantitatif olarak ortaya konmasıdır. Bu noktada ortaya çıkan ilk problem ürünlerin geçmiş zamandaki ürünlerle olan farklarında yatmaktadır (Griliches, 1961). Pazarda halihazırda mevcut olan ürünlerle geçmişte olan ürünlerin karşılaştırılması problemi ortaya çıkmaktadır. Fiyat karşılaştırmaları için ürünlerin uygun bir şekilde düzenlenmeleri gerekmektedir. Fiyat istatistikleri oluşturulmasında en önemli nokta kalite faktörünün nasıl eşitleneceği konusu olmaktadır. Boskin-Raporu’nun 1996’te yayınlanmasından sonra ortaya atılan belirli koşullar içerisinde ve etki altında olmaları nedeniyle çok kullanılan “linking” ve “Price Overlap” teknikleri uygun bulunmamaya başlanmıştır (Boskin, 1996). Bundan sonraki yıllarda Hedonik yöntemlerin kullanımı daha uygun bir alternatif olarak benimsenmiştir (Brachinger, 2003).

Hedonik yöntem uygulaması, 50 yılı aşan bir süre içerisinde Griliches’in 1961’de yayınladığı makalesinden (Hedonic Price Indexes for Automobiles: An Econometric Analysis of Quality Change) bugüne giderek daha sıklıkla kullanılan bir yöntem halini almıştır. Hedonik Fiyat İndeksleri (HFI) konusunda öncelikle hedonik hipotezi açıklanmış, ardından HFI oluşturmada karşılaşılan genel problemlere değinilmiş ve sonuç önerleri ile bölüm tamamlanmıştır.

### 2.1.1 Hedonik hipotezi

Hedonik Fiyat İndeksi (HFI) çalışmasını altında Hedonik hipotezi yatmaktadır. Bu hipotezin temelinde ise her ürün kendisini oluşturan alt birimlerin küme bileşenlerinden oluşmaktadır. Herhangi bir “Ürün”de  $y=(x_1+x_2+...x_n)$  y bu ürünü ve  $x_1$  ve  $x_2$  sırasıyla bu ürüne ait özellikleri tanımlamak şartı ile; ekonomik aktörlerin y ürünü tercihleri, onu oluşturan alt birimlerin oluşturduğu vektör ile ölçülendirilebilir. Böylece, herhangi bir ürün için fiyatı (p) ile özellikleri (x) arasında bir ilişki (f) vardır (2.1).

$$P=f(x) \quad (2.1)$$

Fonksiyon hedonik ilişkiyi ve hedonik regresyonu tanımlayan en temel fonksiyondur. Hedonik hipotez çalışmaları, Lancaster’ın 1966 ve Rosen’in 1974 yıllarında yayınlanan makaleleri ile daha da ileri bir düzeye taşınmışlardır. 2.1 numaralı denklemden yola çıkarak Hedonik fiyatlar denklemi oluşturulabilir. Bu fiyatlar hedonik fonksiyonun parçalı uzantısı olarak,

$$(2.2)$$

tanımlanır (2.2). Hedonik fiyat ürünün fiyatı (p),  $x_k$  ürünün oluşturan alt bileşenler ve af fiyat fonksiyonunu tanımlamak üzere, diğer her şey aynı kalmak şartıyla (ceteris paribus) diğer alt bileşenlerden etkilenecek ne kadar değiştiğini göstermektedir. Fiyat istatistikleri oluşturmada ise 2.2 numaralı ilişkide ortaya konulsa da gerçek hayatta ise ürünü oluşturan alt birimlerin vektörünü tanımlamak ve hedonik fonksiyonunu ortaya koymak asıl problemi oluşturmaktadır (Brachinger, 2003).

### 2.1.2 Hedonik regresyonun fonksiyonel formları

Geçmişte hedonik fiyat indeksleri konusunda 4 farklı yöntem uygulanmıştır. Bu bölümde genel olarak bu fonksiyonel formlara değinilecektir. Burada x vektörü ürünün özelliklerini ifade etmektedir. En temel yaklaşımla doğrusal fonksiyon şu şekilde oluşturulmuştur (2.3);

(2.3)

ve hedonik fiyatlar (2.4);

(2.4)

olarak tanımlanır. Regresyon katsayıları olan fiyatla olan marjinal değişimin  $x_k$  ürünündeki  $k$ -nıncı özelliğindeki değişimden kaynaklandığını göstermektedir. Bir diğer yaklaşım ise Üstel Fonksiyon şeklinde (2.5);

(2.5)

ya da (2.6),

(2.6)

ifade etmektedir. Hedonik fiyatlarla (2.7);

(2.7)

Olarak tanımlanır. Bu fonksiyonda regresyon katsayıları artış oranları olarak verilen katsayılar ile fiyatların artış hızını verilen  $x$ 'inci karakterinin özellikleriyle açıklamaktadır.

Üçüncü yaklaşımda Üstel yada çift logaritmik fonksiyon olarak (2.8);

(2.8)

ya da (2.9);

(2.9)

Hedonik fiyatlarda (2.10)

(2.10)

olarak verilir. Bu yaklaşımda regresyon katsayıları parçalı değişkenler olarak tanımlanabilirler. Katsayılar iken fiyat p nin artış yüzdesini kth özelliğin bir yüzde artışı ile etkilenmesini açıklamaktadır (Hill, 2008).

Dördüncü yaklaşımda ise Logaritmik Fonksiyon olarak (2.11);

(2.11)

Hedonik fiyatlar (2.12),

(2.12)

olarak verilir. Genel hedonik fonksiyonun fiyat ile olan ilişkisi analizlerdeki fiyat konsepti şeklinde açıklanmıştır (Hill, 2008).

## **2.2 Hedonik Fiyat Konsepti**

### **2.2.1 “Ürün”ün hedonik tanımı**

Ekonomik literatürde “Ürün”ün tanımı birçok temel konseptin oluşturulmasında kullanılmıştır. Fakat istatistiki olarak deneye dayalı, herkes için geçerli bir “Ürün” kavramı bulunamamıştır. Akademisyenler günlük hayatta hangi kavramların “Ürün”ü tanımladığını tespit etmede birçok problemle karşılaşmaktadır. “Ürün” kavramı deneysel olarak var olamadığından tespit edilebilen ve modellenen idealize edilmiş bir “Ürün” kavramı oluşturulmaktadır. Hedonik hipotezi “Ürün”

tanımını kesin bir şekilde ortaya koymaktadır. “Ürün” tanımı her  $j$  parametresi için tek bir denklem üzerinden;  $j$  tanımlı değişkenleri için  $p$  fiyatını etkileyen  $x=(x_1+x_2\dots)$  karakterleri ile açıklanmasından oluşmaktadır. Hedonik regresyon ile aynı tanımlardan oluşan katsayıları için aynı yapı kullanılmaktadır (Brachinger, 2003).

Ampirik olarak fiyatlar ( $p$ ) ise “Ürün” nin farklı varyasyonları olarak gözlenmektedir. İyi tanımlanmış değişkenleri için de fiyat değişmektedir. Gözlemlenebilir fiyatlar için ortaya konulan Hedonik hipotezde her gözlem rassal olmak kaydıyla (2.13);

$$(2.13)$$

tanımlanmaktadır. Denklemden  $p_j$  için ölçülen gözlemlerin karakteristiğini  $K$ -vektör üzerinde tanımlamaktadır. bilinmeyen vektör değişkeni olarak  $j$  için tanımlı “Ürün” kavramını tanımlamaktadır. Ve son olarak da  $u$  stokastik hata terimlerini açıklamaktadır.  $X_j$  için tanımlanan karakteristikler içerisinde  $\mu_j$  için beklenen değerler ve varyans ve hata terimleri  $u$  için standart varsayımlar geçerliliğini korumaktadır. Örnek olarak  $\mu_j$  ve  $\sigma_j^2$  hata terimlerinin varyansı standart sapmanın karesine eşit ve bu terimler için  $\mu_j$  ve  $\sigma_j^2$  geçerliliğini sağlamalıdır (Brachinger, 2003).

### 2.3 “Ürün” Tanımının Hedonik Fiyatlandırılması

Homojen ve genel geçer bir “Ürün” tanımının deneysel olarak elde edilememektedir. Bundan yola çıkarak “Ürün”ün fiyatlandırılması da mümkün değildir. Hedonik fiyat indeksi (HFI) en temelde ise fiyatın ( $P$ ) “Ürün”ün gizli değişkeni olmasından kaynaklanmaktadır. Hedonik regresyon tarafından değerleri oluşturulan gözlemlenemeyen ve “Ürün” tanımı ile ilişkili olarak zaman içinde değişen bir değişken olarak örneklendirilebilir (Hill, 2008).

İstatistiki olarak da (P) sabit olmayan kesikli stokastik işlemler sonucunda olarak hedonik regresyonla (2.14)

(2.14)

ortaya konulmaktadır. Regresyon içerisinde  $t$  zamanında popülasyon içerisinde seçilen rassal karakteristiklerinin vektörü olarak “Ürün” tanımını açıklarken,  $E(x_t)$  ise beklenen değerleri tanımlamaktadır. Parametre vektörü ise  $t$  zamanında “Ürün” ü tanımlayan parametrelerin tanımlayan ve şartlı beklentilerin hata terimlerinin  $v_t$  olduğu ve 0’a eşit kabul edildiği şekildedir. (Örnek ) . Bu tanımlamalarda dikkat edilmesi gereken nokta her iki beklenti ve parametre vektörleri zaman içerisinde değişkendir. Denklemden “Ürün”ün fiyatı verilen  $t$  zamanı için kesin olarak tanımlanabilmektedir. Herhangi bir “Ürün” için hedonik fiyat  $t$  zamanında (2.15)

(2.15)

stokastik süreçte beklenen değer olacaktır. Beklenen değerler verilen  $t$  zamanında ele alınan tüm karakteristik özellikler açısından “Ürün”ü tanımlar ve “Ürün” nün hedonik fiyat fonksiyonu (2.16);

(2.16)

şeklinde. parametre vektörü olarak tanımlanan “Ürün”ün karakterize edilmiş fonksiyonunu popülasyondan elde etmektedir (Hill, 2008).

## 2.4 Gerçek Hedonik Fiyat İndeksleri

Önceki bölümde verilen genel formülasyondan sonra, Hedonik fiyat indeksleri için başlama noktası ortaya konmuştur. Buradaki temel amaç ise hedonik fiyatların “Ürün” tanımı için iki farklı zamanda tüm diğer özellikleri sabit tutarak karşılaştırılmasını sağlamaktır. “Ürün”ün kalitesinin sabit tutulduğu periyoda göre farklı indeks kavramları ortaya çıkmaktadır (Brachinger, 2003).

#### 2.4.1 Klasik hedonik fiyat indeksi

İlk olarak Hedonik fiyat indeksi çalışmalarında Laspeyres'in, temel alınan periyottaki kalite özelliklerinin sabit tutulması şeklindedir. Gerçek hedonik Laspeyres fiyat indeksi belirli bir ürün için t zamanındaki göreceli değerinin temel alınan 0 zamanına göre olan ilişkisidir. Bu denklem (2.17);

$$\frac{P_t}{P_0} = \frac{P_t}{P_0} \quad (2.17)$$

olarak tanımlanmaktadır. İkinci olarak ise, Paasche karşılaştırılan periyottaki kalite özelliklerini referans almaktadır. Paasche hedonik fiyat indeksi için belirli bir üründe t zamanındaki fiyatının 0 temel noktasına göre olan ilişkisi aşağıdaki şekilde olmaktadır (2.18);

$$\frac{P_t}{P_0} = \frac{P_t}{P_0} \quad (2.18)$$

#### 2.4.2 Komşu periyotların fiyat indeksi

İleri aşamada hedonik fiyat indeksi oluşturulurken, “Ürün”ün karşılaştırılan ve temel alınan  $t=0$  zamanından herhangi birinde özelliğinin var olması yeterlidir. Ürünün hedonik kalitesinin tanımından yola çıkarak, hedonik kalite sabit tutulacak referans kalite parametresi olarak kullanılır. ise tanımlanan ürün için rassal bir özellikler vektörünü oluşturur ve iki zaman aralığından en az birinde mevcuttur. Her iki zaman aralığından en az birinde tüm özelliklerin mevcut olma şartı ise katsayısı için tüm zaman aralıklarında sabit tutulması gerekliliğinden kaynaklanmaktadır. Bu sayede, zamanlar arasında parametrelerin sabit tutulduğu varsayımı gerçekleşmektedir. Sadece geçiş parametresi değişebilir ve bunun sonucu olarak iki periyot arasındaki fiyat değişimlerine etkisi ölçülebilmektedir. Bir başka değişle iki parametre vektörü olan ve hedonik fiyatları oluşturan  $t_1$  ve  $t_0$  zamanlarında özgün değerler olarak ortaya çıkmaktadırlar. Sadece kesişen değerleri için bu kural geçerliliği aranmamaktadır. ve bu parametrelerin vektörlerini oluşturmaktadır (Hill, 2008).

Kalite parametresini referans olarak regresyon parametrelerini sabit tutulduğu üçüncü hedonik fiyat indeksi gerçek komşu periyotlar için fiyat indeksi olarak adlandırılmıştır. Belirli bir ürün için  $t$  zamanında baz alınan  $t_0$  için oluşturulacak indeks (2.19);

$$\frac{P_{it}}{P_{it_0}} = \frac{P_{it}}{P_{it_0}} \quad (2.19)$$

olarak tanımlanır. Hedonik hipotezinde ürün özelliklerinin tüm modellerde  $j$  değişkenlerinin tümünü kapsar biçimde hedonik regresyonda yer alması gerekmektedir. Fakat komşu periyotlar fiyat indeksinde aynı özelliklerin parametrelerde yer alabilmesi için (2.20);

$$\frac{P_{it}}{P_{it_0}} = \frac{P_{it}}{P_{it_0}} \quad (2.20)$$

kukla (dummy) değişkenler kullanılmaktadır Bu kukla değişken de hedonik denkleminde dışsal bir değişken olarak katılmaktadır. Ürünü tanımlayan içerisinde yer alan  $\delta$  değişkeni de kukla zaman değişkenine ait olup şeklinde ifadelendirilmiştir (Brachinger, 2003).

Bu indeksleme tipinin en önemli özelliği temel alınan periyodun, ya da karşılaştırılan periyodun hiçbirisinin referans kalite parametresi olarak ele alınmamasıdır. Bu üç fiyat indeksi de hedonik fonksiyonun ( $f$ ) tanımlanması gereğidir. Tüm fiyat indekslerinde kullanılan ekonomik parametreleri çok iyi tanımlanmış olması gerekliliği doğmaktadır ve bu parametrelerin seçiminde iki adımlı bir yaklaşım kullanılabilir. Birincisi  $E(x)$  beklenti parametresi ve parametreleri kestirilmelidir. Genellikle kestiriminde karşılaşılan problemlere yönelik çalışmalar yapılmaktadır  $E(x)$  kestirimindeki problemler ise genellikle olduğu gibi bırakılmaktadır (Hill, 2008).

### 2.4.3 Hedonik fiyat indekslerinin hesaplanması

Hedonik Fiyat İndeksinin (HFI) hesaplanabilmesi için öncelikle hedonik fonksiyonun ortaya konması gerekmektedir. Bunun için deneysel veriye ihtiyaç vardır. Bu bölümde bu deneysel datanın istatistiki olarak nasıl oluşturulduğu ortaya konacaktır.



#### 2.4.3.1 Hedonik model

İndeks çalışmalarında kullanılan hedonik regresyonu kullanılmak üzere ürünün özelliklerinin parametreleri olarak önceden tahmin edilmesi kestirilmesi gerekmektedir. Bunun için  $M$  boyutlu bir örneklem, o ürünün tüm varyasyonları içerisindeki popülasyondan rastgele çekilir. Ürünün  $j$  varyasyonları için değişik  $P_j$  fiyat ve  $X_j$  karakteristik özellikler vektörü tanımlanmaktadır. Ve veri fiyat ve karakterler özellikleri rassal olma şartı aranır. Uygun hedonik model için regresyonda aranan şartlar stokastik dışsal değişkenler olmasıdır. Veri için verilen model (2.21);

$$(2.21)$$

şeklinde tanımlanmıştır. Denklemden  $\beta$  rassal çekilmiş ürün varyasyonlarının  $M$  vektör fiyat matrisini,  $\epsilon$  stokastik  $(M \times N)$  in  $\beta$ ,  $\epsilon$  ilişkili matrisi vektörü olarak tanımlanır. parametre vektörü ürüne özel olarak kestirilmesi gerekmektedir (Brachinger, 2003).

#### 2.4.3.2 Hedonik fiyat indekslerinin hesaplanması

Laspeyres ve Paasche indekslerinin en önemli özelliği olan ürünün tüm modellerinin en azından karşılaştırma yapılan bir  $t$  zamanında mevcut olmasıdır. Baz alınan  $t_0$  zamanı ile  $t_1$  zamanı arasında ayrı iki örneklem alınarak karşılaştırma yapılmaktadır. İndekslerin kestiriminde ise ilk olarak temel alınan  $t_0$  zamanındaki ürün varyasyonları içerisinde rassal olarak bir seçim yapılır.

rassal olarak seçilen özelliklerin ürün bazındaki tüm karşılıkları olarak seçime dahil edilir. Bu seçim dahilinde  $t=0$  zamanındaki parametreler kestirim değerleri ortaya konmaktadır. Bir sonraki aşamada ise karşılaştırılma yapılacak diğer  $t$  zamanlarındaki popülasyonlardan rassal seçimler yapılarak yine  $t_0$  zamanındaki özellikler kullanılarak  $t$  zamanı içerisinde rassal olarak karşılaştırılma yapılmak üzere toplanır. Parametre vektörü olan  $\beta$  zamanlar arasında kesit olarak kestirimi yapılır. Her iki  $t_0$  ve  $t$  için kestirimler için EKK (En Küçük Kareler) yöntemi ile  $\beta$  ve  $\epsilon$  hesaplanır (Hill, 2008).

### Hedonik laspeyres indeksi

Laspeyres indeksi hesaplanmasında  $t=0$  zamanındaki kalite parametreleri temel alınarak oluşturulmaktadır. ) beklenti parametresi hesaplanması ve bunun için vektör (2.22);

(2.22)

olup, aritmetik ortalamalarından (2.23),

(2.23)

bu kestirimden değerine ulaşılmaktadır. EKK ile birlikte ve son kestirim değeri bulunur (2.24).

(2.24)

elde edilir. Bu formülasyon ile Laspeyres Hedonik Fiyat İndeksi hesaplanmaktadır (Hill, 2008).

### Hedonik paasche fiyat indeksi

Paasche indeksi hesaplanmasında ise  $t$  zamanındaki ürünün kalite değerleri dikkate alınır ve ) kestirim fonksiyonu için vektör (2.25);

(2.25)

aritmetik ortalamalarından (2.26);

(2.26)

elde edilir. Burada örneklenen karakteristik özellikler ise karşılaştırılma yapılan döneme göre baz alınır. Bu kestirim yöntemi ile kestirim değerine ulaşılır ve bu da EKK kestirim ve ile son formülasyonu Paasche Hedonik Fiyat İndeksini oluşturmaktadır (2.27) (Brachinger, 2003).

\_\_\_\_\_ (2.27)

### **Komşu periyotların hedonik fiyat kestirimi**

Komşu periyotların hedonik fiyat indeksi oluşturulmasında diğerlerinden ayıran en önemli fark  $t_0$  ya da  $t_1$  zamanlarındaki ürün özelliklerinden hiçbiri referans olarak alınmamaktadır. Hedonik kalite fonksiyonunu oluşturan \_\_\_\_\_ için temel alınan ya da referans zamanı için herhangi birinde bulunan özelliklerden tercih edilen seçilebilir. Paasche ya da Laspeyres indekslerinde olduğu gibi iki ayrı anakütleden seçim yapılmadan tek bir örneklem üzerinden hesaplanmaktadır.

Komşu periyotlar hedonik fiyat indeksi hesaplanırken, ürünün varyasyonları arasından rassal bir seçim yapılması şartı aranır.

\_\_\_\_\_ örneklenen veri olarak tanımlandığında \_\_\_\_\_ temel alınan yada karşılaştırılan zamanlardaki ürünler için kukla değişken olarak tanımlanmaktadır. Öncelikli olarak parametre vektörünü tanımlarken (2.28);

(2.28)

\_\_\_\_\_ olarak verilir. Kestirim yöntemi olarak yine EKK ve her  $\beta$  için \_\_\_\_\_ kestirim değeri hesaplanır. İkinci aşamada ise komşu periyotlar hedonik fiyat indeksi için hedonik denklemi oluşturulur. \_\_\_\_\_ için en iyi kestirim yöntemi olan vektör (2.29);

(2.29)

ve aritmetik ortalamalarından (2.30),

\_\_\_\_\_ (2.30)

tüm karakteristik özellikleri üzerinden örneklenir ve bu kestirim sonuç olarak kestirim değerine ulaşır. Tüm  $\beta$  için \_\_\_\_\_ parametre vektörleri ile kestirim (2.31);

komşu periyotlar hedonik fiyat indeksini oluşturur (Hill, 2008).

#### **2.4.3.3 Hedonik fiyat indeksi oluşturulurken karşılaşılan istatistiksel problemler**

Hedonik fiyat indeksleri oluşturulurken üç ana problemle karşılaşılmaktadır.

##### **Ürünün tanımı**

Hedonik fiyat indeksi kavramı hedonik ürün konseptinden oluştuğu için belirli bir ürünü tanımlayan popülasyon bileşenleri ampirik olarak elde edilmelidir. Örnek olarak belirlenmesi gereken özellikler tek bir hedonik denkleme  $P_j$  fiyatlar açısından aynı karakter değişkenleri ile parametre vektörü üzerinden açıklanması gerekmektedir. Bu noktada ortaya çıkan durumda ise ürünün özelliklerini oluşturan değerlerin bilinmesi önem taşımaktadır. Bu durum kişisel bilgisayarlar gibi konularda çözümlenmesi kolay bir durum iken farklı ürünlerde hedonik fiyat indeksleri oluştururken sorun yaratmaktadır (Cole, 1986). Yeterli sayıda özellik bulunamadığı durumlar ortaya çıkabilmektedir. Bu noktada ürünün özelliklerinin kapsamlı bir biçimde bilinmesi çok önem taşımaktadır (Brachinger, 2003).

İkinci önemli nokta ise hedonik fonksiyonun yapısından kaynaklanmaktadır. Uygulamayı yapan için hazırda en uygun formülasyonu ortaya konmuş bir yapı olmayışı diğer bir sorun oluşturan durumdur. En yoğun olarak incelenen kişisel bilgisayarlar için yapılan çalışmalarda çift logaritmik denklem uygunluğu geçerlilik kazanmıştır. Bunu dışında hedonik indekslerde ürünün bilinmesi önem taşımaktadır.

Üçüncü olarak deneysel olarak bir çalışmada elde edilen çoklu değişkenlerin toplandığı bir veri tabanında hedonik regresyon için gerekli tanımlamalar yapılmıştır. Ve seçilen parametreler vektörü içinde uygun istatistiksel araçlar kullanılarak düzenlenmelidir. Toplanan veriler ise iki farklı gruba ayrılarak özellikler için karşılaştırılarak  $H=0$  hipotezi için iki anakütlenin katsayıları için fark olup olmadığı test edildikten sonra ret olunduğu durumda bu grupların farklı ürünü temsil

ettiği kabul edilir aksi durumda ise bu iki örneklemin aynı ürünü temsil ettiği kabul edilir (Hill, 2008).

### **Ortalama kalitenin ölçümü problemi**

Hedonik fiyat indeksi oluşturulurken  $E(x)$  kestirim fonksiyonu ortaya konmaktadır. Kestirim fonksiyonu için (2.32);

$$(2.32)$$

aritmetik ortalamalar kullanılmaktadır. Hedonik fonksiyon denklemindeki  $x$  lerin kestiriminde de rassal  $x$  vektörü kullanılmaktadır. Genellikle kestirim değeri de sapmasız ve bağımsız olarak dağılım göstermektedir. Örnek olarak çokluvaryans denklemlerinde minimum varyanslı kestirim bileşeni olarak tanımlanmaktadır. Fakat hedonik çalışmalarda kullanılan aritmetik ortalama kuralı hatalara sebep olabilmektedir. Birçok durumda en uygun uygulama şekli olsa da aritmetik ortalama dışadüşen verilerde çok hassas bir hal alır. Kuyruklu dağılımlarda aritmetik ortalama etkinliğini yitirmektedir. Bu durumda da kestirim özelliklerini yitirmekte ve hatalı sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Bu sebeple hedonik çalışmalar yapılırken çokluvaryans verilerin incelenmesi ve dağılımlarının denkleme girmeden önce dışadüşenlerinin tespiti gerekmektedir.

Bu duruma bir çözüm ise aritmetik ortalama kullanılması yerine çokluvaryans medyan değeri kullanılmasıdır. Pratik kullanımda ise çokluvaryans ortalaması ve medyan değerleri kullanılmaktadır. Uygun olmayan değerler detaylı incelemeden sonra gerekirse çıkartılmalıdır (Hill, 2008).

### **Hedonik parametrelerin kestirimi**

Gerçek hedonik fiyat indeksi oluşturulurken karşılaşılan üçüncü problem ise hedonik denklem içerisindeki  $\beta$  parametre vektörün kestirimidir. Hedonik fiyat indeksleri literatürde standart ekonometrik bir kestirim problemi olarak karşımıza çıkmaktadır. Kullanılan data içerisindeki  $u$  hata terimleri EKK tekniği ile en uygun bir biçimde ifadelendirilmektedir. Örnek olarak  $X$  matrisindeki hata terimleri ve şartlı kovaryans matrisi olacak şekilde tanımlandığında şartlı hata terimleri ve korelasyonsuz ve homoskedastik olarak dağıldığı varsayımını

sağlamalıdır (eşit varyanslar). EKK kestirimlerinde fiyat gözlemleri bağımsız ise EKK kestirimi en uygun biçimindedir. Fakat gerçekte ise EKK varsayımları sağlanamayabilir, örnek olarak toplanan fiyatlar karşılıklı ilişkili olabilir. Bu durumda komşu periyotlar hedonik fiyat indeksi oluşturmada sorun yaratmaktadır. Bu durumda M çeşit ürün temel alınan zamandan seçildikten sonra karşılaştırılma yapılacak olan t1 zamanından çeşitlerle hesaplanmaktadır. Gözlemler

bir araya getirilerek  $\beta$  parametresi kestirimi için kullanılır. Fiyat gözlemlerinin vektörü olan (2.33);

(2.33)

İçin X matrisi ve u hata terimleri şu şekilde sıralanır (2.34),

(2.34)

ve (2.35),

(2.35)

Dağılım terimleri ve ve aynı J özelliğini taşıyan gözlemler için korelasyonlu olacak ve matrisi artık diyagonal bir formda olmaktan çıkacaktır. Oluşan formda (2.36);

(2.36)

Burada  $j=1,...,M$  değeri dağılım teriminin aynı özellik için ortaya koyduğu korelasyon 0 ve t1 zamanları için ortaya koyacaktır. Bu gibi durumlarda EKK kestirim değerleri ve varsayımları geçersiz olmaktadır. Fakat

parametre kestirimler için kullanılmaktadır fakat genel adı GLS(Generalized Least Squares) olarak tanımlanmaktadır (Brachinger, 2003).

## **2.5 Hedonik fiyat indeksleri sonuçları**

Bu bölümde, hedonik fiyat indekslerinin istatistiksel teorisine değinilmiştir. Öncelikle, mevcut hedonik fiyat indekslerinin altında yatan özellikler açıklanmıştır. Ürünün hedonik fiyatlandırılması ve fonksiyon bileşenleri tanımlanmıştır. Akademik yayınlar içerisinde Paasche ve Laspeyres indeksleme yöntemleri ve Komşu Periyotlar Fiyat İndeksi genel kullanımı açıklanmıştır. Burada üç farklı problem noktasında karşılaşılan durumlara değinilmiştir. Birinci olarak ürünün belirlenmesi, ikinci olarak hedonik kalitenin tanımlanması ve üçüncü olarak ise hedonik denklemde parametre vektörünün formülasyonu problemlerinin belirlenmesidir. Bir problem için ortaya konulan düzeltme çalışmalarına ek olarak literatürde karşılaşılan durumlara yönelik ekonometrik örneklere; mekansal istatistik ve ekonometri alanında yeni çalışmalara değinilecektir.

Hedonik fiyat modellemesinde standart bir prosedür olmamakla birlikte, hedonik fiyat indeksi çalışmaları mutlaka ürünün ve verinin detaylı incelenmesini gerektirmektedir. Bu sebeple istatistiki olarak hedonik fiyat indeksi çalışmaları dikkatli bir çalışma gerektirmektedir.





### 3. KONUT FİYAT İNDEKSLERİ

#### 3.1 Mekansal Bağımlılık ve Konut Fiyat İndeksi Oluşturulması

Konut fiyat indeksi oluşturulmasına yönelik regresyon metodu makalesinde Bailey, Muth ve Nourse (1963) tekrarlı satış değerleri üzerinden model ortaya koymuşlardır. Bu modelde konutlar için oluşturulacak fiyat indekslerinin zor yanı aynı özelliklere sahip taşınmazların bulunmasıdır. Bu sorunun üstesinden gelinmesi için aynı konutun farklı zamanlardaki satış fiyatları incelenmiştir. Konutun tekrarlanan satış değerleri üzerinden konutun özelliklerinin standart regresyon teknikleri ile kestirimi yapılmıştır. Bu yöntem sayesinde daha önceki zaman aralıklarında aynı konut üzerinden belirlenen katsayılar daha etkin kestirim değerleri ortaya koymaktadır. Regresyon yöntemi ile ortaya konan standart hatalar daha iyi takip edilebilmekte ve indeks için daha sağlıklı bir altyapı sunmaktadır (Bailey,1963).

Sürekli satışı yapılan konutlar için bir indeks oluşturulması zorlu bir süreçtir. Ana problem, konutların arasındaki kalite farklarının çok fazla olmasıdır. Tüm mülklerin ortalama satış değerleri üzerine oluşturulmuş bir indeks içerisinde iki yönden sakınca bulunmaktadır. İlk olarak Mülklerin  $t_0$  zamanında satışındaki özellikleri  $t_1$  zamanındaki mülklerden özellik olarak farklı olacaktır; bu indeksin hata terimlerini arttıracaktır. İkinci olarak konutların özelliklerinin zaman içerisinde değişmesi de indeksin hata terimlerini arttıracaktır (Bailey,1963).

Bu durumu engellemek ve değişken kalite özelliklerini azaltmak için sabit regresyon yöntemi kullanılmıştır. Regresyon tekniği daha önce otomobiller ve tek haneli konutlar için uygulanmıştır. Kukla değişkenler (dummy variables) kullanılarak konut tipi yada köşe parsel özellikleri vb. regresyon denkleminde eklenmiştir. Kukla değişkenler kullanılarak zaman değişkeni üzerinde de katsayılar üzerinden indeks hesaplaması yapılabilmektedir. Bu noktada kalite parametreleri çok fazla ve ölçüm yapması zorlaştığında (Çok aileli konutlar yada konut olmayan mülklerde) bu yöntem iyi sonuçlar ortaya koyması zorlaşacaktır (Bailey,1963).

Regresyon modelinde ise (3.1),

$$R_{itv} = \frac{B_v}{B_t} \times U_{itv}, \quad (3.1)$$

$$r_{itv} = -b_t + b_v + u_{itv}$$

$R_{itv}$  satışı yapılan konutların  $t'$  zamanında ve  $t$  zamanı arasındaki oranını  $i$  sayıdaki satışı yapılan konutların oranı olarak ortaya koyar. Küçük harflerle belirtilmiş olan değerler ilgili büyük harfle belirtilmiş olan değerlerin logaritmasını ifade etmektedir.  $B_t$  ve  $B_v$  değerleri gerçek fakat bilinmeyen  $t$  ve  $t'$  zamanlar için indeksleri oluşturur.  $t=0,1,\dots,T-1$  ve  $t'=1,2,\dots,T$  ifade etmektedir. Diğer varsayımlar ise artık değerlerin logaritmik olduğu,  $u_{itv}$ , sıfır ortalama ve sabit varyans aynı zamanda birbirleriyle sıfır korelasyonlu oldukları varsayılmıştır. Bu durumda denklem (3.2);

$$r_{itv} = \sum_{j=1}^T b_j \chi_j + u_{itv}, \quad (3.2)$$

$$r = \chi b + u.$$

formulasyonda  $r$  ve  $u$   $n$  boyutlu vektörlerini,  $n = \sum_{t,t'} n_{it}, n_{iv}$  satışı yapılan konutların  $t$  ve  $t'$  zamanlarındaki satış fiyatlarını,  $b$  ise kestirilecek  $T$ -boyutlu indeks sayılarının logaritmasını,  $x$   $n \times T$  matrisini tanımlamaktadır. Bu denkleme ek olarak konutların özelliklerindeki değişimler de kolaylıkla eklenebilmektedir. Binadaki yapı özelliklerinin değişmesi, komşuluk birimi içerisindeki ırkların dağılımı, konutun yeniden yapılanma için satışı yada yıkımı gibi özellikler dahil edilebilmektedir. Konutun değişen özelliklerini  $p$  ile tanımlayacak olursak bu süreç içerisinde formül (3.3);

$$R_{itv} = \frac{B_v}{B_t} X_{T+1}^{bT+1} \dots X_{T+p}^{bT+p} U_{itv}, \quad (3.3)$$

$$r_{itv} = \sum_{j=1}^{T+p} b_j x_j + u_{itv}.$$

olarak düzenlenebilir. Bu noktada konutların yıpranması ile ilgili olarak bir sorun ortaya çıkmaktadır. Konutların yıpranmalarının direkt olarak regresyonun içerisinde yer alması mümkün olmasa da yıpranmanın sabit oranla zaman periyotlarında gerçekleştiği varsayılmaktadır. Bu yöntemin bir diğer dezavantajı ise devam eden bir süreçte indeksin tekrar edilmesi için baştaki değerlerin tekrar tekrar regresyon

analizine sokulması gereğidir. Makalenin yayınlandığı yıl baz alındığında regresyon işleminin zaman maliyeti düşünüldüğünde günümüz koşulları için artık geçerliliğini yitirmiş olsa da indeks çalışmalarında gelinen noktayı belirtmesi açısından önemlidir (Bailey 1963).

Pazarın etkinliğinin tek aileli konutlara olan etkisinin araştırıldığı makalede Case ve Shiller ağırlıklı tekrarlı regresyon (WRS) tekniğini kullanarak tek haneli konutlar için fiyat indeksi oluşturmuşlardır. Konut fiyatları pazarda genelde bir önceki yılın eğilimlerini takip etmektedir. Ayrıca konut faiz oranları pazardaki durumla aynı hareket etmemektedir. Bu durumda konut alıcılarına karlı bir bekleme zamanı bırakmaktadır. Kişisel konut satışlarında ise fiyatların kestirimi mümkün olmadığı tespit edilmiştir (Case, 1989).

Konut fiyat indeksi çalışmasında Case, Bailey'nin 1963 yılında yayınlanan makalesindeki tekrar eden satışlar yöntem ile modellemeye başlamıştır. İlk aşamada üç aşamalı ağırlıklı küçük kareler yöntemi (weighted generalized least squares) kullanılmıştır. İlk aşamada Bailey yöntemi ile regresyon uygulanarak artık terimler (Residual) hesaplanmıştır. İkinci aşamada karesi alınan ilk artık terimler sabit terim ile birlikte tekrar regresyonu alınmıştır. Üçüncü ve son (Generalized Least Squares regression) aşamada ise ilk aşamadan gelen değerlerin ikinci aşamadan gelen değerlerin kareköküne bölünmesi ile elde edilen değerlerle regresyona tabi tutulması ile tamamlanmaktadır (Case, 1989).

Konut fiyatlarının dinamiklerinin incelendiği çalışmada Case ve Quigley 1991 yılında tekrar eden satışlar ve hedonik modeli bir araya getirerek melez bir model ortaya koymuşlardır. Konut fiyatlarının eğilimini araştıran birçok çalışmada istatistiksel analizler tekrar satılan evler üzerine yoğunlaşmaktadır. Bu analiz teknikleri üzerine kurulan fiyat indeksleri konut pazarının etkinliği üzerine yapılan tartışmalarda baz oluşturmaktadır. Bu çalışmada ise tekrar satışı gerçekleşen özellikleri değişmeyen konutlar, tekrar satışı gerçekleşen ve fiziksel özellikleri değişen konutlar ve tek sefer satışı gerçekleşen konutların tümü tek bir kestirim yöntemi ile belirlenmiştir. Deneyisel yöntemlerle de ortaya konulduğuna göre tek aileli komşuluk birimlerinde yöntem keskin avantajlar sağlamaktadır (Case 1991).

Konut değerlerindeki değişimler konusunda oluşan kamuoyu ilgisi bunun belirlendiği yöntemler konusunda aynı düzeyde olmamaktadır. Ulusal Amerikan

Emlakçılar birliği tarafından yayınlanan konut fiyat değişimleri tüm satışların medyan değeri üzerinden olmaktadır. Bu değerler konutların özelliklerinin standartlaştırılmadığı birimlerden gelmektedir. Konutların özelliklerinin kontrol altında olduğu fiyat eğilimleri ve zaman parametresinden yoksun değerlendirmeler için hedonik regresyon denklemlerinde ortaya konmuştur. Bu noktada ilişkiler  $V$  satış fiyatı üzerinden  $t$  zamanı için fiziksel ve lokasyon özellikleri için  $x$  tanımlandığında (3.4),

$$V_i = f(x, t). \quad (3.4)$$

olmaktadır. Bu noktada, mülklerin özelliklerinin doğru tanımlanması ve doğru fonksiyonel formun  $f(.)$  belirlenmesi önem taşımaktadır. Bu şekilde düzenlenen özellikler sonucunda “sabit kalite”de standartlaştırılmış bir fiyat indeksi ortaya konulabilir. Bu noktada satışı yapılan tüm konutların tüm özellikleri tam olarak bilinemeyeceğinden birden fazla satışı yapılan konutların  $t$  ve  $t1$  zaman aralıklarındaki fiyat değişimleri incelenerek konutların özelliklerinden etkilenmeden bir indeks oluşturulabilir. Bu noktada sadece birden fazla satışı yapılmış olan konutların kullanılması elde var olan verilerin büyük bir bölümünün kullanılamaması anlamına gelmektedir. Herhangi bir konut pazarı ele alındığında satışı tekrarlanan konutların oranı tüm satışlar içerisinde az bir oranı oluşturmaktadır. Bu noktada formülasyonda tek sefer satışı yapılan konutlar için bilgiler işlenmemiş olarak kalmaktadır. Ayrıca tekrar eden satışlar tekniğinde konut ile ilgili değişen özellikler de ele alınamamaktadır (Case 1991).

Yerel konut fiyatları indeksleri üzerine ekonomik değişkenlerin etkilerini araştıran makalede Clapp ve Giaccotto ekonomik değişimlerin (nüfus, işsizlik ve gelir değişkenleri üzerinden) konut fiyatına etkisi incelenmiştir. Bu çalışmada konut fiyat indeksleri ölçüm yöntemleri ile konut fiyatının yerel determinantları incelenmiştir. Yeni Ki-kare test yöntemi ile değişkenler ve indeks ölçüm yöntemleri arasındaki ilişki incelenmiştir. İncelenen yöntemler arasında tekrar satış ve değerlendirme fiyatı yöntemleri kullanılmıştır. Bu iki indeks arasındaki korelasyon 0.8 olarak tespit edilmiştir. Aynı şekilde bu iki indeks yönteminde de ekonomik değişkenler işsizlik oranlarından etkilenmektedirler. Beklenen enflasyon ve işsizlik değerlerinin konut fiyat değişimlerinin azaltmasına sağladığı görülmüştür. Ayrıca bu değişkenlerin geleceğin tahmini konusunda da fayda sağlamaktadır (Clapp, 1994).

Metropolitan alanlardaki konut fiyatlarının belirlenmesi konut kredileri ile çalışılan çevrelerde önem kazanmaktadır. Bu özellikleri sabitlenmiş bir hedonik konut fiyat indeksi çalışması ile ortaya konulabilir. Kullanılan bazı indekslerde ise coğrafi lokasyonu konutların metropoliten alandaki yer verilmemektedir. Bazı mevcut indeksler mekansal bağımlılık ortaya konulmadan oluşturulmuşlardır. Mekansal yapının konutlar için bir gizli değişken olduğu ve indeks hesaplamalarında hassas ve keskin sonuçlar ortaya konmasını engellediği tespit edilmiştir. Bu mekansal bağımlılık ise hem tanımlama ve kestirim yönünde hedonik fiyat denklemlerinin içerisinde önemi vurgulanmıştır. Mekansal bağımlılığın önemi modelin parametrelerinde ve indekste ortaya konmuştur (Can, 1997).

Hedonik Konut Fiyat indeksi oluşturulurken öncelikle ortaya konması gereken genel hedonik fonksiyonudur. Genel anlamıyla (3.5),

$$P = f(S\beta, N\gamma) + \varepsilon \quad (3.5)$$

$P$  gözlemlenen konut değerleri,  $S$  konutun gözlemlenen özelliklerinin matrisi (konutun yaşı, metrekare vb),  $N$  komşuluk biriminin çevre kalitesi ve sosyo-ekonomik özelliklerinin matrisi,  $\beta, \gamma$  bu matrislerin parametre vektörleri ve  $\varepsilon$  rassal hata terimlerini tanımlamaktadır. Bu noktada seçilen hedonik fonksiyonun ve karakteristik özellikleri de bu indeksin hassasiyetini de etkilemektedir. Birçok çalışmada fonksiyonun lineer olarak değiştiği varsayımı parametre vektörleri üzerinde varsayılmaktadır ayrıca hata terimlerinin kovaryanstan bağımsız ve  $\sigma(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0$  homoskedastik olduğu kabul edilmektedir ( $\sigma^2(\varepsilon_i) = \sigma^2$ ) (Can, 1997).

Veri setlerinin mekansal yapısından dolayı  $\sigma(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0$  varsayımı gerçekleşmeyebilir bu durum literatürde Mekansal Bağımlılık yada Mekansal Otokorelasyon olarak adlandırılmaktadır.

Konut fiyatlarındaki değişimlerin konutun özelliklerindeki ( $S$ )  $k=1, \dots, K$  ve çevresinin kalitesinin ( $N$ )  $l=1, \dots, L$  değişimine göre olduğunu açıklayan klasik hedonik fonksiyonunda (3.6);

$$\begin{aligned} P &= \alpha + \sum_k \beta_k S_k + \varepsilon \\ P &= \alpha + \sum_k \beta_k S_k + \sum_l \gamma_l N_l + \varepsilon \end{aligned} \quad (3.6)$$

Şeklinde tanımlanmıştır. Bu modellerin her ikisinde de konutların fiyatlarındaki ölçümsel ilk hatalar, eksik değişkenler ve yanlış örneklem seçimleri gibi hatalar denklemdeki hata terimlerinin de artmasına yol açmaktadır. Daha geçerli indekslerin oluşturulması için konutların birbirini mekansal olarak da etkiledikleri mekansal ve zamansal özellikleri formüle eklemek gerekmektedir (Can,1997).

Bir konutun  $t$  zamanındaki fiyatını sadece konutun fiziksel özellikleri değil aynı zamanda yakın zamanda çevrede satılan konutların fiyatları ile de ilgili olarak değişmektedir. Bu değerler piyasada “karşılaştırılabilir satışlar” olarak bilinen yöntemin formüle yerleştirilmesidir. Bu karşılıklı bağımlılık ise (3.7);

$$P_{it} = \alpha + \rho \sum_j w_{ij} P_{j,t-m} + \sum_k \beta_k S_{ik} + \sum_l \gamma_l N_{ilt} + \varepsilon_{it}, \quad m=1,2,\dots,j \neq i \quad (3.7)$$

olarak verilmiştir.  $P_{it}$  konutun  $t$  zamanındaki satış fiyatını,  $w_{ij}$  ise ( $t-m$  ve  $t$ ) zamanlarında yapılan satışların  $P_j$  satışına olan etkisini ve  $p$  toplam mekansal bağımlılığın ölçüsünü ( $P_i P_{j,t-m}$ ) tanımlamaktadır.

Bu fonksiyonda tanımlanan en önemli unsur  $P_{it}$  için tanımlanan  $w_{ij}$  elemanlarının sınırlandırılması ve komşu satış değerlerindeki hangi satışların komşu satış olarak ele alınacağıdır. Mekansal etkileşim teorilerine dayanılarak  $d_{ij}$  uzaklığın ters orantısı olarak tanımlanmıştır. Bu tanım yakın olan değerlerin etkisinin daha fazla olacağı anlamına gelmektedir. Bu mekansal etkileşim içerisinde zaman periyodu 6 ay ve  $t=1$  olarak sınırlandırılmıştır. Uzaklık olarak 3 km yarıçapındaki son 6 aydaki tüm satışlar ele alınmıştır.

Bu mekansal fiyat değişkeni ise LAG\_D\_3 olarak (3.8);

$$LAG\_D\_3 = \sum_j [(1/d_{ij}) / \sum_j 1/d_{ij}] P_{j,t-m}, \quad m=1,\dots,6; j=1,2,3,\dots,N; d_{ij} \leq 3km \quad (3.8)$$

tanımlanmıştır. İkinci denklem tanımında en yakın 3 satış değeri şu şekilde formüle katılmıştır ; LAG\_NGH (3.9),

$$LAG\_NGH = \sum_j [(1/d_{ij}) / \sum_j 1/d_{ij}] P_{j,t-m}, \quad m=1,\dots,6; j=1,2,3 \quad (3.9)$$

şeklinde tanımlanmıştır. Bu düzen içerisinde ele alınan mekansal değişkenlerle desteklenmiş konut fiyatlarında ayrıca döngüsel olarak değişen satış oranlarından da en az şekilde etkilenmesi ve hata terimlerinin bu değişken satış yoğunluklarından daha verimli katsayıların ortaya konulması sağlanmıştır (Can 1997).

Hedonik denklem içerisinde konut fiyatını açıklayıcı değişkenler olarak Satış Fiyatı, Toplam Yaşam Alanı, Toplam Arsa Alanı ve Konutun Yaşı değişkenleri incelenmiştir ayrıca bunlara ek olarak komşuluk birimi içerisindeki yaşam kalitesine yönelik faktörleri PCA (Principal Component Analysis) ile tek bir değere indirerek Factor1 olarak denklemde kullanılmıştır. Bunların içerisinde de ortalama konut sahipliği oranı, medyan hane halkı geliri, üniversite eğitimi oranı, evin ortalama değeri, boşluk oranları, konut stokunun medyan değeri, ayrık nizam evlerin oranı, Beyaz, Zenci ve İspanyol kökenli ev sahipliği oranları kullanılmıştır (Can 1997).

Bu değişkenler kullanılarak toplam 6 adet hedonik denklem hazırlanmıştır. Sonuç olarak ise son 6 ayda 3 km yarıçapında yapılan satışları katsayı olarak ele alan LAG\_D\_3 ve Yaşam alanı ile Faktör analizinden gelen değerlerin çarpımının katsayılarını bulunduğu denklem en yüksek değerleri minimum hata terimi ile ortaya koymuştur. Eski tip hedonik fonksiyonların ise yüksek orada mekansal otokorelasyona maruz kaldığı ve hata terimlerinin büyük sapmalar gösterdiği ortaya konulmuştur (Can 1997).

Konut fiyat indeksi için Bayesian modelin önerildiği makalede Kuo; literatürdeki farklı modelleri karşılaştırmıştır. 6 alternatif yöntem; iki hata terimli AR model, Case-Shiller modeli, tek hata terimli AR Modeli, BMN Modeli, Webb Modeli ve Goetzmann-Spiegel modeli test edilmiştir. Sonuçlar karşılaştırıldığında iki-hata terimleri modellerin diğer tek-hata terimli modele göre daha iyi sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Goetzmann-Spiegel modeli test edilen 4 şehrin tümünde en iyi performansı göstererek Case-Shiller modeline üstünlük sağladığı sonucuna ulaşılmıştır (Kuo, 1997).

Konut fiyatlarının mekansal otokorelasyonu'nun incelendiği çalışmada Basu ve Thibodeau konuyu farklı bir yönden geliştirmişlerdir. Makalelerinde Dallas Texas ta tek aileli konutlar üzerindeki mekansal otokorelasyon değerlerini incelenmiştir. Araştırmada yarı-logaritmik hedonik fiyat denklemi ve spherical otokorelasyon fonksiyonu kullanılarak; 5000 konutun satış değerleri 1991'den 1993'e kadar olan

zaman aralığında incelenmiştir. Tüm konutlar coğrafi olarak kodlanmış ve alt konut pazarlarına ayrılmış olarak işlenmiştir. Hedonik fiyat denklemi ve spherical otokorelasyon parametreleri bu alt konut pazarları için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Bulunan sonuçlarda yüksek oranda mekansal otokorelasyon tespit edilmiştir. 8 alt pazarın 4 tanesinde hedonik fonksiyonun 1200 m çapında mekansal olarak otokorelasyona uğradığı, 2 alt pazarda pazarın tümünde mekansal otokorelasyona sahip olduğu ve son 2 pazarda ise herhangi bir mekansal otokorelasyon tespit edilemediği sonucuna varılmıştır. Ayrıca EKK (En Küçük Kareler) ve krigging yöntemi ile belirlenen EGLS (estimated generalised least squares) test edildiğinde 8 alt pazardan 6 sında EGLS 'nin EKK'den daha iyi sonuçlar ve düşük hata terimi ortaya koyduğu tespit edilmiştir. Mekansal otokorelasyonun olmadığı alanlarda ise EKK daha az hata terimi ortaya koymuştur (Thibodeau, 1998).

Mekansal Otokorelasyonun temel özellikleri üzerine Dubin'nin çalışmasında otokorelasyonu indirmek için ağırlık matrisleri oluşturulmuştur. Çalışmada regresyonların hata terimleri mekansal olarak otokorelasyon içerdiği tespit edilmiştir. Katsayıların hassasiyeti ve hipotezin güvenilirliği bu mekansal otokorelasyonun düzeltilmesi ile mümkün olabilmektedir. Dubin'in çalışmasında amacı bu tarzda hata terimlerinin düzenlendiği mekansal otokorelasyonu azaltmaya yönelik teknikler geliştirme üzerinedir. Mekansal otokorelasyon için kullanılabilecek en temel 2 yöntemden biri ağırlık matrislerinin kullanılmasıdır. Hataları oluşturan sistem modellenerek daha sonra korelasyon yapısı modele tekrar test edilir. İkinci yöntemde sistemi incelemek yerine model korelasyon yapısı incelenmekte ve karşılaştırılmaktadır (Dubin, 1998).

Otokorelasyon, zaman serilerinde özellikle dikkat edilen bir sorun olmasına karşın Cross-sectional veriler üzerindeki etkisi üzerinde yeterince durulmamıştır. İncelenen konut olduğunda ise, satış fiyatının, çevresindeki konutlarında değerine etkisi olmaktadır. Bu noktada 2 nedenden dolayı konutlar mekansal olarak komşuluk birimleri içerisinde incelenmektedirler ve bu inceleme de hatalı olmaktadır. Birincisi komşuluk biriminin sınırı belli değildir; suç oranları, sosyo ekonomik değişkenler vb. açıklanmak istenir yada mahalle veya belediye sınırları sınır olarak kullanılır ki her iki yöntem de gerçek hayattaki komşuluk birimi sınırlarını yansıtmaz ve hata içermektedir. Zaman serilerinde otokorelasyonun etkisi tespit edilmiştir fakat geriye dönük olarak otokorelasyon olması mümkün değildir. Mekansal olarak



toplanan verilerde, veriler birbirlerini karşılıklı her iki yönde de etkilemektedirler (Dubin 1999).

Bu sorunu ortadan kaldırmak için önerilen iki yönteminden birincisi, coğrafyacılar tarafından önerilen ağırlık matrisi oluşturulmasıdır. İkinci modelde ise, hata terimlerinin kovaryans matrisi oluşturulmaktadır. Bu yöntem jeologlar tarafından yapılan yönetime dayandırılmıştır.

Ağırlık Matrisi:

Bu yöntemde regresyon ve hata terimleri **(3.10)**

$$\begin{aligned} Y &= X\beta + u \\ u &= \lambda Wu + e. \end{aligned} \tag{3.10}$$

olarak tanımlanmıştır bu, Y konutların satış fiyatlarını, X konutların özelliklerini, u korelasyonlu hata terimlerini,  $\beta$  regresyon katsayılarını tanımlamaktadır. Denklemin ikinci aşamasında hata terimleri için  $e$  normal dağılımı olan bağımsız hata terimlerini oluşturmaktadır W bu noktada araştırmacı tarafından ortaya konan ağırlık matrisini tanımlamaktadır. W ağırlık matrisi araştırmacı tarafından belirlendiğinden dolayı tüm sonuçlar W nun belirlenmesine bağımlı hale gelmektedir. Bu yöntemin bir diğer aksayan yönü araştırmacı w matrisi için belirleyeceği komşu birimlerin sayısını kestirimlerden çok kendi inisiyatifinde seçmektedir. Can (1992) makalesindeki 6 farklı yöntemde kullanılan ağırlık matrislerinde 3 tanesinde mekansal otokorelasyon tespit edilmiş fakat diğer üçünde tespit edilememiş olduğunu açıklarken bu varsayımların hangisinin kullanılması gerektiğini açıklayamamıştır.

Kovaryans yapısının direkt spesifikasyonu yönteminde ise kovaryans matrisinin tanımlanmasından önce kestirimi için fonksiyonlar test edilmektedir. Korelasyonların azaldığı anda hangi uzaklıkların arttığı değerler için fonksiyonlar belirlenmektedir. Negatif exponansiyel, Gaussian ve Spherical fonksiyonlar **(3.11), (3.12), (3.13)**;

$$K_{ij} = b_1 \exp\left(-\frac{D_{ij}}{b_2}\right) \rightarrow \text{NegatifÜstel} \quad (3.11)$$

$$K_{ij} = b_1 \exp\left(-\frac{D_{ij}^2}{b_2}\right) \rightarrow \text{Normal} \quad (3.12)$$

$$K_{ij} = b_1 \left(1 - \frac{3D_{ij}}{2b_2} + \frac{D_{ij}^3}{2b_2^3}\right) \rightarrow \text{Küresel}$$

(3.13)

if  $0 \leq D_{ij} < b_2$   
 $= 0 \rightarrow \text{if } D_{ij} \geq b_2$

tanımlanarak uzaklık değişimlerinin matriste kovaryansları ne yönde değiştirdiği gözlenmektedir. Konut fiyatlarının çoklu satış listeleri üzerinden kestirimi çalışmasında Dubin mekansal otokorelasyon için Krigging yöntemini kullanmıştır. Genellikle kullanılan EKK tekniği ile elde edilen katsayılar daha sonra söz konusu konutun değerini hesaplamak için kullanılmaktadır fakat bu işlem yapılırken büyük miktarda bilgi denklemde yer almamaktadır. Satışı yapılan konutlar mekansal olarak birbirleri arasında korelasyona ve etkileşime neden olmaktadır. Bu makalede bu etkileşimi açıklamak üzere *kriging* tekniği kullanılarak tahmin edilen konut fiyatları açıklanmaya çalışılmıştır. Makalenin sonunda Baltimore satış değerleri üzerinden uygulama yapılmıştır (Dubin,1998).

Birçok emlak danışmanı konut satışlarında komşuluk birimlerinin önemini ve lokasyonun değere etkisini kabul etmektedir. Fakat bu noktada komşuluk birimi kalitesi iki yönden ölçülmeye çalışılmaktadır. Birincisi komşuluk birimi kalitesi ölçülemeyen bir değişkendir; ikincisi ölçülmesi durumunda ise komşulu biriminin sınırlarının nerede başlayıp bittiği yani sınırlarının tahmini mümkün değildir. Bu durum kişisel algılara dayandığından EKK yöntemi ile oluşturulan katsayılar içerisinde de hata terimlerini büyük olmasına sebep olmaktadır. Bu durumu aza indirebilmek için ML (Maksimum Likelihood) tekniği kullanılarak hata terimleri arasında korelasyon ilişkileri ortaya konmaktadır ortaya çıkan K matrisi içerisinde *kriging* yönteminde kullanılmak üzere denkleme dahil edilmektedirler.

Bu çalışmada Baltimore bölgesinde 1978 yılında satışı yapılan konutları 1000x1000 ft grid alanı içerisine yerleştirilmiştir. Bunun anlamı arasında 500 ft den

az olan konutların aynı konumda oldukları varsayımını getirmektedir. Konutların özellikleri ve mekansal koordinat değerleri 2 ayrı grupta toplanarak kestirim ve tahmin gruplarına ayrılmıştır. 1493 konut satış değeri 1000 tanesi kestirim ve 493 tanesi tahmin yapılacak değerler olarak ikiye ayrılmıştır. Konutlar aralarındaki mesafeye göre korelogramlara ayrılmış ve aralarındaki uzaklığa göre negatif eksponansiyel yada Gaussian fonksiyonlarına göre korelasyonun nasıl değiştiği açıklanmıştır.

Konutların özelliklerini katsayıları incelendiğinde beklenen değerlere ve işaretlere ulaşılmıştır. Ayrıca evin yaşı ve yaşı karesi kullanıldığında negatif korelasyon işaret beklenen değeri göstermiştir. Banyo ile oda sayısı karşılıklı incelendiğinde de fazladan oda için konulan banyo sayısı değeri daha da arttırmaktadır sonucuna varılmıştır. Değerlendirmede koordinatlar da eklendiğinde sabit terim üzerinde çok fazla bir değişikliğin olduğu gözlenmektedir. EKK değerlerinde sabit terim artı değerden eksi değere geçmekte bu da grid üzerindeki konutların mekansal etkileşiminden dolayı etkinliğini yitirmektedir ve x ve y koordinatlarının ortalaması olan alanını (0,0) çalışma alanının dışında kalmasından dolayı ortaya konan durum eğilimlerin anlamlı olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak kullanılan mekansal korelasyon etkileri EKK regresyon değerlerinde artışa sebep olmuştur ayrıca da seçilen uzaklık biriminin etkisinin negatif eksponansiyel olması daha uygun sonuçlar ortaya koymuştur. Yinede seçilen regresyon değişkenleri korelasyon fonksiyonları ve uzaklık birimlerinin ölçülmesi gibi konularda araştırmacı uygun olan değeri kendisi belirlemesi gerekmektedir bu konuda literatürde kesin bir ortak hareket etme durumu yoktur. Ancak en iyi tahmin eden modelin kullanılmasında araştırmacı en uygun değerleri seçmesi gerekmektedir (Dubin, 1998).

Küçük Ölçekli Pazarlar için Konut Fiyat İndeksi makalesinde Schwann 1998 yılında konut pazarında az sayıda satış gerçekleştiğinde oluşturulabilecek indeks modellerli üzerine çalışmıştır. Bu makalede az sayıda satış gözlenen pazarlar için zaman serisi indeks metotları incelenmiştir. Önerilen yöntem sayesinde hedonik fiyat indekslerinden daha ekonomik bir yapı sunmaktadır. Potansiyel olarak daha keskin kestirimler yapmakta ve dışadüşenler'den az etkilenmektedir. Bu modelde şu anki satış değerlerinin bir sonraki dönemdekilerle birleştirilmesinden ortaya çıkan artan karşılaştırılabilir satış değeri oluşturmaktadır. Zaman serili indeksler baz alındığında

modeldeki hedonik fonksiyon berk (robust) sonuçlar ortaya koymuştur. Az sayıda satış yapılan pazarlarda kullanılan önerilen model içlerinde değişkenler (3.13),

$$p_{it} = \alpha_0 + \sum_{k=1}^K \alpha_k x_{kit} + \ln I_t + \varepsilon_{it}$$

$$\ln I_t = \ln I_{t-1} + \sum_{r=1}^s \Psi_r \Delta \ln I_{t-r} + \xi_t$$
(3.13)

şeklinde tanımlanmıştır. Model içerisinde ilk satırda, standart hedonik model yapısı içerisinde farklı olarak kukla değişkenlere log indeksi kullanılmasıdır. Pit artık i ninci konutun t zamanındaki değerini göstermekte ve  $x_{kit}$  konutun özellikleri ve  $\varepsilon_{it}$  de konut fiyatlarındaki varyasyonları tanımlamaktadır. İkinci satırda  $\ln$  fonksiyonunda log-likelihood fonksiyonu ve  $\xi$  dağılım terimi gelir terimlerinin zaman üzerindeki etkisini ölçmektedir. Modelin uygulandığı Vancouver bölgesinde indeks değerleri t zaman periyotlarında 20 nin altına düştüğünde sıkıntı yaratmaktadır. Oluşturulan birbirine bağlı zaman serilerinde 10 satış değeri olduğunda dahi sonuçlar gerçek indeksten 0.005 sapma oranı ile güven aralıkları içerisinde kalmaktadır (Shwann, 1998).

Yerel konut pazarları için fiyat indeksleri hazırlanırken toplanan dataların hata terimleri üzerine yapılan çalışmada Goodman pazarların her birinde toplanan dataanın hatalı sonuçlar verebileceği, sayı ve özellik olarak toplanan verinin yeterli olmada sorun çıkaracağını ispat etmiştir. Diğer yandan konut fiyat indekleri çalışmalarında bu hataların genel durumu sorgulamada ve sonuçlar elde etmede yeterli olacağını fakat daha etkin ve doğru yerel konut pazarlarına ait fiyat indeksleri için mikro ölçekte toplam Pazar sayısına oranla uygun verinin tüm alt pazarlardan toplanması gerekliliğini ortaya koymuştur (Goodman, 1998).

Case, 1999 yılındaki makalesinde, kullanılan yöntem 3 farklı konut satış tipi için, bir defa satılan konutlar, birden fazla satılan ve özellikleri değişmeyen konutlar ve birden fazla satışı yapılan ve özellikleri değişen konutlar için tek bir formülasyonun geliştirmiştir.

Konutun ilk defa satıldığında değerinin  $t=0$  zamanında değerini oluşturan fiziksel ve çevresel değişkenlerin zaman içerisinde fiyat ile olan ilişkisi (3.14);

$$\log V_t = \log A + a_1 \log x_1 \dots + a_3 x_3 + \sum_{n=1}^t b_{1n} \log x_1 \dots + \sum_{n=1}^t b_{3n} \log x_3 \quad (3.14)$$

olarak verilmiştir. Eğer konutun özellikleri satışlar arasında değişmeden kalıyor ise tekrar satışlar için model (3.15);

$$\log V_t = \log V_\tau + \sum_{n=\tau+1}^t b_{1n} \log x_1 + \sum_{n=\tau+1}^t b_{2n} \log x_2 + \sum_{n=\tau+1}^t b_{3n} \log x_3 \quad (3.15)$$

olarak tanımlanabilir. Konutun birden fazla satışında özellikleri de değişim geçirmiş ise (3.16)

$$\begin{aligned} \log V_t = & \log V_\tau + a_1 \log(x_1^*/x_1) + a_2 \log(x_2^*/x_2) + a_3(x_3^* - x_3) \\ & \sum_{n=\tau+1}^{t^*-1} b_{1n} \log x_1 + \\ & \sum_{n=1^*}^t b_{1n} \log x_{1^*} \end{aligned} \quad (3.16)$$

şeklinde formülize edilebilir. Bu 3 formülasyon tek bir çatı altına toplandığında ise (3.17);

$$\begin{pmatrix} \log V_t \\ \log V_t / V_\tau \\ \log V_1 / V_\tau \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{pmatrix} \beta + \begin{pmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \varepsilon_3 \end{pmatrix} \quad (3.17)$$

değerleri matris üzerinden basitleştirilmiş bir şekilde (3.18),

$$Y = Z\beta + \varepsilon, \quad (3.18)$$

olarak tanımlanabilir.

Modelin test edileceği alanda toplam 7 yıl içerisinde satışı gerçekleşen 418 konutun bu 3 yöntemi ayrı ayrı ve tümünü içeren son denklem ile birlikte değerlendirildiği analizler gerçekleştirilmiştir. Tek sefer satılan 310 konut, özellikleri değişmeden birden çok satışı yapılan 47 konut ve birden çok satıldığı halde özellikleri de değişen toplam 61 konut bulunmaktadır. 3 farklı yönden de konut fiyatlarının değişimi incelendiğinde sadece satışı tekrarlanan konutlarda indeks hazırlanmasında örneklemin çok ufak sayıda olması nedeniyle R değerleri düşük çıkmıştır. Diğer iki

yöntemde ise yüksek R değerleri gözlenmiştir. Tüm satış değerleri tek bir model incelendiğinde 3 farklı konut satış tiplerini içeren model yüksek R değeri yanında EKK yönteminden farklı olarak GLS modelinde hata paylarının ve güven aralığının daha dar bir aralıkta biriktiği gözlenmiştir. Bu sayede diğer iki yönteme göre daha etkin değer kestirimi ve az hata terimi bulunmaktadır (Case, 1999).

Konut fiyat indekslerinde konut kalitesinin kontrolü konulu makalesinde Zabel, konutun ve çevre özelliklerinin denklemde yer almadığında ortaya çıkan sorunlara değinmiştir. Konut fiyat indekslerinde en önemli faktörlerden biri konut ve çevresinin özellikleri oluşturmaktadır. Regresyon içerisinde bu konut çevresi özellikleri denkleme dahil edilmediğinde yanlış sonuçlar ve hata terimleri artış gözlenmektedir. Eğer indekslerin içerisinde bu değişkenler de ele alınmaz ise fiyatlandırma denklemleri de hatalı olmaktadır (Zabel, 1999).

Metropolitan alanlarda konut fiyatlarının gelir ile olan ilişkisinin modellendiği çalışmada Amerika'nın çeşitli şehirlerinde testler uygulanmıştır. Yüksek gelirli metropolitan alanların konut fiyatlarında da yüksek değerler sergilediği ve bu alanları aynı zamanda hızlı nüfus artışlarını olduğu gözlenmiştir. Yüksek Mortgage oranları uygulanan bölgelerde fiyat aralığının daraldığı ve kamusal düzenlemelerin arttığı yerlerde düşük konut fiyat artışları tespit edilmiştir (Malpezzi,1999).

Konut Fiyatlarının Enterpolasyon ile Oluşturulmuş Yüzeylerden Kestirimi adlı makalede McCluskey, lokasyonun konut fiyatlarına olan etkisi mekansal ve mekansal olmayan faktörleri kullanarak melez (hybrid) bir model ortaya koymuşlardır. Araştırma metodolojisi olarak hedonik regresyon tekniği kullanılmıştır. Lokasyon düzelme katsayıları için ise çeşitli teknikler kullanılmıştır. Yüzey geribildirim tekniklerinden uzaklık ağırlıklı Universal Kriging tekniği kullanılarak değerlendirmeler yapılmıştır. Model içerisinde yaş ve parsel büyüklükleri çoğunlukla mekansal olarak otokorelasyona sahiptir. Çalışmada verilerin daha net ortaya konulması için 3 yönteme başvurmuştur. Ağırlıklı uzaklık, spline ve kriging. Sonuç olarak kriging yöntemi ile kabul edilebilir sınırlar içerisinde değerlerin tahmini sağlanmıştır (McCluskey,2000).

Tek aileli konutların değerinin belirlenmesi adlı çalışmada Thibodeau konuyu 3 farklı yönüyle incelemiştir. Konut fiyatının hassaslığı fonksiyon olarak: (1) metropoliten alandaki konut alt pazarlarının sınırlarının belirlenmesi ile, (2) konut

fiyat modelinin kestirimine kullanılan ekonometrik tekniklerle, (3) yerel konut pazarının özellikleri ile ilişkilidir. Bu makalede metropoliten alan içerisindeki alt konut pazarlarının sınırlarının belirlenmesi konusunda farklı prosedürler izlenmiştir. Ayrıca kestirim değerlerinin yüksek oranda olması için mekansal istatistik yöntemleri kullanılmıştır. Son olarak ise yerel konut pazarını durumunun mevcut konutları satışına olan etkisi ortaya konmuştur. Bu makalede incelenen konular (1) komşuluk birimlerinin yapısal özellikleri, (2) komşuluk birimlerinin konut stokunun heterojen yapısı, (3) konut pazarının likidite yapısı yer almaktadır. Hedonik denklemler tek aileli 40.000 konut üzerinde test edilmiştir (Thibodeau, 2003).

Hedonik konut fiyatı modeli içerisinde 7 ana başlık içerisinde (1) parsel özellikleri, (2) konuta yapılan yeniliklerin özellikleri, (3) komşuluk birimi özellikleri, (4) ulaşılabilirlik, (5) dışsal özelliklere yakınlık, (6) arazi kullanımı düzenlemeleri ve (7) konut verisinin toplandığı zaman periyodu olarak sıralanmış deneysel model (3.19);

$$\begin{aligned}
\ln(V_{i,t}) = & \beta_0 + \beta_1 \ln(AREA) + \beta_2 [\ln(AREA)]^2 + \beta_3 AGE \\
& + \beta_4 AGESQ + \beta_5 AGECUBE + \beta_6 BATHS \\
& + \beta_7 GHSYS + \beta_8 OHSYS + \beta_9 NACSYS \\
& + \beta_{10} WACSYS + \beta_{11} WETBAR + \beta_{12} FIREPL \\
& + \beta_{13} POOL + \beta_{14} DTGAR + \beta_{15} CARPORT \\
& + \beta_{16} NOGAR + \sum_{t=1}^T \delta_t SOLD_t + \varepsilon_{i,t}
\end{aligned} \tag{3.19}$$

ortaya konmuştur. Model içerisinde artık değerler (Residual) mekansal olarak otokorelasyona sahip olduğunda,  $E\{\varepsilon, \varepsilon'\} = \Omega$  matris diyagonal dışı elemanları sıfırdan farklı değer almaktadır. Bu durumda  $\beta$  kestirim değeri genelleştirilmiş enküçük kareler (GLS) yöntemi ile belirlenebilir ( $B = (X'\Omega^{-1}X)^{-1}X'\Omega^{-1}Z$ ). Ampirik olarak zor olan  $\Omega$  'nın elemanlarının kestirimidir. Hedonik kestirim yönteminin etkinliğinin ölçülmesi için kestirim yapılan değerlerin % 10 ile %20 gözlemlenen konut satış fiyatları arasında olması olasılığı incelenmiştir. Komşuluk biriminde yer alan konutların büyüklüklerinin medyan değeri ile konutun büyüklüğü ve medyan konut yaşı ile konutun yaşı karşılaştırılmaya dahil edilmiştir. Ayrıca komşuluk birimindeki konut likiditesini ölçmek için son 2 yılda satışı yapılan konutların tüm konutlara oranı kullanılmıştır (Thibodeau, 2003).

Makalede dört ayrı model uygulanmıştır. Modellerde mekansal değişkenler ve alt konut pazarı sınırları kullanılmıştır. Alt konut pazarı sınırları oluşturulurken ilköğretim kurumlarında kamu okullarının sınavlardaki başarı oranları sınır olarak kabul edilmiştir. Buradaki önemli nokta başarı oranının sosyo ekonomik bir gösterge olarak aslında aynı sınırlar içerisindeki yerleşimlerin arasındaki farkları ortaya koyması gereğidir. Modellerde ortaya çıkan sonuçlar %10 ve %20 olasılık sınırları içerisinde test edilmiştir. Çıkan sonuçlarda eğer komşuluk biriminde çok fazla satış yapılan değerler mevcut değil ise sorun yaşanmakta satışı yapılan konutun yaşı komşuluk biriminin medyan yaşından sapma gösterdiğinde olasılık değerleri de aynı derecede sapmaya uğradığı tespit edilmiştir ( Thibodeau, 2003).

Sonuç olarak komşu birimlerin ve aynı konut alt pazarın ait konutları bir alanda toplamak mekansal istatistik tekniklerinde faydalı sonuçlar ortaya koymuştur. Hedonik fonksiyonunu etkinliğini komşuluk biriminin ortalama konut yaşı ve konut büyüklükleri ile ilişkili olduğu ortaya konmuş ayrıca konut pazarının satış yüzdeleri etkin rol oynadığı tespit edilmiştir ( Thibodeau, 2003).

Macmillen tarafından yapılan çalışmada Chicago için modellenen konut fiyat indeksi 815 komşuluk birimini de içine katarak hesaplamıştır. Sonuçlar küçük konut pazarlarında nonparametrik katsayıları da hesaba katarak kabul edilebilir sonuçlar ortaya koymuştur. Hesaplamalarda dahil edilen nüfus bilgileri (Beyaz, Zenci ve İspanyol Kökenliler) şehir merkezinde konut fiyat değişimlerinin daha hızlı etkilediğini ortaya koymuştur. Kent merkezinin eski ve yerleşilmemiş olan alanlarında en hızlı fiyat artışlarının olduğu tespit edilmiştir. Bunun sebebi olarak bu alanlara yerleşen yüksek fiyat ödemeye hazır Beyazların varlığı gösterilmiştir. İndeks hesaplamaları sırasında kullanılan LWR (Locally Weighted Regression) uzaklıkların kent merkezinden dışarı çıkıldıkça fiyatlara olan etkisi ortaya konulmuştur (Macmillen, 2003).

Konut fiyatlarının yarımparametrik yöntemlerle hesaplanması üzerine Clapp tarafından önerilen modelde; Lokal Regresyon Modeli, LRM ile değer yüzeylerinin geliştirilmesine teorik bir altlık oluşturulması amaçlanmıştır. Model içerisinde 2 bölüm oluşturulmuştur. İlk olarak EKK modeli içerisinde standart konut birimi özellikleri (Metrekare, oda sayısı vb) ikinci bölümde ise konutun enlem ve boylamdaki konumu üzerinden lokasyon değerini hesaplanması şeklindedir. LRM



üzerinden hesaplanan konut değerlerinden oluşturulmuş olan değer yüzeyi komşuluk birimleri arasındaki yakınlaşmadaki değer değişimlerini istatistiki olarak anlamlı bir düzeyde karşılamayı sağlayabilmiştir. Büyük çapta otomatik değerlendirme yapılacağı zaman kullanımlarda büyük kolaylıklar sağladığı modelin ortaya konmuştur. Büyük konut kredisi kararları alınması sırasında modelin kullanım kolaylıkları sağlamaktadır (Clapp, 2003).

Lokasyon Dinamiklerinin Konut Fiyatına Etkileri çalışmasında Gelfan 2004 yılında, zaman içerisinde konutun mekansal özelliklerini modele dahil etmişlerdir. Konut fiyatlarının dinamik özelliği önceki çalışmalarda iyi yapılandırılmış bir konudur. Bu çalışmanın amacı da konutların lokasyon özelliklerinin zaman içerisinde değişen fiyatlara etkisinin ortaya konulmasıdır. Araştırma içerisinde tek satışı gerçekleştirilen ve çoklu satışı yapılan konutların fiyat değişimleri incelenmiştir. Ayrıca konutların alt pazar içerisinde satış oranların ve dağılımları da mekansal olarak zaman içerisinde değişen konut fiyat indekslerini etkilemektedir. Tek ve çoklu satışlar arasındaki farklar ortaya konmuş ve yöntemin genel varlık değerlendirme yöntemlerinde uygun olacağı sonucuna varılmıştır (Gelfan et al,2004).

2000-2002 yılları arasında Kuzey Carolina Pitt County de yapılan çalışmada 2595 tek aileli konut satışlarında hedonik fiyat fonksiyonunun yarı-parametrik ve parametrik fonksiyonları karşılaştırılmıştır. Konut satış fiyatlarının kestirimi üzerine Parametrik ve Non-parametrik regresyonları karşılaştırmasında farklı sonuçlar elde etmiştir. GIS teknikleri kullanılarak konutların özellikleri modele dahil edilmiştir. Sonuçlar karşılaştırıldığında yarı-parametrik modelin parametrik modele göre örneklem içi ve örneklem dışında daha üstün kestirim değerlerini yakaladığı tespit edilmiştir. Yarı-parametrik modellemenin konut fiyatlarını tespit etmede ve kestirilmesinde %20 oranında daha az hata terimi yarattığı ve daha yararlı olacağı belirtilmiştir (Bin,2004).

Konut Pazarı fiyat dengesizliklerinin incelendiği makalede Riddel 2004 yılında; Amerika Birleşik Devletleri konut pazarında konut fiyatlarının hanehalkı geliri ile birlikte uzun dönemde eşit oranda pazardaki talebi etkilediği ortaya çıkartmıştır. Kira değerleri ise hanehalkı geliri ve konut fiyatından daha az etkili olmakla beraber ev sahibi olma isteğinde önemli bir paya sahiptir. Faiz oranlarındaki değişimler konut

talebindeki değişimleri fiyatlar üzerindeki değişimden daha fazla etkilemekte olduğu tespit edilmiştir (Riddel,2004).

Konut araştırmalarında kullanılan hedonik modellerde fiyatların kestirilmesi önemli bir sorun oluşturmaktadır. Model içerisindeki hata terimlerinin varyansları eşit olmadığında heteroskedasticity problemi ortaya çıkmaktadır. Eşvaryans EKK ile modellenmiş hedonik hesaplamalar için temel bir varsayım olduğundan bu varsayımın sağlanamaması katsayılarının standart hatalarını tespit edilmesinde hatta katsayılarının değerlerinin de tespitini de yanlış olmasına sebep olmaktadır. Birçok çalışmada heteroskedasticity sorunun sebebi olarak konutların yaşının dağılımı gösterilmektedir. Konutun değeri yaşı ile birlikte ters orantılı olarak değişim gösterse de belirli bir yaşın üzerindeki konutlarda değeri arttıran etkiler göstermektedir. Bu çalışmada da Boston kentindeki konutlar üzerinde yaşın etkisi test edilmiştir. Ortalama konut yaşının 75 olduğu kentte hedonik fiyat modellerinde konutun yaşı, yaşın karesi ve küpü dahil edilerek testler yapılmıştır. Yaşın eşvaryanslı olup olmadığı Glejser (SAS) testi ile ölçülmüştür. Test yaşın hedonik modelden gelen mutlak artık değerlerle tekrar regresyona alarak ölçmektedir. Tespit edilen çoklu varyansicity için 2 farklı düzeltme yöntemi uygulanmıştır. Birincisi GLS yöntemi ile iterasyon yaparak mutlak artık değerlerini normalize edilmiş kestirim değerlerinden hesaplanması şeklinde düzenlenmiştir. İkinci yöntem ise standart EGLS yönteminin kullanması şeklinde diğer değişkenler içerisinde de çoklu varyans olanlara bakılarak düzeltme yapılması şeklindedir. Sonuç olarak konutun yaşı ve yaşam alanının ortaya koyduğu çoklu varyans GLS ve EGLS yöntemleri ile tamamen etkisiz hale getirilememiş fakat alt konut pazarlarında yapılan EKK sonuçlarında heteroskedasticity ye rastlanmamıştır. Bu daha homojen alt örneklemelerin anakütleyi temsilinde problemsiz olduğunu ortaya koymaktadır (Stevenson, 2004).

Almanya’da Berlin için hazırlanan tek aileli konutları kapsayan indeks çalışmasında Schulz; konutların fiyatlarını oluşturan hedonik modelin içerisinde konutun değeri için toplanmış olan kira değerleri üzerinden değerini yerleştirmiştir. Bu sayede ise konutun fiyatı içerisinde tespit edilemeyen dışsal faktörleri modelin içerisinde kullanabilmeyi sağlamıştır. Almanya’nın birleşmesinden sonra başkentin Bonn’dan Berlin’e taşınması konut pazarında büyük fiyat artışları yaratmıştır. Model içerisinde seçilen alanda Berlin’in zengin gelir elde eden hanehalklarının yaşadığı güney-batı yerleşimleri seçilmiştir. Yeniden birleşmeden kaynaklanan gelir beklentisi modelde

uzun dönemli getiri hesabında tam olarak açıklanamakla birlikte aşırı spekülasyonun mevcut olduğu bu dönem yüksek beklentilerden kaynaklandığı farklı bir denklem ile açıklanmıştır (Schulz, 2004).

Singapur konut pazarı için geliştirilen fiyat indeksi modelinde Sun 2005 yılında, konut pazarında normalde tek aileli konutlar için geliştirilmiş olan EKK modellerinde yaratacağı sorunlar için, apartman bloklarının yoğun olduğu Singapur için farklı bir yaklaşım geliştirmiştir. 1990 ve 1999 yılları arasında Singapur'da gerçekleşen apartmanlardaki satışlar için iki katmanlı regresyon modeli önermişlerdir (Spatio-Temporal Autoregressive Model). Model içerisinde Bayesian Kestirimi yapıldığında çok katlı konutların bulunduğu pazarların standart hedonik modellerden daha uygunu sonuçlar verdiği ortaya konmuştur. Fakat model içerisinde Çoklu varyans uygunluk ile mekansal bilginin modele aktarılması arasında bir seçim yapılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Ayrıca model oluşturulduktan sonra bina bazında indeksler tanımlanmıştır. Sonuç olarak konut pazarında apartmanların oranı yükseldikçe farklı yöntemlerin kullanılma gerekliliği fiyat indeksleri için zorunluluk olmaktadır (Sun,2005).

Bourassa, Hoesli ve Sun 2006 yılında alternatif basit konut fiyat indeksi makalelerinde satış fiyatı değerlendirme oranı (SPAR) konut fiyat indeksi oluşturmak için kullanılmıştır. Bu metot konutun değerlendirme değerinin satış değerine olan oranı ile hesaplanmaktadır. 1960 yılından itibaren Yeni Zelanda'da 3 kent için kullanılan tekrarlanan satış ve hedonik modeller ile sonuçları karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Ortaya çıkan sonuçlar diğer modellere çok yakın sonuçlar vermiştir. Uygulama ve kullanım kolaylıkları göze alındığında kamu kurumlarında kullanılabilecek bir yöntem **(3.20)**

**(3.20)**

olarak önerilmiştir. İvt değeri t zamanında kullanılacak olan indeks için Sjt konutun satış değerinin Aj0 daki değerlendirme fiyatına olan oranından hesaplanarak Sjt-1

periyodundaki değerlere oranı ile hesaplanmaktadır. Kestirim yöntemleri gerektirmeyen bu basit uygulama ile büyük veritabanları gerektirmeden indeks hesaplanılabileceği ortaya konmuştur. Bu yöntem sayesinde kamu kurumları ortalama satış değerleri yerine pahalı veritabanları gerektiren hedonik yöntemler yerine SPAR yöntemini kullanabilecekleri önerilmiştir (Bourassa,2006).

Kamu ve özel sektörün konut pazarına olan etkileri üzerine yapılan araştırmada Sing 2006 yılında, hanehalkı hareketliliğinin konut fiyatları ve satış hacmi ile pozitif korelasyonlu olduğu ortaya konulmuştur. Singapur'daki 5 farklı konut tipi arasında kamu ve özel mülkiyetteki geçişler modellenmişt ve Pazar içerisindeki geçiş segmentleri belirlenmiştir. Bir alt pazardaki hareketlilik ve alım gücündeki değişim pazardaki diğer konut segmentlerini etkilemektedir sonucuna ulaşılmıştır (Sing,2006).

Konut fiyatlarında lokasyonun etkilerini araştıran makalede Kiel 2008 yılında; 3L yöntemini oluşturarak konutların değerini etkileyen 3 katmanda Metropoliten Alan, Mahalle ve Sokak modeller oluşturmuştur. Bu alışma sonucunda da konut birimlerinin bilgilerini içeren ufak kümelemeler ortaya çıkmıştır. Bu 3 alt grup konutun fiziksel özelliklerini, hanehalkı bilgilerini ve nüfus sayımı bilgilerini içermektedir. Hedonik fiyat denklemlerinde 3 birimden hepsinin anlamlı sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Bu sonuçlar ışığında da kişilerin evlerinin bulunduğu sokağın bakımlı olmasından, mahalle leğimde suç oranlarına, okul kalitesine kadar birçok faktörde konut fiyat indeksinde etkisini tespit etmişlerdir. Bu zelliklerin dışarıda bırakılarak yapılan hedonik indekslerde ise çok az bir sapma tespit edilmiştir (Kiel,2008).

Hedonik modelleme ve fiyat indeksi problemi: konut üzerine bir uygulama makalesinde Hill ve Melser 2008 yılında hedonik modelleme farklarının fiyat indeksi oluşturma konusundaki ortaya çıkardıkları sorunlar üzerine değinmiştir. Fisher ve Törnqvist denklemlerinden farklı olarak karma yöntemler kullanılmış aralarındaki farklar karşılaştırılmıştır. Hedonik modellemenin fonksiyonel formu özellikle dikkat edilmesi gereken bir nokta olarak üzerine değinilmiştir. Ortaya konulan sonuçlar Sidney kenti için 3 yıllık periyotta test edilmiştir. SemiLog ve Törnqvist, doğrusal ve Fisher hedonik modellerine karşılaştırılmıştır. Aynı veriler kullanılarak denklemler

arasında %1,%2 farklılıklar ortaya çıkmaktadır. Bu sonuçlar seçilen hedonik denklemin önemine dikkat çekmektedir (Hill and Melser 2008).

Konut fiyatlarına konut yaşının etkilerini ölçme üzerine yazılmış olan makalede Coulson 2008 yılında konut fiyatlarını etkileyen konut yaşı, satış zamanı ve eskimişlik faktörlerinin yüksek oranda çokludoğrusallık barındırdığını tespit etmiştir. Konut yaşı ve eskimişlik etkileri, hedonik modelde satış zamanı ile birlikte kullanıldığında çokludoğrusallığı tetiklemektedir. Nonparametrik dönüşümler sonucunda konutların yaşı eski konutların fiyatlarda artı değer etkisi yaratmıştır (Coulson,2008).

Hanehalkı konut kredisi kullanımı ve metropoliten konut fiyatı dinamiklerinin incelendiği makalede Oikarinen 2009 yılında, Helsinki Metropolitan alanında gerçekleştirilen araştırmada konut fiyatının konut kredileri ile olan ilişkisi incelemiştir. 1975-2001 yılları arasında 3'er aylık periyotlar halinde konut kredisi pazarındaki değişimlerin konut fiyatlarına etkisi ortaya konmuştur. Konut kredilerinin pazardaki erişilebilirliği karşılıklı incelendiğinde kredilerin daha rahat kullanılabilirdiği zamanlarda konut talebinin arttığı ve bu artışın konut fiyatlarını yukarı çektiği tespit edilmiştir. Artan konut fiyatları döngüsel olarak kredi kullanımını üzerinde baskı kurmasını sağlamıştır (Oikarinen,2009).

Yeni Zelanda için aylık konut fiyat indeksi makalesinde Shi, Young ve Hargeaves Satış fiyatı değerlendirme oranı (SPAR) yöntemini kullanmışlardır. Yeni Zelanda da konutların satış değerinin bir önceki zaman periyodundaki değerlendirme fiyatına oranından yola çıkılarak oluşturulan indeks 1960'lerden beri kullanılmaktadır. Bu makalede ise Yeni Zelanda'nın 12 şehri için aylık SPAR indeksi oluşturulması amaçlanmıştır. Oluşturulan aylık indeks Tekrarlı Satış (Repeated Sales) yöntemleri ile test edilmiş ve karşılaştırılmıştır. Varılan sonuçlarda ise yüksek oranda konut satışı yapılan büyük şehirlerde uygulanması iyi sonuçlar vermiş fakat düşük satış oranları olan orta ve küçük şehirlerde aylık indeks çalışmaları hatalı ve yetersiz sonuçlar ortaya koyduğu tespit edilmiştir (Shi,2009).

### **3.2 Konut Fiyat İndeksleri Bölüm Sonuçları**

Konut fiyat indeksleri oluşturulurken önemle dikkate alınması gereken noktanın hedonik fiyat modeli yanında mekansal etkileşimin doğru bir biçimde modele

aktarılması gereğidir. 1960'larda başlanan ve aynı konutun tekrar eden satış değerleri incelendiğinde konutunu lokasyondan gelen özellikleri sabit tutulmak istenmiştir. Konut fiyat indeksi regresyon metodu makalesinde Bailey, tekrarlı satış değerleri üzerinden bir model ortaya koymuştur. Bu modelde konutlar için oluşturulacak fiyat indekslerinin en zor yanı aynı özelliklere sahip taşınmazların bulunması olmuştur. Sorunun üstesinden gelinmesi için aynı konutun farklı zamanlardaki satış fiyatları incelenmiştir. Konutun tekrarlanan satış değerleri üzerinden konutun özelliklerinin standart regresyon teknikleri ile kestirimi yapılabilmektedir. Bu yöntem sayesinde daha önceki zaman aralıklarında aynı konut üzerinden belirlenen katsayılar daha etkin kestirim değerleri ortaya konması sağlanmıştır. Fakat bu yöntemde de yeni gelişen konut pazarları modelde temsil edilememektedir. Tekrar eden satış fiyat indeksi modellerinde en önemli sorun pazarın yarısından fazlasının temsil edilmemesidir.

Konut fiyatları pazarda genelde bir önceki yılın eğilimlerini takip etmektedir. Ayrıca konut faiz oranları pazardaki durumla aynı hareket etmediği tespit edilmiştir. Clapp ve Giaccotto ekonomik değişimlerin (nüfus, işsizlik ve gelir değişkenleri üzerinden) konut fiyatına etkisi incelendiği makalede indeks yönteminde de ekonomik değişkenler işsizlik oranlarından etkilenmekte olduğunu tespit etmiştir. Beklenen enflasyon ve işsizlik değerlerinin konut fiyat değişimlerinin azaltmasına sağladığı görülmüştür. Mekansal Otokorelasyonun temel özellikleri üzerine Dubin'in çalışmasında otokorelasyonu indirmek için ağırlık matrisleri oluşturulmuştur. Çalışmada regresyonların hata terimleri mekansal olarak otokorelasyon içerdiği tespit edilmiştir. Konut fiyat indekslerinde konut kalitesinin kontrolü, konutun ve çevre özelliklerinin denklemde yer almadığında ortaya çıkan sorunları tespit etmişlerdir. Konut fiyat indekslerinde en önemli faktörlerden biri konut ve çevresinin özellikleri, regresyon içerisinde bu konut çevresi özellikleri denkleme dahil edilmediğinde yanlış sonuçlar ve hata terimleri artış gözlenmektedir. Eğer indekslerin içerisinde bu değişkenler de ele alınmaz ise fiyatlandırma denklemleri de hatalı olmaktadır Yüksek Mortgage oranları uygulanan bölgelerde fiyat aralığının daraldığı ve kamusal düzenlemelerin arttığı yerlerde düşük konut fiyat artışları tespit edilmiştir. Hedonik fonksiyonunu etkinliğini komşuluk biriminin ortalama konut yaşı ve konut büyüklükleri ile ilişkili olduğu ortaya konmuş ayrıca konut pazarının satış yüzdeleri etkin rol oynadığı tespit edilmiştir. Konut pazarı fiyat dengesizliklerinin incelendiği makalede Riddel;

Amerika Birleşik Devletleri konut pazarında konut fiyatlarının hanehalkı geliri ile birlikte uzun dönemde eşit oranda pazardaki talebi etkilediği ortaya çıkartmıştır.

Kira değerleri ise hanehalkı geliri ve konut fiyatından daha az etkili olmakla beraber ev sahibi olma isteğinde önemli bir paya sahiptir. Faiz oranlarındaki değişimler konut talebindeki değişimleri fiyatlar üzerindeki değişimden daha fazla etkilemekte olduğu tespit edilmiştir. Singapur konut pazarı için geliştirilen fiyat indeksi modelinde (STAR) Sun, konut pazarında normalde tek aileli konutlar için geliştirilmiş olan EKK modellerinde yaratacağı sorunlar için, apartman bloklarının yoğun olduğu Singapur için farklı bir dikey boyutta hedonik yaklaşım geliştirmiştir. Konut fiyatlarına konut yaşının etkilerini ölçme üzerine yazılmış olan makalede Coulson konut fiyatlarını etkileyen konut yaşı, satış zamanı ve eskimişlik faktörlerinin yüksek oranda çokludoğrusallık barındırdığını tespit etmişlerdir. Konut yaşı ve eskimişlik etkileri, hedonik modelde satış zamanı ile birlikte kullanıldığında çokludoğrusallığı tetiklediğini ortaya çıkarmışlardır. Nonparametrik dönüşümler sonucunda konutların yaşı eski konutların fiyatlarda artı değer etkisi yaratmıştır (Coulson,2008).

Gelişen hesaplama teknikleri ve Coğrafi Bilgi Sistemleri sayesinde 1990'lardan itibaren konutların lokasyon koordinatları da modellerde yer almaya başlamıştır. Bunu takip eden modelleme yöntemlerinde alt pazarların birbirleri ile olan ilişkisi konutların lokasyondan kaynaklı diğer özelliklerini de hesaplamalarda önemli bir yer tutmasını sağlamıştır. Çevresel etkilerin uzaklık üzerinden fiyat ile olan ilişkisi halen üzerinde çalışmaların devam ettiği bir tartışma alanıdır. Bu tez kapsamında bu çevresel faktörlerin etkisi ve konutların birbiri ile olan etkileşimi mekansal regresyon ile değerlendirilecektir.





## 4. İSTANBUL KONUT FİYAT İNDEKSİ

### 4.1 İstanbul Konut Pazarı Üzerine Yapılmış Çalışmalar

İstanbul'un yıllar içerisindeki dönüşümü ele alındığında Merkezi İş Alanı'nın (MİA); Anadolu'yu Avrupa'ya bağlamak üzere yapılan Boğaz köprüleri ve otoyollar ile tarihi yarımada'dan aldığı ve yeni gelişen alt merkezlerde yoğunlaştığı tespit edilmiştir. Ekonomik aktivitelerin dönüşümü ile yeni ofis binalarının ihtiyacı artmıştır ve yeni çevre yollarını inşası ile çevresel gelişim çok merkezli bir İstanbul ortaya çıkarmıştır (Dökmeci, 1994).

Mekansal konut seçimi tercihlerinin incelendiği çalışmada demografik özellikler itibari ile İstanbul'da, gelişmiş ülkelerde yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçların aksine, orta ve üst yaş grubuna dahil insanların yüksek derecede yer değiştirme arzusu olduğunu ortaya koymaktadır. Genç nüfus şehrin çeperlerinde yerleşmeyi tercih ederken, orta ve yaşlı gruba dahil yüksek yüzdede şehrin merkezi ile geçiş alanı etrafında konumlanmıştır. Bunun nedeni olarak ulaşım olanaklarının en üst düzeyde olması tespit edilmiştir. (Dökmeci, 2000).

İstanbul konut satış fiyatlarına ve kiralarına ait çalışmada, konut etrafındaki yeşil alanlar hem satış fiyatını hem de kira değerini yükseltmektedir. Diğer yandan ise ulaşım ve alışveriş imkanlarının yakınlığının sadece kira değerlerine etkisi olduğu saptanmıştır. Ayrıca mekansal faktörlerin kira değerine ilçe bazında daha fazla etkisi olduğu tespit edilmiştir (Dökmeci, 2003).

Konut pazarına yönelik bir diğer çalışmada ise deprem riski üzerindeki kamu algısının fiyatları etkilediği tespit edilmiştir. 1999 depreminden sonra deprem fay hatlarına uzaklık ile konut fiyatları arasındaki bağın arttığı tespit edilmiştir (Önder, *et al* 2004).

İstanbul'daki konut fiyatlarının incelendiği çalışmada metropoliten seviyede, alt Pazar, konut alanı ve deniz manzarası, ilçe seviyesinde ise lokasyon, sosyo ekonomik

faktörler ve konut özellikleri önemli bileşenler olarak tespit edilmiştir (Ozus, *et al.* 2007).

İstanbul konut fiyatlarının hedonik analizi çalışmasında sonuçlar yaşam alanı büyüklüğü, alçak katlı bina oluşu, güvenli bir sitede yer alması ve binanın yaşının pazardaki satış fiyatında etkili olduğu ortaya konmuştur. Ayrıca hane halkının geliri, çevrenin deprem riski ve komşuluk tatmin seviyeleri de konut fiyatlarını etkilediği saptanmıştır (Keskin, 2008)

Konut fiyatlarını etkileyen faktörlerin Quantile Regresyon tekniği ile incelendiği çalışmada, konutun yaşı, kablolu tv hattının oluşu, güvenlik, ısıtma sistemi, garaj, mutfak alanı, oda sayısı ve banyo sayısının artışının konut fiyatını arttırdığı tespit edilmiştir (Çağlayan, 2009).

İstanbul konut fiyatlarının klasifikasyon ve regresyon ağacı (CART) yöntemleri ile incelendiği çalışmada konut büyüklüğü, asansör, güvenlik, merkezi ısıtma sistemi 31 değişken arasından fiyatı en çok etkileyen faktörler olarak tespit edilmişlerdir. (Özsoy, 2009)

İncelenen bu çalışmalarda çevresel faktörleri ölçme yöntemleri sınırlı olduğu için sonuçlar sınırlı olmaktadır. Önerilen model kapsamında bu çevresel faktörler mekansal istatistik (Spatial Statistics) teknikleri kullanılarak açıklanmaya çalışılacaktır.

#### **4.2 Konut Fiyat Modeli Altyapısı**

İstanbul metropoliten alanı için konut fiyat indeksi oluşturulmasına yönelik model önerisi olarak hazırlanan çalışmada toplanan örnekler üzerinde gerçekleştirilmiş istatistiksel analizler ve hazırlanan regresyon modelleri açıklanacaktır. Hazırlanan veri formları kullanılarak İstanbul il sınırları içerisinde satış işlemleri yapan emlak komisyoncularından anket yolu ile veriler toplanmıştır. Yapılan literatür araştırmalarında ortaya konulan değişkenler veri toplama safhasında 42 farklı başlıkta toplanarak veritabanına işlenmiştir. İstatistiksel çözümleme teknikleri kullanılarak bu değişkenlerin sayısı uygun KFI için farklı sayılarda denenmiş ve 22 değişkene indirilmiştir. Bu değişkenlerin bir kısmı veri toplama sırasında hatalı ya da eksik içeriklerinden (Pencere Malzemesi, Yer Döşemesi, vb.) dolayı bir kısmı ise tamamen yada az miktarda örneklem kümesi içerisinde bulunduklarından modele

girmeden önce elenmişlerdir. Bu değişkenlerden literatürde özellikle incelenmiş olanlar saklanarak veri sayısı ve örneklem değerleri değiştiklerinde tekrardan modele dahil edilmişlerdir. Zaman serisi olarak toplanan fiyat indeksi verilerinde kısıtlı ya da az miktarda kümelenen konut verileri homojen dağılmadıklarında problem yaratmaktadır. Bu veri kümesinde 3 aylık zaman aralıklarında her sene içerisinde 4 çeyrek için değer değişkenleri incelenmiştir.

Yapılan istatistiksel çözümleme çalışmaları sonucunda ortaya konulan Regresyon modelinde konut fiyatı logaritmik fonksiyon üzerinden bağımlı değişken olarak kullanılmıştır. Konut fiyatlarının dağılımlarında yer alan sola çarpıklık logaritmik fonksiyon ile düzeltilmiştir. Bağımsız değişkenlerde ise oda sayısı ve metrekare değişkenlerinde fiyat ile olan ilişkisi ortaya konulurken problemlerle karşılaşmıştır. Mekansal (Spatial) etkenlerden etkilenen değerler oda sayısında daha az etkili olmaktadır bunun sebebi olarak oda sayısı yerine kullanışlı olması ve istenildiğinde tadilat yada farklı kullanımlara uygun olması gibi durumlar ile açıklanabilmektedir. Çok oda sayısı metrekare olarak daha büyük konutların fiyatlarında değeri daha çok etkilediği tespit edilmiştir.

Konut özellikleri ile çevre faktörlerinin de karşılıklı etkileşim ile modelde katsayıları etkiledikleri gözlenmiştir. Metro ulaşımına sahip konutların fiyatlarında metro ulaşımına sahip olmayan Anadolu yakasındaki evlerde katsayı değerlerinde keskin değişimler olmaktadır. Bu noktada metro ulaşımına yakın olan konutların model içerisindeki sayıları da önem kazanmaktadır. Ulaşım olarak kısıtlı semtlerde Kamu ulaşım aracı kullanılması modeli negatif yönde etkilediği gözlenmiştir. Beklenen değerlerden farklı çıkan bir diğer değişken ise banyo ve mutfak yenilenen konutlarda değeri negatif etkileyen katsayılarla ortaya çıkmasıdır. Bu durum konut için yapılan değişikliklerin aynı semt içerisinde yer konutlar dışında tüm değişkenler incelendiğinde kalitesi düşük ya da tadilat gören eski ve yaşlı evlerde gerçekleşmiş olmasından kaynaklandığı şeklinde yorumlanmıştır.

#### **4.3 Analizler**

Konut fiyatları ilk olarak toplam 32 değişken ile regresyon analizine taban oluşturacak veriler ilk aşamada test edilmek üzere 935 gözleme indirilmiştir. Bunun sonucundan değişkenler çizelge 4.1 deki şekilde incelenmiştir.

**Çizelge 4.1:** Konut fiyat değişkenlerin istatistiksel analizi.

| Değişkenler | Açıklama                                             |
|-------------|------------------------------------------------------|
| Price:      | Konut Fiyatı (TL olarak) ,                           |
| Room:       | Oda Sayısı,                                          |
| Age:        | Konut Yaşı,                                          |
| Floor:      | Kat Sayısı,                                          |
| Ent:        | Konut Giriş Katında ise 1, yoksa 0                   |
| Heat:       | Isıtma Sistemi (1 Kombi, 0 Merkezi Sistem),          |
| Free:       | Konut Boş ise 1, Sahibi oturuyor ise 0,              |
| Rent:       | Konutta Kiracı var ise 1, aksi durumda 0,            |
| Land:       | Konut Arsa Tapusu üzerinde ise 1, yoksa 0,           |
| Condo:      | Konut Kat İrtifakında ise 1, Kat Mülkiyetinde ise 0, |
| Sqmt:       | Konutun alanı m <sup>2</sup> ,                       |
| Carpark:    | Otoparka sahip ise 1, yoksa 0,                       |
| Seaview:    | Deniz manzarası var ise 1, yoksa 0,                  |
| Bfloor:     | Konutun Bulunduğu binanın kat sayısı,                |
| Bath:       | Banyo Sayısı,                                        |
| Metro:      | Yakınında Metro var ise 1, yoksa 0,                  |
| Public:     | Yakınında Otobüs, Minibüs ulaşımı var ise 1 yoksa 0, |
| SeaTr:      | Yakınında Deniz ulaşımı var ise 1, yoksa 0,          |
| Elav:       | Bulunduğu binada asansör var ise 1, yoksa 0,         |
| Onsite:     | Bir site içerisinde ise 1, yoksa 0,                  |
| Genera:     | Jenaratör var ise 1, yoksa 0,                        |
| New_bk:     | Konut yeni banyo ve mutfak var ise 1, yoksa 0,       |
| Shop:       | Yakınında Alışveriş Merkezi var ise 1, yoksa 0,      |
| İndust:     | Yakınında Sanayi sitesi var ise 1, yoksa 0,          |
| Univ:       | Yakınında Üniversite var ise 1, yoksa 0,             |
| Green:      | Yakınında Yeşil alan var ise 1 , yoksa 0,            |
| Balco:      | Konutta Balkon var ise 1, yoksa 0,                   |
| Agessq:     | Konutun yaşının karesi,                              |

Bu değişkenlerin dışında konutun ısınma özellikleri içerisinde ısınma tipi (Soba, Doğalgaz, Kömür, FuelOil) örneklem içerisinde az sayıda yer aldığı için ısınma sistemi özellikleri tamamı doğalgaz kombi ya da merkezi sistem olarak tekrardan kodlanmıştır. Ayrıca bina yapı tipi olarak belirlenen (ahşap betonarme yığma) özellikler ise betonarme yapıların büyük bir bölümü kapsadığı için modelden çıkartılmıştır. Satışı yapılan konut piyasasındaki anakütlede de az sayıda yer almasından dolayı ahşap ya da yığma karkas binaların örneklemdeki sayıları arttırılması ile tekrar modele aktarılacak üzere ayrılmışlardır. Bina özellikleri içerisinde yer alan yapı malzemesi ve doğrama tipleri de aynı şekilde tüm doğramaların PVC olması nedeni ile modele katılmamıştır. Konuta sonradan eklenebilen ve hızlı bir şekilde değiştirilebilen pencere sistemleri konutlarda değeri

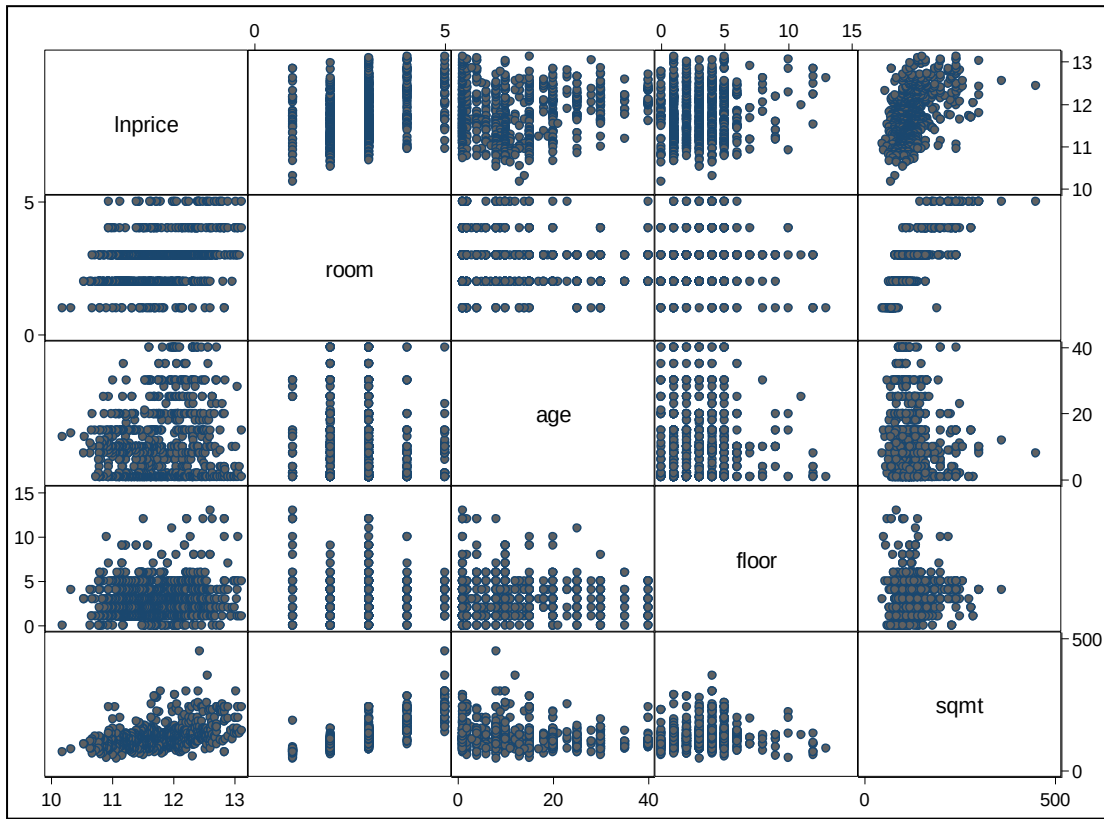
işçilik masrafı kadar etkilediği için sonradan yapılması istendiğinde de piyasada fiyatlanmış bir ürün olarak görülmektedir.

Toplanan veriler incelendiğinde konut fiyatlarında en az 40.000TL en çok 960.000 TL arasında değiştiği tespit edilmiştir. Bu durumda bir kabul yapmak gerekmektedir. Dışadüşen analizi yapıldığında Fiyat değişkeni için 750.000 TL altındaki konutların fiyat indeksi için modelde yer almaları daha uygun olabilecektir. Konut fiyatları anakütlesinde genelde bu değer üstünde özel nedenlerle yüksek satış fiyatlarına sahip birimlerin Konut fiyat indeksinin dışarıda bırakılması yapılan literatür çalışmalarında da uygulanan bir yöntem olarak tespit edilmiştir. Oda Sayısı değişkeni 1 ile 5 oda arasında yer almaktadır. Yaş değişkeninde konutların 1 ile 40 yıl arasında olanların ağırlıklı oldukları tespit edilmiştir. Örnekleme yer alan 80 ve 120 yıl arasında kalan eski yapılar ise modelde farklı şekilde değerlendirilmiştir. Bunun sebebi konut değerini, artışı ile negatif olarak etkileyen yaş parametresi belli bir noktadan sonra konutun değerini konumu ve benzer faktörlerden olumlu etkilemeye başlamaktadır. Bu durum için literatürde yaşı karesi yada küpü üzerinden denkleme katılması şeklinde örneklerle ulaşılmıştır. Regresyon modelinde bu şekilde dönüşümler gerçekleştirilerek model test edilmiştir. Konutun bulunduğu kat değişkeninde en fazla 13. katta satışı yapılan konuta rastlanmıştır. Metrekare değişkeninde 47 metrekareden 450 metrekareye kadar konutlar tespit edilmiştir. Bu noktada da konut büyüklüklerini minimum ve maksimumda sınırlamak gereksinimi bulunmaktadır. 50 metrekareden küçük konutlar ve 300 metrekareden büyük konutlar için model dışadüşen tespiti yapmıştır. Bu değerler regresyon modeline katılmadan önce dışarıda bırakılarak test edilmişlerdir. Literatür incelendiğinde 250 ve 350 metrekare konut büyüklüklerinin arasında dışadüşenlerin çıkartılabildiği tespit edilmiştir. Ufak konutlar için bir sınırlamaya literatürde rastlanmamış olsa da gerekli yaşam alanları üzerinden belirlenmiş olan kabuller üzerinden İstanbul konut pazarında 50 metrekareden az olanlar modelden çıkartılmıştır.

Modelde yer alacak olan değişkenler arasında korelasyon değerleri Korelasyon ve Kovaryans matrisleri olarak incelenmiştir. Ortaya çıkan negatif ve pozitif ilişkiler değişkenler arasında fiyat ve oda sayısı arasında olan ilişki (0.3580) fiyat ve metrekare arasındaki korelasyon değerinden (0.4291) az olduğu tespit edilmiştir. Bu durum konut fiyatı üzerinde metrekarenin oda sayısından daha önemli bir etki eden faktör olduğunu göstermektedir. Sanayi ve imalat alanlarına yakınlık (-0.1195)

negatif olarak konut fiyatına korelasyonunu etkilemektedir. Konuta otobüs ve minibüs ulaşımı olması (-0.0237), kirada olması (-0.1427), Giriş katında yer alması(-0.1437) beklenen şekilde negatif yönden korelasyona etki etmektedir. Diğer negatif değişkenler ise yeni banyo ve mutfak (-0.0401) beklenen değerlerin aksine tespit edilmişlerdir (EK A.1).

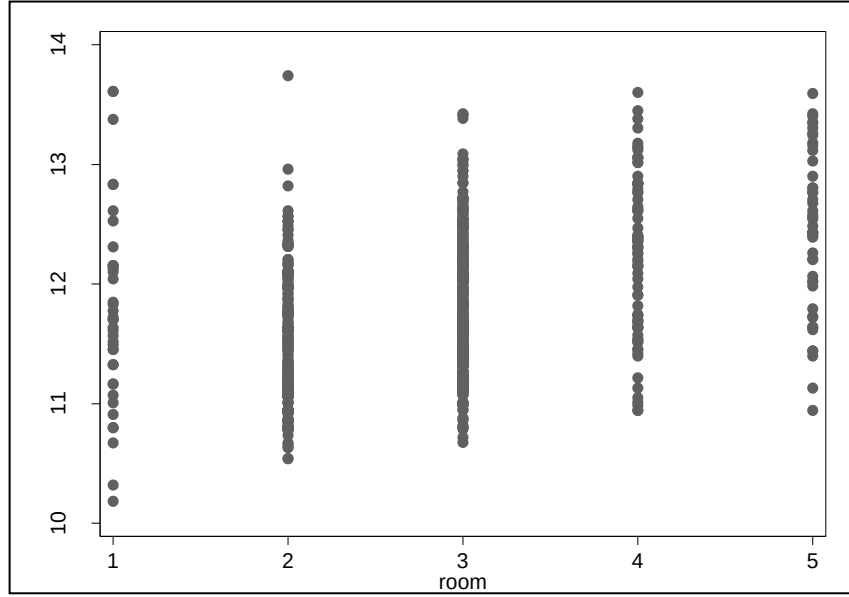
Korelasyon Çizelgelerinden ortaya çıkan sonuçları fiyat ile olan ilişkilerini irdelemek amacı ile dağılım grafikleri üzerinden çapraz çizelgeler oluşturulmuştur. Fiyat değişkeni incelendiğinde simetri grafikleri dağılımın çarpık yönünü ortaya koymaktadır (Şekil 4.1).



**Şekil 4.1:** Fiyat, oda sayısı, yaş, kat sayısı ve metrekare dağılım grafikleri.

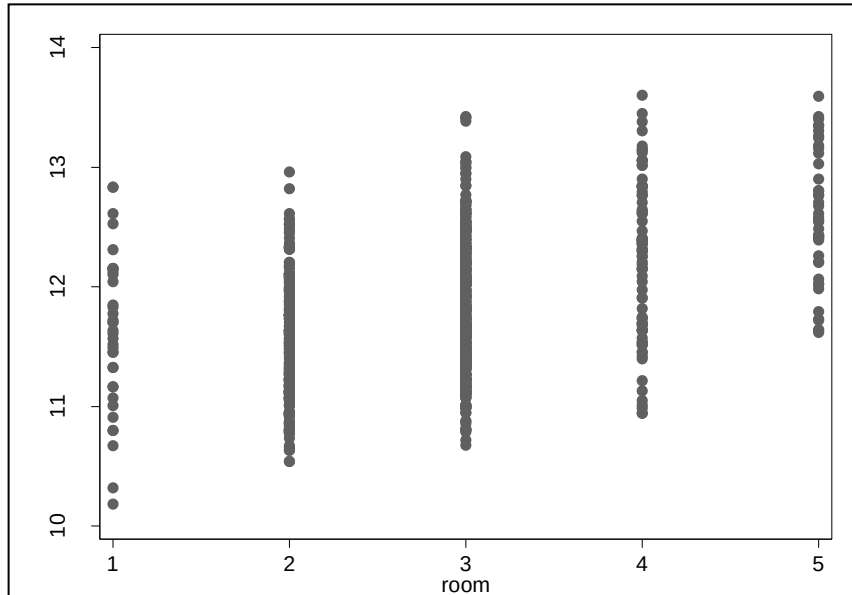
Fiyat ile Oda sayısı arasında artan bir ilişki olduğu tespit edilmektedir. Fakat aynı durum yaş ile fiyat ilişkisinde görülememektedir. Bunun sebebi olarak yaşı büyük konutların daha merkezi konumlarda yer almasından fiyatı düşüren değil konum itibari ile fiyatı pozitif etkileyen bir neden olmasından kaynaklanmaktadır. İlerleyen analizlerde zaman aralıkları içerisinde incelenecek olan yaş değişkeni 1980 sonrası yapılan konutlarda düşüşler gösterirken daha eski konutlarda aynı oranda fiyatı negatif etkilemediği tespit edilmiştir. Konut fiyatının bulunduğu kat ile artış

gösterdiği tespit edilmiştir. Metrekare ile fiyat arasında kümelenen bir ortak artış eğilimi olduğu ortaya konulmuştur (Şekil 4.2).



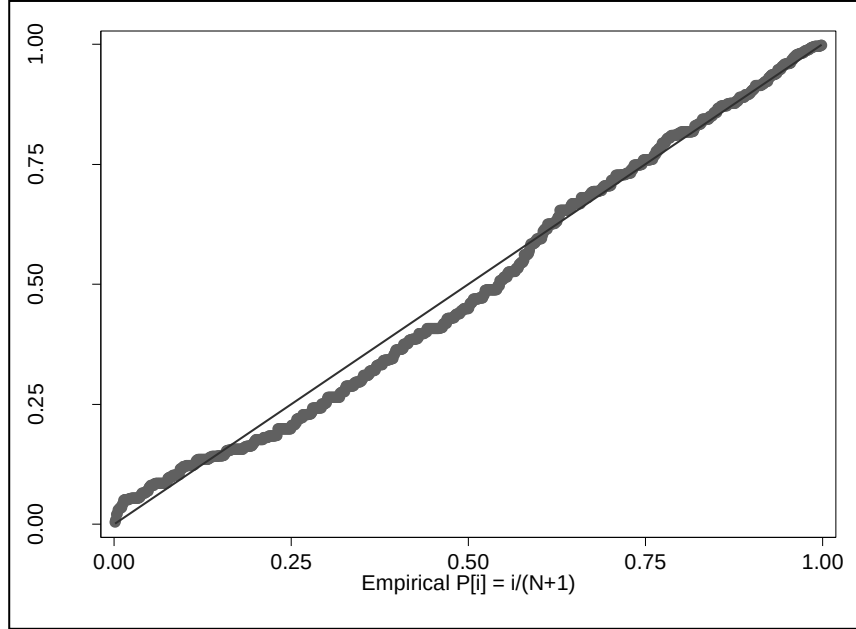
**Şekil 4.2:** Fiyat/oda sayısı ilişkisi.

Fiyat/Oda Sayısı incelendiği Şekil 4.2.'de tek odalı konutların fiyatlarının dağılımında büyük farklar olduğu ve dağılımının daha geniş bantta yayıldığı tespit edilmiştir. Konum itibari ile yüksek değerlere ulaşan fiyatlarda dışadüşen değerler üzerinde bir analiz gerçekleştirilerek Şekil 4.3'teki haline dönüştürülmüştür.



**Şekil 4.3:** Dışadüşenler temizlendikten sonraki fiyat/oda dağılımı.

Fiyatların dağılımı incelendiğinde logaritmik fonksiyonda ortaya konan dönüşün grafiği Şekil 4.4'te ortaya konmuştur. Normal dağılım hattı etrafında kümelenen dağılımın regresyon modelinde kullanılabilecek normal dağılım varsayımını sağladığı tespit edilmiştir.



**Şekil 4.4:** Konut fiyatı normal dağılım fonksiyonu.

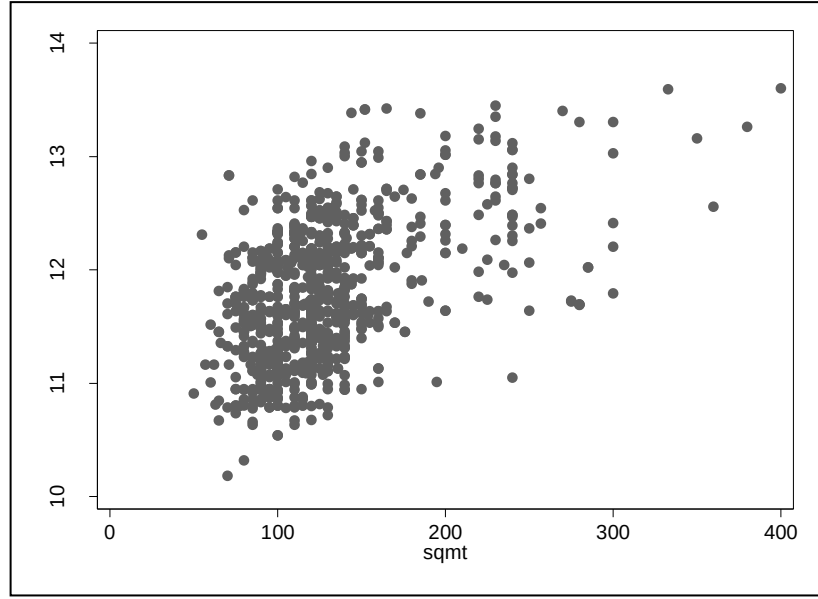
Fiyatların dağılımının ln fonksiyonu olarak kullanılması regresyon yorumları sırasında artış değerleri için her bir birim artışın ln tabanındaki değere karşılık gelen kısmı üzerinden yapılması gerekmektedir. Diğer bir terimle her birim artış on katı olarak değer artışına ya da azalışına denk gelmektedir şekilde yorumlanacaktır. Fiyatlardaki dağılımın konut pazarında sola çarpık olmasında dolayı literatürde en yaygın olarak kullanılan dönüşüm logaritmik dönüşümdür (Çizelge 4.2).

**Çizelge 4.2:** LnFiyat değişkeni çarpıklık ve basıklık değerleri

| Değişken | Pr(Çarpıklık) | Pr(Basıklık) | Dzlt Ki Kare | Prob>Ki Kare |
|----------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| LnPrice  | 0,000         | 0,018        | 24,27        | 0,000        |

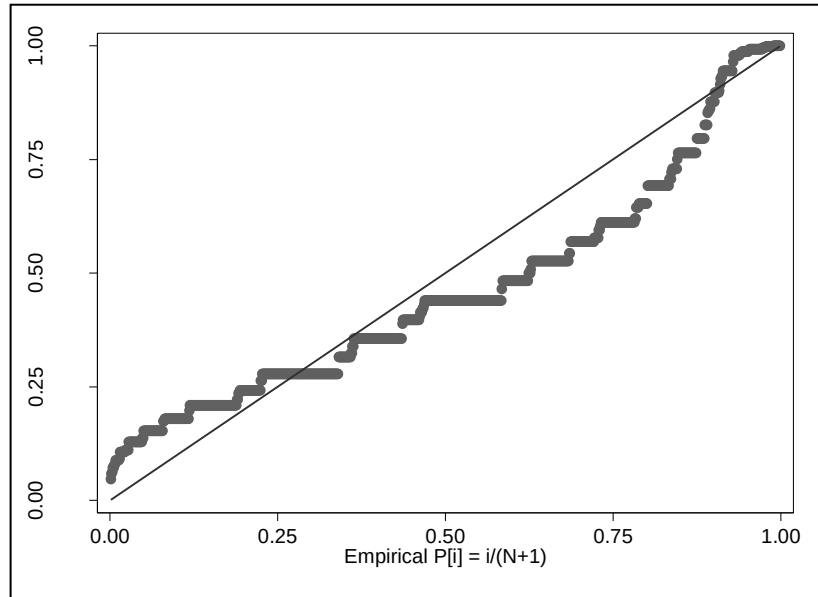
Konut fiyatları ve metrekare arasındaki ilişki yakından incelendiğinde ise şekil 4.5'deki dağılım ortaya çıkmaktadır. Dağılım incelendiğinde yine belirli metrekarenin üzerinde yer alan konutların indeks modellemesi sırasında dışadüşenleri barındırdığı tespit edilmiştir. Modelde dağılımlarda dışadüşen veriler 50 metrekareden küçük ve 400 metrekareden büyük konutlar modele dahil edilmemişlerdir.





**Şekil 4.5:** Fiyat/metrekare dağılımı.

Metrekarenin dağılımı normal dağılım ile olan farkı incelendiğinde geçerli sınırlar içerisinde kaldığı yapılan testler sonucunda Çizelge 4.3, Şekil4.5 ve Şekil 4.6 üzerinde belirtilmiştir.

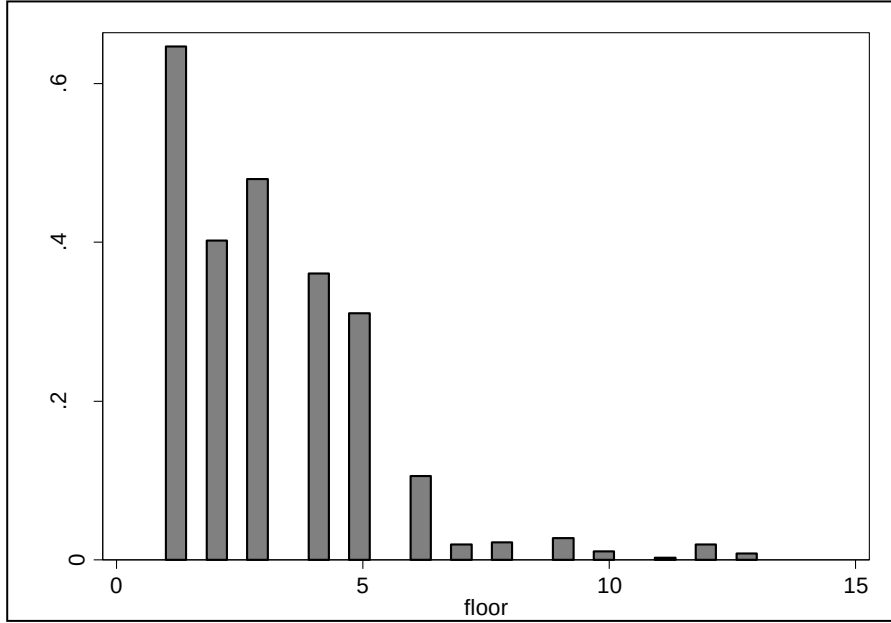


**Şekil 4.6:** Metrekare normal dağılım olasılık grafiği.

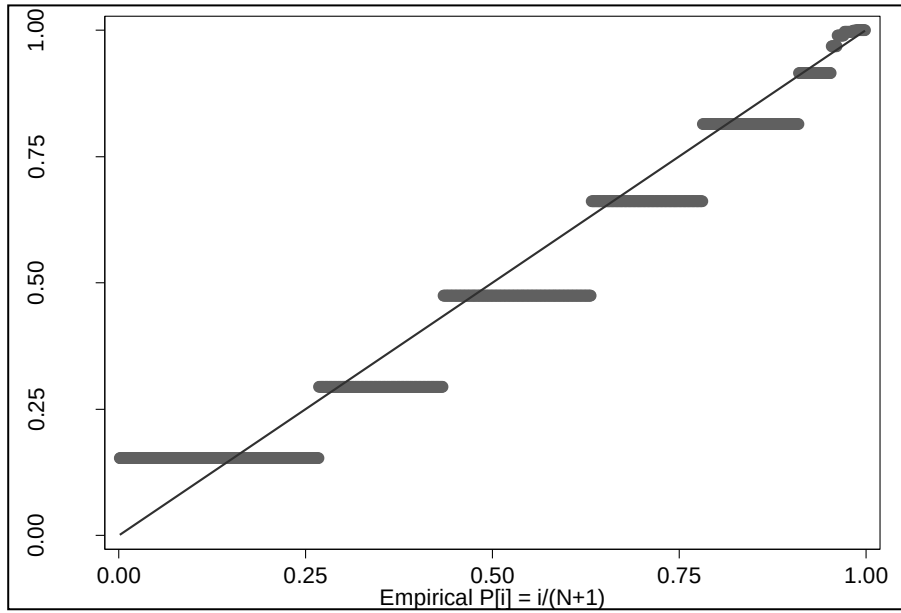
**Çizelge 4.3:** Metrekare çarpıklık ve basıklık değerleri çizelgesi.

| Değişken | Pr(Çarpıklık) | Pr(Basıklık) | Adj Ki Kare | Prob>Ki Kare |
|----------|---------------|--------------|-------------|--------------|
| sqmt     | 0,000         | 0,000        |             | 0,000        |

Konutun bulunduğu kat dağılımları incelendiğinde şekil 4.7’deki Histogram sonucuna ulaşılmıştır. Dağılımın sola çarpık bir yapısı olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.8).



**Şekil 4.7:** Kat sayısı histogram dağılımı.



**Şekil 4.8:** Kat sayısı normal dağılım olasılık grafiği.

#### 4.4 Konut Fiyat Modeli

Konut Fiyat indeksi modeli oluşturmak için değişkenlerin gerekli sınırlar içerisinde normal dağılım testleri yapılmış ardından model varsayımları regresyon denkleminde ortaya konulmaktadır. Bu denklemde (4.1);

$$\ln Fiyat = \beta x_1 + \beta x_2 + \beta x_3 + \dots + \varepsilon \quad (4.1)$$

Logaritmik düzende dönüştürülmüş fiyat denklemi hedonik bileşenler olarak  $\beta x$  şeklinde konutun özellikleri,  $\beta x_2$  çevresel özellikler,  $\beta x_3$  ulaşılabilirlik ve kamu hizmetleri ve  $\varepsilon$  hata terimini ifade etmektedir. Fiyatı oluşturan alt birimlerin katsayıları üzerinden 2 farklı model test edilmiştir. İlk modelde tüm değişkenler denkleme dahil edilerek genel çerçeve ortaya konulmuştur.

##### 4.4.1 Mekansal Olmayan Regresyon Model 1

Verilerin toplanması aşamasında elde edilen girdiler mekan ve zaman parametreleri olmadan regresyona tabi tutulmuştur. Çizelge 4.4 Konut Fiyat Regresyon Sonuçları yer almaktadır.

Çizelge 4.4: Regresyon katsayıları.

| Source   | SS         | df  | MS         | Number of obs = 871 |        |
|----------|------------|-----|------------|---------------------|--------|
| Model    | 177.95556  | 24  | 7.414815   | F( 24, 846) =       | 47.39  |
| Residual | 132.381233 | 846 | .156478999 | Prob > F =          | 0.0000 |
|          |            |     |            | R-squared =         | 0.5734 |
|          |            |     |            | Adj R-squared =     | 0.5613 |
| Total    | 310.336793 | 870 | .356708957 | Root MSE =          | .39557 |

| lnprice | Coef.     | Std. Err. | t      | P> t  | Beta      |
|---------|-----------|-----------|--------|-------|-----------|
| avr     | .2150146  | .0331143  | 6.49   | 0.000 | .1786384  |
| room    | .027968   | .0280027  | 1.00   | 0.318 | .0372812  |
| age     | .010095   | .0014019  | 7.20   | 0.000 | .1850894  |
| floor   | .0176691  | .0098057  | 1.80   | 0.072 | .0616745  |
| ent     | -.0110943 | .0413358  | -0.27  | 0.788 | -.0082274 |
| heat    | -.0254106 | .0309739  | -0.82  | 0.412 | -.0198063 |
| free    | -.0096356 | .0303693  | -0.32  | 0.751 | -.008021  |
| rent    | -.1842738 | .0467287  | -3.94  | 0.000 | -.0962344 |
| condo   | .0741447  | .0309421  | 2.40   | 0.017 | .0585888  |
| sqmt    | .0041697  | .0005286  | 7.89   | 0.000 | .299198   |
| carpark | .1067249  | .0378623  | 2.82   | 0.005 | .0880444  |
| seaview | -.0832335 | .0528655  | -1.57  | 0.116 | -.0383983 |
| bfloor  | -.0178001 | .0070925  | -2.51  | 0.012 | -.0755484 |
| bath    | .1445383  | .0330971  | 4.37   | 0.000 | .1211222  |
| metro   | .0604719  | .0353677  | 1.71   | 0.088 | .0431218  |
| public  | -.1256541 | .034109   | -3.68  | 0.000 | -.0901912 |
| elav    | .2053446  | .0377042  | 5.45   | 0.000 | .1709807  |
| secu    | .1859697  | .0375824  | 4.95   | 0.000 | .1555505  |
| onsite  | -.1062619 | .0437796  | -2.43  | 0.015 | -.0655726 |
| genera  | .3372864  | .0565705  | 5.96   | 0.000 | .1556011  |
| new_bk  | -.0754228 | .0322362  | -2.34  | 0.020 | -.0572281 |
| shop    | .2155936  | .0564187  | 3.82   | 0.000 | .0955829  |
| hosp    | .2379978  | .056062   | 4.25   | 0.000 | .1032817  |
| univ    | .0006017  | .2026308  | 0.00   | 0.998 | .0000682  |
| _cons   | 10.64623  | .0834866  | 127.52 | 0.000 | .         |

Veriler üzerinde yapılan ön incelemeler sonucunda modelde yer alması uygun bulunan 871 datanın  $R^2$  değeri 0.5734 ve düzeltilmiş  $R^2$  değeri ise 0.5613 olarak bulunmuştur. Değişkenlerin katsayıları incelendiğinde % 5 yanılma düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olmayan Oda sayısı (0.318), Bulunduğu Kat (0.072), Giriş Katı (0.788), Isıtma Sistemi (0.412), Dairenin Boş/Dolu Olması (0.751), Deniz Manzarası (0.116) ve Üniversiteye Yakın Olması (0.998) değişkenleri sorunlu olarak tespit edilmiştir. Bu duruma verilerin bazı değişkenlerde seyrek olarak rastlanması (Üniversiteye yakınlık gibi) diğer değişkenlerde de dağılımların anakütledeki bazı sorunlu değer dağılımlarına modelde çoklu doğrusallık olarak bilinen sorunu ile daha da etkin kıldığını şeklinde yorumlanabilir (Çizelge 4.5).

**Çizelge 4.5:** Çokludoğrusallık testi sonuçları.

| <b>Breuch-Pagan/ Cook Weisberg Çokludoğrusallık Testi H0: Sabit Varyans Değişkenler: lnFiyat'ın Fitted Değerleri</b> |          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| F (1 , 869)                                                                                                          | = 0.82   |
| Olasılık > F                                                                                                         | = 0.3643 |

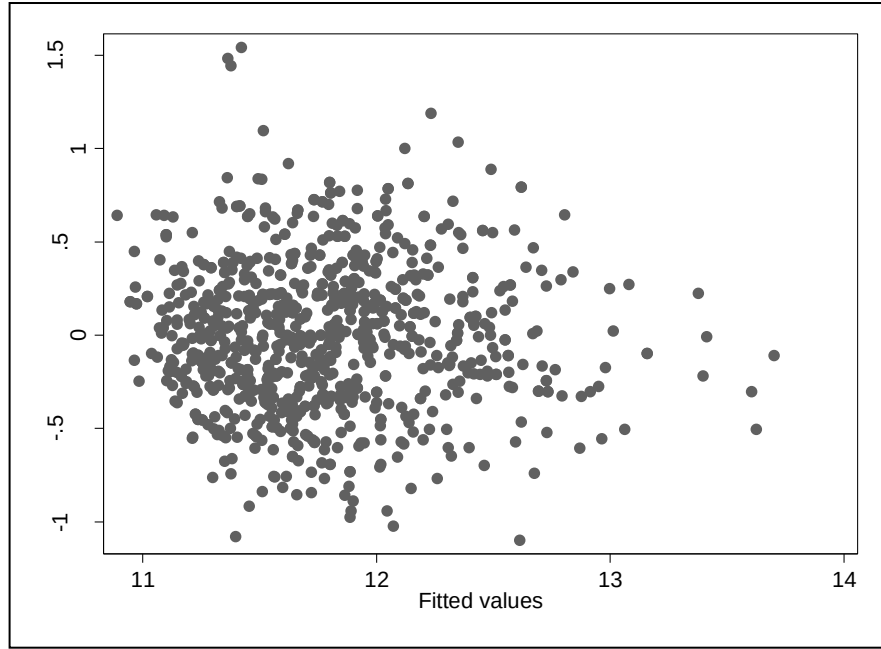
Varyans Şişme Katsayıları'na bakılarak değişkenlerin arasındaki etkileşimler ortaya konulduğunda Çizelge 4.6'daki sonuçlar elde edilmiştir.

**Çizelge 4.6:** Varyans enflasyon faktörleri çizelgesi.

| <b>Değişken</b> | <b>VIF</b> | <b>1/VIF</b> |
|-----------------|------------|--------------|
| Sqmt            | 2,85       | 0,350        |
| Room            | 2,76       | 0,361        |
| Flor            | 2,32       | 0,430        |
| Secu            | 1,96       | 0,510        |
| Elav            | 1,95       | 0,511        |
| Carpark         | 1,93       | 0,516        |
| Ent             | 1,86       | 0,536        |
| Bfloor          | 1,80       | 0,556        |
| Bath            | 1,53       | 0,655        |
| Avr             | 1,50       | 0,666        |
| Onsite          | 1,45       | 0,690        |
| Genera          | 1,35       | 0,740        |
| Age             | 1,31       | 0,763        |
| Free            | 1,27       | 0,788        |
| Metro           | 1,26       | 0,792        |
| Shop            | 1,24       | 0,805        |
| Public          | 1,19       | 0,841        |
| New_BK          | 1,19       | 0,842        |
| Condo           | 1,19       | 0,843        |
| Seaview         | 1,18       | 0,847        |
| Hosp            | 1,17       | 0,851        |
| Heat            | 1,16       | 0,865        |
| Univ            | 1,04       | 0,975        |

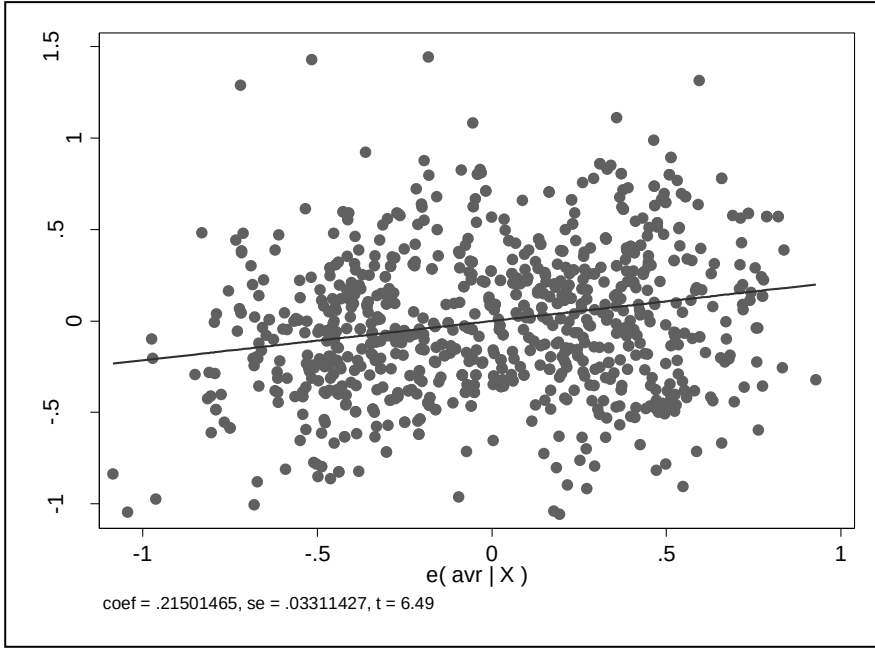
Bağımlı değişken Fiyat ile modelde kullanılan değerlerde VIF katsayılarının 1 değerine yakın olması beklenmektedir. Değişkenlerden Oda sayısı ve metrekare değerleri VIF en çok etkilenen değerler olarak ortaya çıkmaktadır.

Şekil 4.9’da Artık terimlerin tahmin değerleri üzerine dağılım grafiği olarak düzenlendiği şekilde Modelin açıklama düzeyinin sınanması amaçlanmaktadır. Modelin açıklama gücü artık terimlerde de normal dağılıma uygun biçimde olması beklenmektedir. Bu grafikte noktaların dağılımı artı ve eksi değerlerde eşit biçimde olduğu gözlenmektedir. Bu sonuç modelin açıklayıcı yanının yüksek ya da alçak değerlediği birimlerin normal dağıldığını göstermektedir.



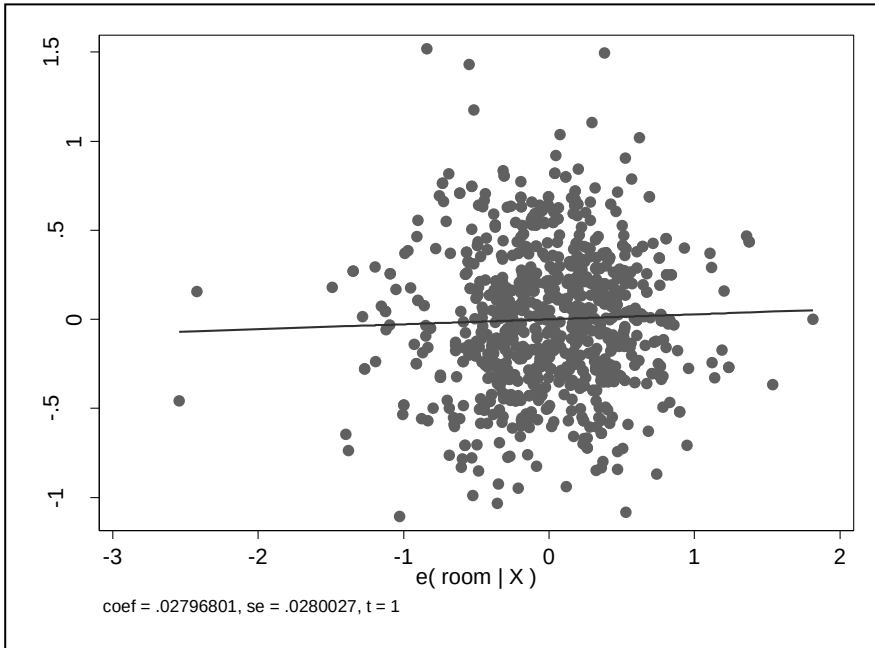
**Şekil 4.9:** Artık terimlerin fitted değerlere dağılım grafiği.

Şekil 4.10’da artık fiyatların Avrupa yakasında olan konutlara dağılımı incelendiğinde ise eksi değerlerde bir kümelenmenin olduğu tespit edilmiştir. Bu Anadolu yakasında olan konutlar için değerler daha düşük olarak ortaya çıktığını göstermektedir. Mekansal analizlere geçmeden önceki bu aşamada Avrupa yakasındaki konutların tüm özellikleri aynı olan konutlara göre daha pahalı olduğunu ortaya konmuştur.



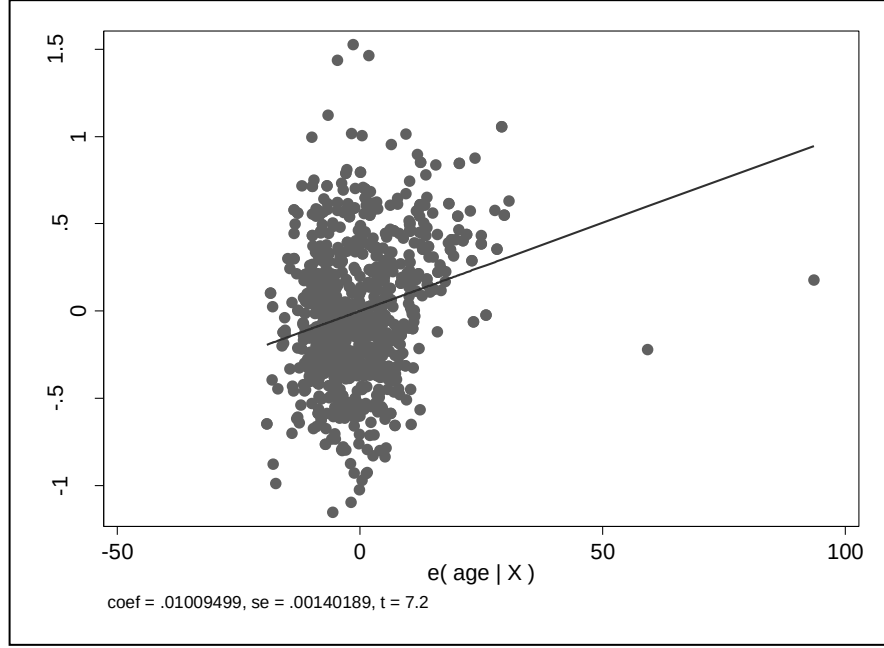
**Şekil 4.10:** Fiyatın Avrupa Yakası'ndaki dağılımı.

Şekil 4.11'de Fiyatların Oda sayısı ile olan ilişkisi ortaya konmuştur. Oda sayısı lokasyonlar arası farklılık gösterdiğinden dağılımda da 0'a yakın sonuçlar ortaya koymaktadır. Modelin açıkladığı tüm sonuçlar için oda sayısı ve fiyat normal dağılıma yakın değerler göstermektedir. Değerlerin başlangıç noktasında negatifte olması da metrekarenin düşük olduğu noktalarındaki açıklama gücünün zayıf olduğunu ortaya koymaktadır.



**Şekil 4.11:** Fiyatların oda sayısına göre dağılımı.

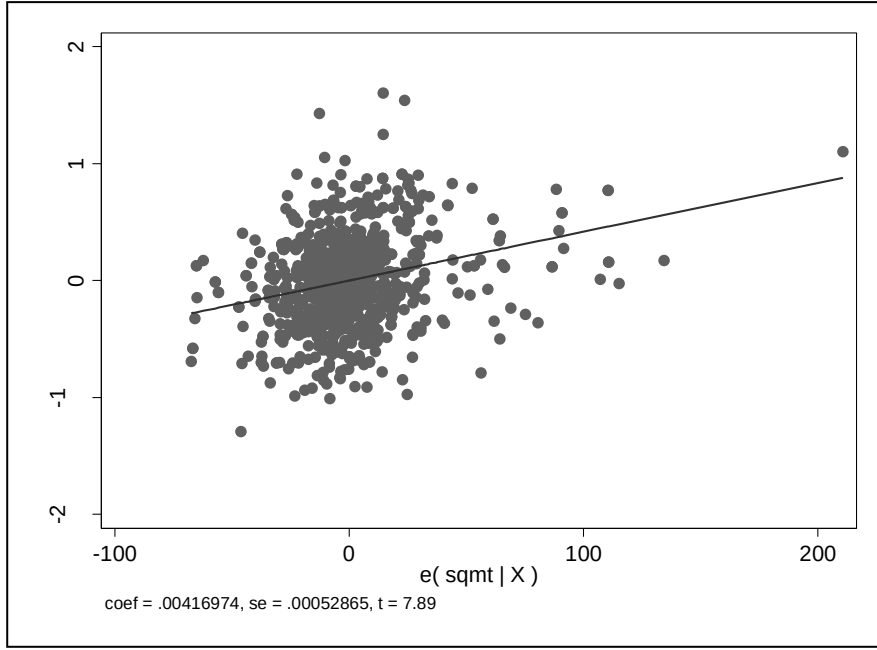
Şekil 4.12’de Fiyat ve Bina Yaşı karşılaştırılmıştır. Bu noktada yüksek değere sahip iki veri grafikte sapmalara yol açmıştır. Grafiğin geri kalanı incelendiğinde simetrisinin artı değerlerde sapmalara sahip olduğu ve bunun sebebinin yaşları yüksek olmasına rağmen fiyatları azalmadığı eski kent merkezleri civarı konutlardan kaynaklandığı sonucuna varılmıştır.



**Şekil 4.12:** Fiyatların bina yaşına göre dağılımı.

Şekil 4.13’de fiyat ve metrekare ilişkisi incelenmiştir. Dağılımlarda düşük değerlerde az artan değerlerde çok değişimin olması modelin sadece metrekare ile açıklanmak istendiğinde konumsal özelliklerin yine fiyatı etkilediği ve yüksek metrekareli konutlarda fiyat tahmin aralığının arttığı düşük olanlarda ise azaldığı sonucuna varılmıştır.

İlçeler ve mahalleler bazında toplanması planlanan veriler koordinatlı bir biçimde GIS kullanılarak alt konut pazarı sınırları belirlendikten sonra kümeler halinde regresyon denkleminde yer bulmaları sağlanması modelin 2 aşamasında ortaya konacaktır.



**Şekil 4.13:** Fiyatların metrekare'ye dağılımı.

#### 4.5 Mekansal İstatistik Analizleri

İlk aşama regresyon ve testlerden gelen sonuçlar alındıktan sonra veriler Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanılarak koordinat düzlemine geçirilmiştir. Beyoğlu, Şişli ve Beşiktaş belediyelerinin E5 bağlantı yolu ve güneyinde kalan bölümü içerisinde veriler işlenmeye başlanmıştır. Mekansal etkileşimlerinin ne yönde olduğu ortaya konulmak üzere literatürde karşılaşılan Mekansal Otokorelasyon testleri uygulanmıştır. Sonuçlar İstanbul için Konut fiyatlarının mekansal olarak kümелendiğini ve bu kümelenmenin rassal olmadığını ortaya konmuştur. Mekansal Regresyon işlemine geçilmeden önce konu bu bölümde incelenecektir. Gerekli düzenlemeler ve testler yapıldıktan sonra Mekansal Regresyon ve bileşenleri sağlıklı bir indeks oluşturulması için istatistiksel olarak irdelenecektir.

##### 4.5.1 Mekansal veri düzenlemesi

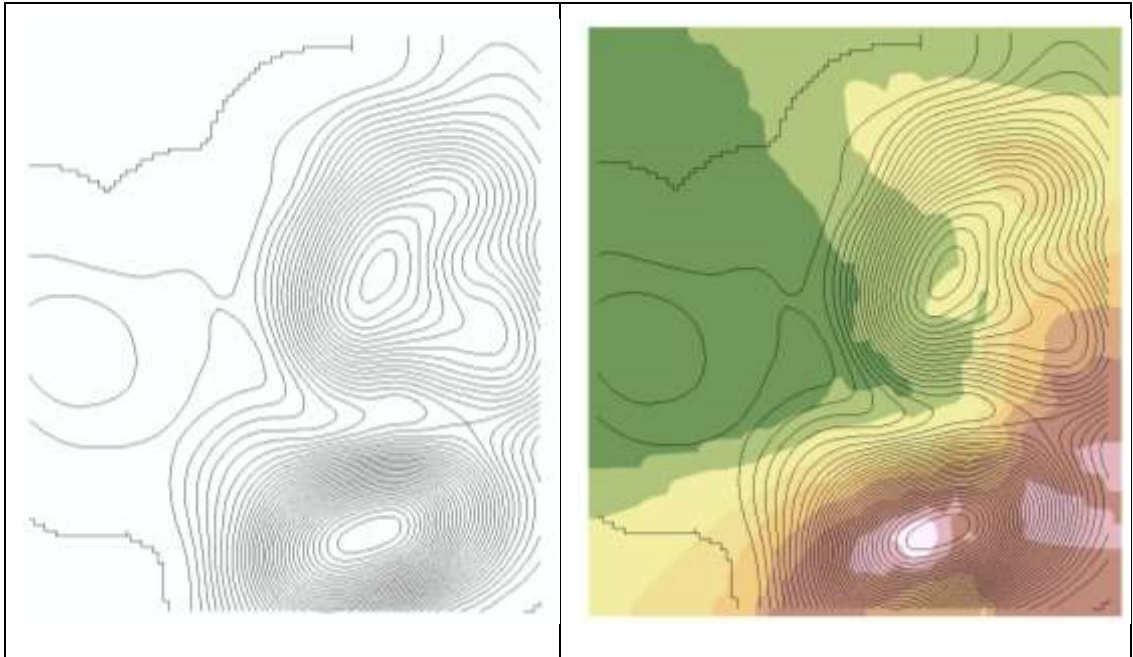
İstanbul ili için Beyoğlu, Beşiktaş ve Şişli ilçelerinin Boğaziçi Köprüsü ile başlayan ve E5 ile devam eden sınırın güneyinde kalan alandan başlayarak Satış yapılan konutun konumu CBS sistemine işlenmiştir (Şekil 4.14).





**Şekil 4.14:** CBS sistemine girişi yapılan konut birimleri.

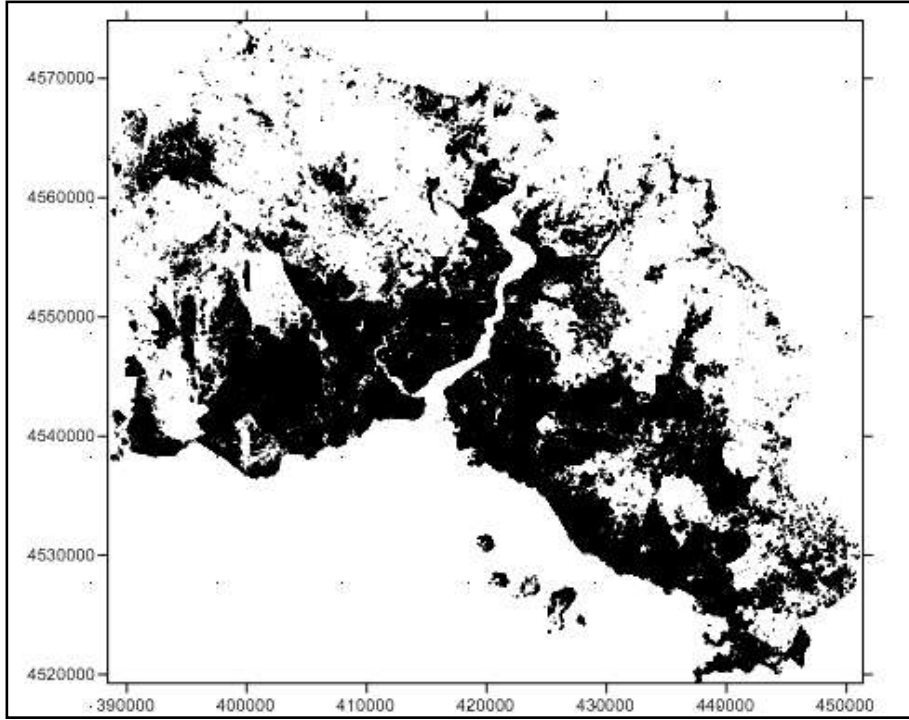
Veri giriş işlemleri ile birlikte mekansal olarak verilerin sunum ve görsel analizleri ile ilgili yeni düzenlemeler de yapmak imkanı doğmuştur. Konut fiyatlarını eşyükselti eğrileri biçiminde interpolate edilerek oluşturulan değer haritalarını kullanmak mümkün olmaktadır (Şekil 4.15).



**Şekil 4.15:** Konut değer eşyükselti eğrileri.

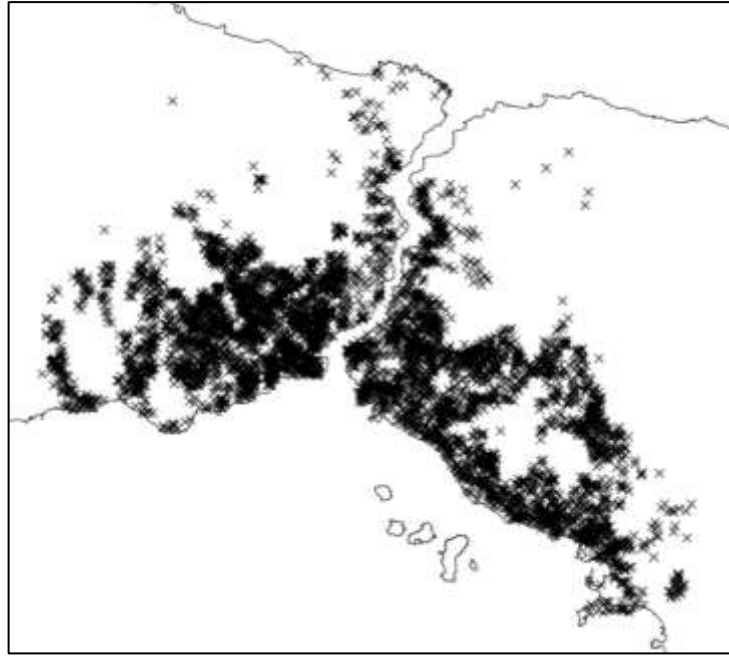
CBS ortamına aktarılan veriler bu sayede yeni görsel tekniklerin kullanılabileceği şekle sahip olmuştur. Beyoğlu, Şişli ve Beşiktaş ilçelerinin bu alanları içinde kalan Konut fiyatlarının ortaya koyduğu durum 3 kümelenme alanına işaret etmektedir. Beyoğlu ilçesinde Sıraselviler ve Cihangir Merkezli, Şişli ve Beşiktaş ilçesinde Teşvikiye Maçka merkezli ve Beyoğlu Halıcıoğlu merkezli 3 alan ortaya çıkmıştır. Bunlardan Beyoğlu ve Şişli-Beşiktaş merkezli olanlar yüksek konut fiyatlı olan alanları, Beyoğlu Halıcıoğlu merkezli olan ise düşük fiyatlı alanları tanımlamaktadır.

Bu sistematik düzen kullanılarak İstanbul'da saha anket çalışmalarından gelen konutların lokasyonları CBS sistemine girilme işlemi tamamlanmıştır. Yapılaşmış alanlar Şekil 4.16 ve örneklemeler Şekil 4.17'de görülmektedir.



**Şekil 4.16:** İstanbul ili yapılaşmış alanları anakütle mekansal dağılımı.

Avrupa ve Anadolu yakasındaki konut stokunun farkından dolayı seçim işlemlerinde bu oran göz önünde bulundurularak mevcut örneklemin içinden rassal seçimle aktarılmıştır. TUİK verilerine göre 2009 yılında İstanbul'da toplam 3.391.752 konut bulunmakta ve bu sayının %65-%35 şeklinde Avrupa ve Anadolu yakalarına dağıldığı raporlarda belirtilmiştir. Sisteme dahil edilen verilerin de aynı oranı yakalaması sağlanmıştır.



**Şekil 4.17:** Cbs sistemine geçirilen örneklem konutların mekansal dağılımı.

#### 4.5.2 Mekansal dağılım testi

Verilerin mekansal dağılımlarını ve bu dağılımların kümelenme yada saçılma eğilimlerini test eden 4 farklı Mekansal İstatistik yöntemi mevcuttur. Bunlar “Joint Count” “Geary’c” Moran’s I” ve “General G” olarak adlandırılmaktadır. Verinin toplanma biçimi ve formu dikkate alındığında Moran’I testinin dağılımların yapısını incelemede en uygun sonucu ortaya koyacağı tespit edilmiştir.

Moran’s I dağılım testi hesaplamasında CBS sistemi içerisinde her bir çift noktanın aldığı değeri, çalışma alanının içerisindeki tüm birimlerin ortalamasından çıkartılır ve daha sonra bu değerleri birbiri ile çarpılmaktadır. Daha sonra Sistem tüm noktalar için bu işlemi tekrarlar ve sonucu toplar (4.2).

(4.2)

Daha sonra çalışma alanı içindeki tüm birimlerin ortalama değerden varyans hesaplanır. Her bir değer çifti için toplam ağırlıklar hesaplanır ve toplamı bu varyans ile çarpılır (4.3).

(4.3)

Son olarak ise ilk hesaplanan değere bu değeri bölerek oran elde edilir (4.4).

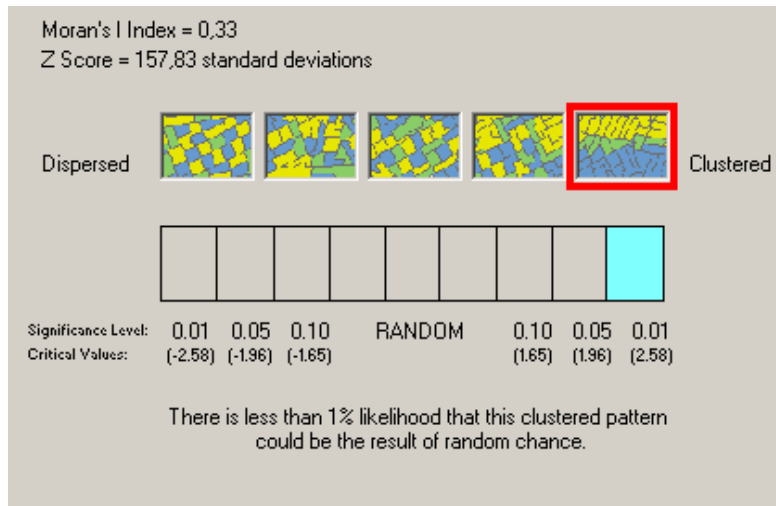
(4.4)

Hesaplamalardan ortaya çıkan I değeri eksi 1, sıfır ve +1 değerleri aralığındadır. Eğer sonuç sıfırdan büyük ise mekansal kümelenme (benzer değerler yan yana gelme durumu), değer sıfıra eşit ise rassal dağılım ve herhangi kümelenmenin mevcut olmadığı, sıfırdan küçük olduğu değerlerde ise yüksek ve alçak değerler iç içe geçmiş sonucuna varılmaktadır. Alınan sonuçların rassal bir dağılımdan gelip gelmediğini sonucun tesadüfen oluşup oluşmadığını test etmek için Z-Score testi gerçekleştirilmektedir (4.5).

(4.5)

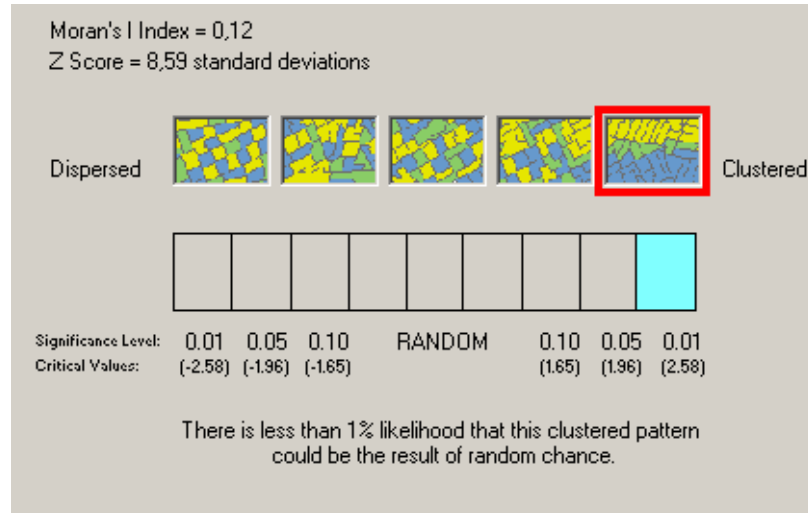
Rassal dağılımın beklenen istatistik değerlerini, varyansı hesaplayarak beklenen istatistik değeri gözlemlenen çıkardıktan sonra varyansın kareköküne bölünmesi ile hesaplanmaktadır.

Yapılan hesaplamalar sonucunda Avrupa ve Anadolu yakaları için Moran's I indeksi hesaplanmış ve Şekil 4.18 ve Şekil 4.19'daki sonuçlara ulaşılmıştır.



**Şekil 4.18:** Avrupa yakası Moran's I İndeks ve Z Score değerleri.

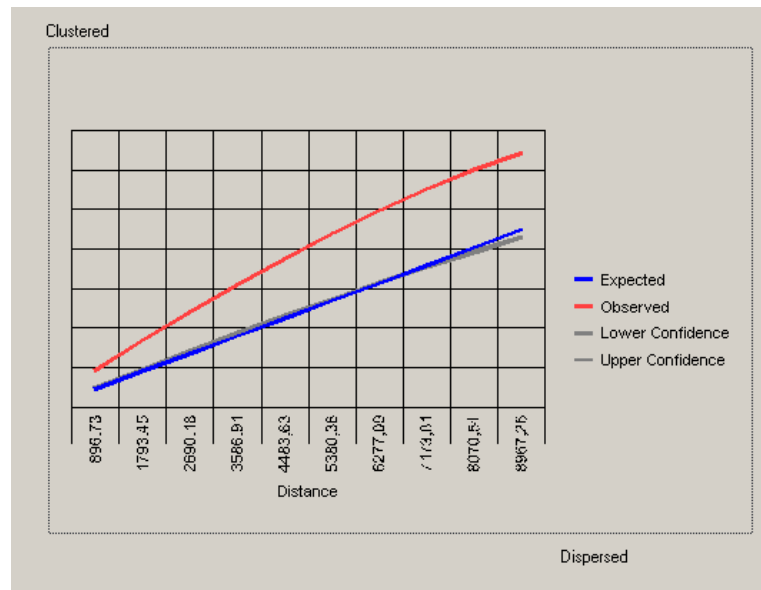
Hesaplanan sonucun Avrupa Yakası için 0.33 olarak ortaya çıkması, konut fiyatlarının kümелendiğini ve Z Score değerinin 2,58 kritik eşiğin çok üstünde 157.8 olması bu dağılımın rastlantı sonucu ortaya çıkmadığını göstermektedir.



**Şekil 4.19:** Anadolu yakası Moran'I Indeks ve Z Score değerleri.

Hesaplanan sonucun Anadolu Yakası için 0,12 olarak ortaya çıkması konut fiyatlarının Avrupa Yakasında olduğu gibi kümелendiğini ve Z Score değerinin de 8,59 olması bunun bir rastlantı sonucu ortaya çıkmadığını göstermektedir.

İki yakanın değerlerini karşılaştırdığımızda ise 0,33 değerine karşılık 0,12 Anadolu yakasındaki konutların yüksek değerli ve düşük değerli olanlarının daha fazla yan yana olduğunu ve dağılımın ise neredeyse normal dağılım varsayımları içerisinde kalacak kadar düşük değerlerde olduğu tespit edilmiştir. Benzer biçimde Ripley-K fonksiyonu da gözlemlerin beklenen ve gerçekleşen değerleri üzerinden oluşan grafikte mekansal otokorelasyon olduğuna işaret etmektedir (Şekil 4.20).



**Şekil 4.20:** Ripley-K fonksiyonu dağılımı.

### 4.5.3 Mekansal etkileşim çizelgesi

Veriler üzerinde kümelenme testleri yapıldıktan sonra mekansal regresyon analizine geçmeden önce konut fiyatları arasındaki etkileşimi ağırlık Çizelgeleri üzerinden düzenlenmesi gerekmektedir. Satış işlemi yapılan konutlar çevrelerindeki konutlardan etkilenmektedirler. Fakat bu etkilenmenin bir mekansal sınırı için uzaklık arttıkça etkilenmenin de azaldığı varsayımı ile uzaklıklar arttıkça bu etkilenmenin daha da azalması için uzaklıkla ters orantılı ve uzaklığın karesi ile ters orantılı ağırlık matrisleri hazırlanmıştır (Çizelge 4.7).

**Çizelge 4.7:** Ağırlık matrisi örnek çizelgesi.

|   |   | A        | B         | C         |
|---|---|----------|-----------|-----------|
|   | A | 0        | 350       | 515       |
|   | B | 350      | 0         | 357       |
|   | C | 515      | 357       | 0         |
| — | A | 0        | 0,0028    | 0,0019    |
|   | B | 0,0028   | 0         | 0,0028    |
|   | C | 0,0019   | 0,0028    | 0         |
| — | A | 0        | 0,000008  | 0,0000038 |
|   | B | 0,000008 | 0         | 0,0000078 |
|   | C | 0,000008 | 0,0000078 | 0         |

### 4.6 Mekansal Regresyon Analizi

Yapılan testler ve oluşturulan ağırlık matrisleri sonrasında Mekansal Regresyon denklemini oluşturacak olan bileşenler 3 ana başlık altında toplanmıştır. Bunlar Konutun Fiziksel Özellikleri, Konutun Çevresel Özellikleri ve Satış Yapılan Yıl olarak gruplandırılmışlardır.

Mekansal Regresyon analizi çerçevesinde elde edilen verilerin özeti incelendiğinde Ln tabanındaki fiyatların 170.000 ortalamaya sahip olduğu konutların oda sayısının 2,75 ve ortalama metrekare'nin 122 olduğu saptanmıştır. Konutların çoğunluğunun Kombi ısıtma sisteminin kullandığı % 82 ve ortalama yaşının 11.58 yıl olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.8).

**Çizelge 4.8:** Konut fiziksel özellikleri ortalama ve standart sapma değerleri.

|         | Ortalama | Std. Spm<br>Deviation | Açıklama                                      |
|---------|----------|-----------------------|-----------------------------------------------|
| PRC_LN  | 12,0783  | ,4528                 | Konut Satış Fiyatı Ln Tabanında               |
| ROOM    | 2,75     | ,793                  | Oda Sayısı                                    |
| AGE     | 11,58    | 11,041                | Konut Yaşı                                    |
| FLOOR   | 2,98     | 2,010                 | Bulunduğu Kat                                 |
| HEAT    | ,18      | ,384                  | =1 eğer merkezi ısıtma varsa, 0 Kombi         |
| SQMT    | 122,76   | 39,916                | Konut Alanı Metrekare                         |
| CARPARK | ,46      | ,498                  | =1 konut Araç parkı var ise, 0 yok ise        |
| SEAVIEW | ,21      | ,407                  | =1 Konut Deniz Manzaralı ise, 0 yok ise       |
| BFLOOR  | 5,34     | 2,391                 | Binanın toplam kat sayısı                     |
| BATH    | 1,26     | ,478                  | Konuttaki Banyo Sayısı                        |
| SEATR   | ,03      | ,159                  | =1 Kamu Ulaşımı var ise, 0 yok ise            |
| ELAV    | ,43      | ,495                  | =1 Konutta Asansör var ise, 0 yok ise         |
| SECU    | ,45      | ,498                  | =1 Konutta Güvenlik var ise, 0 yok ise        |
| GENERA  | ,07      | ,253                  | =1 Konutta Jeneratör var ise, 0 yok ise       |
| BALCO   | ,71      | ,454                  | =1 Konutta Balkon var ise, 0 yok ise          |
| H_TYPE  | 2,58     | ,866                  | Konut tipi 3 Çok Katlı , 2 Müstakil , 1 Ayrık |

Çizelge 4.9'daki Konutun Çevresel özellikleri incelendiğinde mekansal olarak birçok hesaplama yapılabilmektedir. Çevreyollarına uzaklık hesabı daha sonra civarından yol geçen ama ulaşım imkanı olmayan konutlar için anlamlı sonuçlar vermeyeceği göz önüne alınarak otoyol bağlantı noktalarına yakınlık olarak tekrar hesaplanmıştır.

**Çizelge 4.9:** Konutun çevresel özellikleri.

|          | Ortalama   | Std.Sapma<br>Deviation | Açıklama                                              |
|----------|------------|------------------------|-------------------------------------------------------|
| X        | 416879,05  | 12917,053              | Konutun X Koordinatları                               |
| Y        | 4542992,38 | 7230,896               | Konutun Y Koordinatları                               |
| DST_PORT | 4822,65    | 3087,921               | En yakın Deniz Ulaşımına Uzaklık (Metre)              |
| DST_GREN | 2517,84    | 3104,713               | En Yakın Aktif Yeşil Alana Uzaklık (Metre)            |
| DST_FLT  | 16417,85   | 4943,436               | En Yakın Jeolojik Fay Hattına Uzaklık (Metre)         |
| DST_ADM  | 4013,23    | 3357,310               | En Yakın Kamu Binasına Uzaklık (Metre)                |
| DST_HWY  | 1539,29    | 1749,751               | En Yakın Çevreyolu Bağlantı Noktasına Uzaklık (Metre) |

Çizelge 4.10 zaman değişkenleri çizelgesinde görüldüğü gibi 2001- 2007 yılları arasında 3'er aylık periyotlar halinde kukla değişkenler olarak düzenlenen veriler regresyon modeline dahil edilmiştir.

**Çizelge 4.10:** Zaman değişkenleri.

|     | Ortalama | Std.Sapma | Açıklama                                |
|-----|----------|-----------|-----------------------------------------|
| Q1  | ,01      | ,098      | Zaman Değişkeni=1 eğer 2001 q1, yoksa 0 |
| Q2  | ,01      | ,093      | Zaman Değişkeni=1 eğer 2001 q2, yoksa 0 |
| Q3  | ,01      | ,105      | Zaman Değişkeni=1 eğer 2001 q3, yoksa 0 |
| Q4  | ,01      | ,109      | Zaman Değişkeni=1 eğer 2001 q4, yoksa 0 |
| Q5  | ,02      | ,143      | Zaman Değişkeni=1 eğer 2002 q1, yoksa 0 |
| Q6  | ,01      | ,102      | Zaman Değişkeni=1 eğer 2002 q2, yoksa 0 |
| Q7  | ,02      | ,140      | Zaman Değişkeni=1 eğer 2002 q3, yoksa 0 |
| Q8  | ,02      | ,134      | Zaman Değişkeni=1 eğer 2002 q4, yoksa 0 |
| Q9  | ,02      | ,138      | Zaman Değişkeni=1 eğer 2003 q1, yoksa 0 |
| Q10 | ,03      | ,159      | Zaman Değişkeni=1 eğer 2003 q2, yoksa 0 |
| Q11 | ,03      | ,162      | Zaman Değişkeni=1 eğer 2003 q3, yoksa 0 |
| Q12 | ,01      | ,105      | Zaman Değişkeni=1 eğer 2003 q4, yoksa 0 |
| Q13 | ,03      | ,174      | Zaman Değişkeni=1 eğer 2004 q1, yoksa 0 |
| Q14 | ,03      | ,171      | Zaman Değişkeni=1 eğer 2004 q2, yoksa 0 |
| Q15 | ,02      | ,135      | Zaman Değişkeni=1 eğer 2004 q3, yoksa 0 |
| Q16 | ,02      | ,125      | Zaman Değişkeni=1 eğer 2004 q4, yoksa 0 |
| Q17 | ,03      | ,159      | Zaman Değişkeni=1 eğer 2005 q1, yoksa 0 |
| Q18 | ,05      | ,218      | Zaman Değişkeni=1 eğer 2005 q2, yoksa 0 |
| Q19 | ,01      | ,110      | Zaman Değişkeni=1 eğer 2005 q3, yoksa 0 |
| Q20 | ,04      | ,187      | Zaman Değişkeni=1 eğer 2005 q4, yoksa 0 |
| Q21 | ,03      | ,181      | Zaman Değişkeni=1 eğer 2006 q1, yoksa 0 |
| Q22 | ,02      | ,140      | Zaman Değişkeni=1 eğer 2006 q2, yoksa 0 |
| Q23 | ,02      | ,150      | Zaman Değişkeni=1 eğer 2006 q3, yoksa 0 |
| Q24 | ,05      | ,208      | Zaman Değişkeni=1 eğer 2006 q4, yoksa 0 |
| Q25 | ,05      | ,209      | Zaman Değişkeni=1 eğer 2007 q1, yoksa 0 |
| Q26 | ,02      | ,143      | Zaman Değişkeni=1 eğer 2007 q2, yoksa 0 |
| Q27 | ,05      | ,227      | Zaman Değişkeni=1 eğer 2007 q3, yoksa 0 |
| Q28 | ,04      | ,198      | Zaman Değişkeni=1 eğer 2007 q4, yoksa 0 |

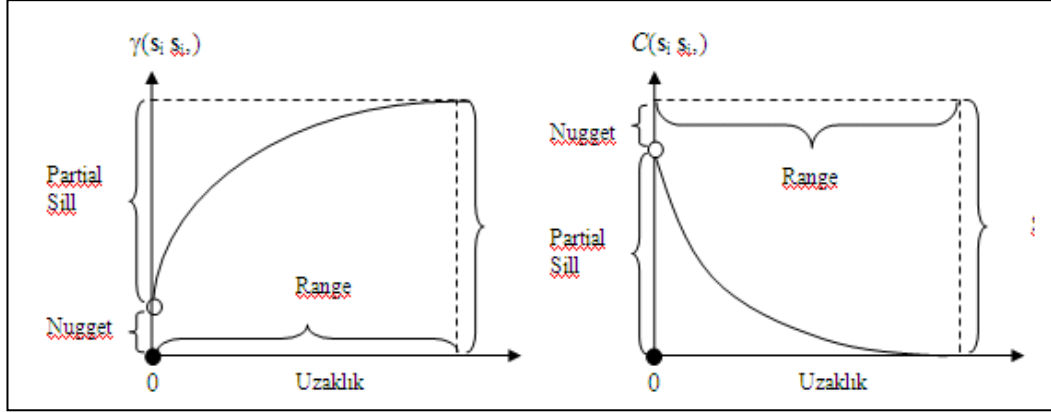
#### 4.6.1 Mekansal otokorelasyon

Veriler içerisindeki Mekansal etkileşimi modelde tespit ettikten sonra bunu giderebilmek için literatür’de kullanılan düzeltme işlemlerine geçilmiştir. Konutun satış fiyatını çevresindeki konutlardan etkilendiğini ve bu kümelenmenin rassal olmadığını ve bu Otokorelasyonu gidermek için semivariogramların kullanımı literatürdeki genel kullanım biçimi olarak tespit edilmiştir. Genel tanımı ile konutların fiyatları çevredeki konutlardan etkilenmekte ve belirli bir uzaklıktan sonra bu etkilenme azalmakta ve yok olmaktadır. Semivariogramların tanımı (4.6):

$$Y(s_i, s_j) = \frac{1}{2} \text{var}(Z(s_i) - Z(s_j)), \quad (4.6)$$



var varyansı tanımlamaktadır. Eğer iki lokasyon  $s_i$  ve  $s_j$ , birbirlerine uzaklık  $d(s_i, s_j)$  olarak yakın iseler, benzer olmaları beklenmektedir. Bu değerlerin ,  $Z(s_i) - Z(s_j)$ , ufak olmasını sağlamaktadır. Fakat  $s_i$  ve  $s_j$  birbirlerinden uzaklaştıkça, benzer olmaları azalacak, ve farkları artmaya başlayacak ki,  $Z(s_i) - Z(s_j)$ , değerleri yükselecektir. Şekil 4.21 tipik bir semivariogramın biçimini ortaya koymaktadır.



**Şekil 4.21:** Semivariogram şeması.

Buradaki Kovaryans fonksiyonu (4.7):

$$C(s_i, s_j) = \text{cov}(Z(s_i), Z(s_j)), \quad (4.7)$$

cov kovaryansı tanımlamaktadır. Kovaryans korelasyonun ölçekli bir versiyonu olarak görülebilir. Eğer iki lokasyon,  $s_i$  ve  $s_j$ , birbirlerine yakın iseler, benzer olmaları beklenmekte, ve kovaryansları (korelasyonları) büyük olmaktadır.  $s_i$  ve  $s_j$  birbirlerinden uzaklaştıkça, benzerlikleri azalmakta, ve kovaryansları sıfır olmaktadır.

#### 4.6.2 Mekansal regresyon modeli

Mekansal regresyon modelinde coğrafi olarak ağırlıklandırılmış katsayılar üzerinden regresyon alınmaktadır. Mekansal Ağırlıklı Regresyon modelinde katlı regresyon modelinde kullanılan (4.8)

$$(4.8)$$

Y bağımlı değişken,  $x_1$  ve  $x_2$  bağımsız değişkenler ve  $\beta_0 \beta_1 \beta_2$  kestirim parametreleri ve  $\varepsilon$  rassal hata terimlerini oluşturmakta ve normal dağılım varsayımını

sağlamaktadır. Bu varsayımların coğrafi veri üzerinde sağlanamayacağı yaklaşımı ile model parametreleri lokal olarak şu şekilde ifadelendirilmektedir **(4.9)**.

**(4.9)**

formülde yer alan (g) o lokasyonda yer alan konut için parametre vektörünü tanımlamaktadır. Doğrusal regresyon için parametreleri EKK yöntemi ile şu şekilde hesaplanır iken **(4.10)**

**(4.10)**

Mekansal Regresyon’da ise bu ağırlıklandırma şeması ile çözülmüştür.

**(4.11)**

Bu ağırlık matrisine göre  $W(g)$  konutun yakınındaki diğer konutlardan etkilenmesinin derecesi de uzaktakilerden daha fazla olmaktadır. Ağırlık hesaplamalarında kullanılan farklı formüller mevcuttur. Etkilenmenin uzaklık arttıkça hızla azaldığı uzaklığın karesi ile ters orantılı matrisler bu regresyon analizinde kullanılmıştır.

#### 4.6.3 Model sonuçları

İstatistiksel testler ve varsayımlar ortaya konduktan sonra konut fiyat indeksi modeli için sonuçlara alınmış ve ortaya konmuştur. Mekansal istatistik kullanılarak ortaya konan sonuçlar karşılaştırmalı olarak bu bölümde irdelenecek ve ardından katsayıların yorumları modelle birlikte değerlendirilecektir.

Çizelge 4.11’deki Regresyon modelinde R kare değeri 0,533 düzeltilmiş R kare değeri 0,528 ve standart hata terimi 0.31 olarak sonuçlanmıştır. Önemli olarak ortaya çıkan durum Durbin-Watson değerinin 1.780 ile veriler arasında otokorelasyon’un azaldığına işaret etmektedir.

**Çizelge 4.11:** Regresyon modeli.

| R     | R Kare | Düzeltilmiş R Kare | Tahmin’in Standart Hatası | F Değişimi | Durbin-Watson |
|-------|--------|--------------------|---------------------------|------------|---------------|
| 0,730 | 0,533  | 0,528              | 0,310                     | 0          | 1,780         |

Modelin Anova değerleri incelendiğinde Regresyonun 580.717 artık değerlerin (Residual) 506.975 olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.12). Modelin açıklama gücü ve artık değerleri birbirine çok yakın sonuçlar olsa da bir sonraki hata terimleri dağılım Çizelgesinde istenen varsayımları sağladığı tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.12: ANOVA değerleri.**

| Model 1     | Toplam Kareler | df   | Ortalama Kareler | F       | Sig. |
|-------------|----------------|------|------------------|---------|------|
| Regresyon   | 580,717        | 59   | 9,842            | 101,829 | 0    |
| Artık Terim | 506,975        | 5245 | 0,096            |         |      |
| Toplam      | 1087,693       | 5304 |                  |         |      |

Çizelge 4.13’de yer alan Artık Değer istatistikleri incelendiğinde standart artık terimin dağılımı 0.994 ve tahmin edilen standart değer ortalamasının 0 olması varsayımın sağlandığına ve hata terimlerinin dağılımının normal dağıldığına işaret etmektedir. Model bu noktada tüm değerler için normal dağılım varsayımındaki şartları sağlamaktadır.

**Çizelge 4.13: Artık değer istatistikleri.**

| Artık Değer İstatistikleri | Minimum | Maksimum | Ortalama | Std. Sapma | Sayı |
|----------------------------|---------|----------|----------|------------|------|
| Tahmin Değeri              | 11,040  | 12,971   | 12,077   | 0,330      | 5313 |
| Artık Değer                | -0,943  | 0,884    | -0,000   | 0,309      | 5313 |
| Standart Tahmin Değeri     | -3,137  | 2,700    | -0,002   | 0,999      | 5313 |
| Standart Artık Değer       | -3,033  | 2,844    | -0,000   | 0,994      | 5313 |

Çizelge 4.14’de yer alan Katsayılar (Coefficients) çizelgesinde modelin tanımladığı değişkenleri ve etki değerleri sıralanmaktadır. Dikkati çeken değerler olarak deniz manzarasının değeri 0.36 etkilediğini fakat significant değişkeni bakımından çok geniş bir spektrumda hata payı olduğu ortaya çıkmaktadır. Bunun boğaz manzarası ile deniz manzarasının aynı değişkende sınırlanması olarak ifadelendirilebilir. Modelin ilerleyen safhalarında bu ayrımın nasıl değişkenlik gösterdiği daha iyi ifadelendirilecektir. Uzaklık değişkenlerinden otoyol erişim noktalarına uzaklık arttıkça değer de artmaktadır sonucu yine beklenenden farklı biçimde pozitif çıkmıştır. Kamu binalarına ve aktif yeşil alanlara uzaklık azaldıkça değer artmaktadır.

**Çizelge 4.14:** Model katsayı çizelgesi.

| Coefficients |            | Unstandardized | Std.  | Standardized | t      | Sig   |
|--------------|------------|----------------|-------|--------------|--------|-------|
| 1            | (Constant) | -4,961         | 3,593 |              | -1,380 | 0,000 |
|              | ROOM       | 0,009          | 0,009 | 0,034        | 2,189  | 0,028 |
|              | AGE        | 0,001          | 0,000 | 0,027        | 2,481  | 0,000 |
|              | FLOOR      | -0,001         | 0,002 | -0,005       | -0,522 | 0,051 |
|              | HEAT       | -0,184         | 0,023 | -0,156       | -1,976 | 0,004 |
|              | LAND       | 0,042          | 0,014 | 0,029        | 2,862  | 0,004 |
|              | SQMT       | 0,013          | 0,000 | 0,028        | 1,761  | 0,048 |
|              | CARPARK    | 0,041          | 0,012 | 0,046        | 3,431  | 0,000 |
|              | SEAVIEW    | 0,166          | 0,023 | 0,328        | 2,355  | 0,003 |
|              | BFLOOR     | -0,002         | 0,002 | -0,014       | -1,139 | 0,004 |
|              | BATH       | 0,017          | 0,010 | 0,018        | 1,604  | 0,008 |
|              | METRO      | 0,024          | 0,011 | 0,022        | 2,110  | 0,034 |
|              | PUBLIC     | -0,022         | 0,011 | -0,021       | -2,073 | 0,038 |
|              | ELAV       | 0,028          | 0,012 | 0,030        | 2,297  | 0,021 |
|              | SECU       | -0,004         | 0,011 | -0,016       | -1,239 | 0,015 |
|              | GENERA     | 0,052          | 0,019 | 0,029        | 2,700  | 0,006 |
|              | SHOP       | 0,022          | 0,019 | 0,012        | 1,159  | 0,006 |
|              | INDUST     | -0,071         | 0,023 | -0,032       | -3,074 | 0,002 |
|              | BALCO      | -0,007         | 0,010 | -0,017       | -1,716 | 0,006 |
|              | Q1         | -0,175         | 0,045 | -0,038       | -3,901 | 0,005 |
|              | Q2         | -0,104         | 0,047 | -0,021       | -2,230 | 0,025 |
|              | Q3         | -0,096         | 0,042 | -0,022       | -2,277 | 0,022 |
|              | Q4         | -0,062         | 0,040 | -0,015       | -1,548 | 0,021 |
|              | Q5         | -0,057         | 0,032 | -0,018       | -1,790 | 0,003 |
|              | Q6         | -0,054         | 0,043 | -0,012       | -1,257 | 0,008 |
|              | Q7         | 0,035          | 0,031 | 0,010        | 1,113  | 0,005 |
|              | Q8         | 0,109          | 0,033 | 0,032        | 3,305  | 0,000 |
|              | Q9         | -0,099         | 0,032 | -0,030       | -3,069 | 0,002 |
|              | Q10        | 0,022          | 0,028 | 0,007        | 0,794  | 0,027 |
|              | Q11        | -0,047         | 0,027 | -0,016       | -1,701 | 0,008 |
|              | Q12        | 0,089          | 0,041 | 0,020        | 2,153  | 0,031 |
|              | Q13        | 0,067          | 0,026 | 0,025        | 2,577  | 0,009 |
|              | Q14        | -0,029         | 0,026 | -0,011       | -1,109 | 0,007 |
|              | Q15        | 0,012          | 0,032 | 0,003        | 0,389  | 0,007 |
|              | Q16        | 0,051          | 0,035 | 0,014        | 1,426  | 0,053 |
|              | Q17        | -0,036         | 0,028 | -0,012       | -1,269 | 0,004 |
|              | Q18        | 0,023          | 0,021 | 0,011        | 1,095  | 0,003 |
|              | Q19        | 0,012          | 0,040 | 0,002        | 0,301  | 0,003 |
|              | Q20        | -0,047         | 0,024 | -0,019       | -1,956 | 0,050 |
|              | Q21        | 0,004          | 0,024 | 0,001        | 0,173  | 0,002 |
|              | Q22        | -0,042         | 0,031 | -0,013       | -1,343 | 0,009 |
|              | Q23        | -0,021         | 0,029 | -0,006       | -0,706 | 0,000 |
|              | Q24        | 0,033          | 0,022 | 0,015        | 1,522  | 0,027 |
|              | Q25        | -0,008         | 0,022 | -0,003       | -0,383 | 0,001 |
|              | Q26        | -0,078         | 0,031 | -0,024       | -2,482 | 0,013 |
|              | Q27        | 0,005          | 0,020 | 0,002        | 0,288  | 0,073 |
|              | Q28        | 0,011          | 0,023 | 0,005        | 0,500  | 0,016 |
|              | DST_HWY    | 5,796          | 2,490 | 0,022        | 2,332  | 0,019 |
|              | X          | -1,994         | 5,420 | -0,056       | -3,679 | 0,000 |
|              | Y          | 3,924          | 7,750 | 0,062        | 5,062  | 0,007 |
|              | DST_PRT    | -3,952         | 2,060 | -0,269       | -3,738 | 0,043 |
|              | DST_GRN    | -2,967         | 2,450 | -0,203       | -2,131 | 0,030 |
|              | DST_FLT    | 3,389          | 1,040 | 0,037        | 3,253  | 0,001 |
|              | DST_ADM    | -1,210         | 1,320 | -0,089       | -2,171 | 0,050 |
|              | H_TYPE     | 0,037          | 0,007 | 0,072        | 1,197  | 0,007 |

Modellenen mekansal regresyon ile elde edilen sonuçlar daha önce İstanbul için yapılan çalışmalarda elde edilen verilere ek olarak mekansal olarak konutların etkileşimini, çevresel faktörlere olan ilişkisini ortaya koymuştur. Bu açıdan daha kapsamlı sonuçlar elde edilebilmesine olanak sağlamıştır.

#### 4.6.4 Avrupa yakası regresyon sonuçları

Avrupa yakası için ayrı olarak yapılan Mekansal Regresyon testi öncesinde ele alınan değişkenlerin ortalama değerleri ve standart sapmaları ile ilgili veriler Çizelge 4.15’de verilmiştir.

**Çizelge 4.15:** Konut özellikleri ortalama değerleri.

| Değişkenler | Ortalama | Std.Sapma | Sayı |
|-------------|----------|-----------|------|
| LNPRICE     | 11,9585  | ,4954     | 2952 |
| ROOM        | 2,73     | ,847      | 2952 |
| AGE         | 13,35    | 11,690    | 2952 |
| FLOOR       | 2,99     | 1,855     | 2952 |
| HEAT        | ,18      | ,387      | 2952 |
| SQMT        | 123,40   | 43,745    | 2952 |
| CARPARK     | ,38      | ,486      | 2952 |
| SEAVIEW     | ,23      | ,422      | 2952 |
| BFLOOR      | 5,18     | 2,079     | 2952 |
| BATH        | 1,25     | ,481      | 2952 |
| ELAV        | ,21      | ,492      | 2952 |
| SECU        | ,14      | ,496      | 2952 |
| GENERA      | ,09      | ,285      | 2952 |
| DST_HWY     | 1597,12  | 1800,273  | 2952 |
| X_NEW       | 413,82   | 12,273    | 2952 |
| Y_NEW       | 454,41   | ,663      | 2952 |
| DST_PORT    | 4454,92  | 3068,833  | 2952 |
| DST_GREN    | 1929,76  | 2880,465  | 2952 |
| DST_FLT     | 16802,12 | 5245,914  | 2944 |
| DST_ADM     | 4053,72  | 3337,289  | 2942 |
| H_TYPE      | 2,75     | ,863      | 2952 |

Avrupa yakasında yer alan konutların ortalama fiyatlarının 162.750 TL olduğu tespit edilmiştir. Bu ortalama değer İstanbul ve Anadolu yakası ortalamasından daha yüksektir. Bunun sebebinin kentin ana MIA bölgesine olan yakınlık ve kamu servislerinin yüksek oluşu etkilemiştir. TUIK konut çalışmalarında İstanbul ili içerisinde konut dağılımının %63 Avrupa yakası, %35 Anadolu yakasında toplandığı ilan edilmiştir. Ortalama Oda sayısı 2.73 ile İstanbul ortalamasından daha yüksek benzer şekilde Metrekare değeri de 123.40 ile daha büyük konutların olduğu bir yapı

tespit edilmiştir. Konutların % 18 inde merkezi ısıtma sistemi, %38 inde otomobil park yeri, %23 ünde deniz manzarası, %14 ünde güvenlik ve %9 unda ise jeneratör bulunmaktadır. Satışı yapılan konutların aylara göre dağılımı incelendiğinde homojen bir yapı tespit edilmiştir (Çizelge 4.16).

**Çizelge 4.16:** Satışı yapılan konutların 3'er aylık dönemlerdeki dağılımı.

| Zaman Periyodu | Yüzde Oranı | Oranı | Toplam Gözlem |
|----------------|-------------|-------|---------------|
| Q1             | ,02         | ,132  | 2952          |
| Q2             | ,02         | ,125  | 2952          |
| Q3             | ,01         | ,104  | 2952          |
| Q4             | ,01         | ,101  | 2952          |
| Q5             | ,01         | ,102  | 2952          |
| Q6             | ,01         | ,118  | 2952          |
| Q7             | ,04         | ,186  | 2952          |
| Q8             | ,03         | ,178  | 2952          |
| Q9             | ,00         | ,069  | 2952          |
| Q10            | ,04         | ,198  | 2952          |
| Q11            | ,01         | ,102  | 2952          |
| Q12            | ,02         | ,141  | 2952          |
| Q13            | ,06         | ,230  | 2952          |
| Q14            | ,02         | ,132  | 2952          |
| Q15            | ,03         | ,180  | 2952          |
| Q16            | ,03         | ,164  | 2952          |
| Q17            | ,01         | ,103  | 2952          |
| Q18            | ,09         | ,279  | 2952          |
| Q19            | ,01         | ,101  | 2952          |
| Q20            | ,05         | ,220  | 2952          |
| Q21            | ,03         | ,164  | 2952          |
| Q22            | ,01         | ,102  | 2952          |
| Q23            | ,01         | ,113  | 2952          |
| Q24            | ,07         | ,263  | 2952          |
| Q25            | ,05         | ,224  | 2952          |
| Q26            | ,01         | ,102  | 2952          |
| Q27            | ,09         | ,283  | 2952          |
| Q28            | ,04         | ,196  | 2952          |

Çizelge 4.17' de Avrupa yakası için regresyon sonuçlarında mekansal özelliklerin yer alması bütün olarak yapılan regresyona sonucuna göre daha yüksek oranda R kare (0.92) değeri sağlamıştır. Durbin-Watson değeri de 1.829 ile kabul edilebilir sınırlar içerisinde otokorelasyonun azaldığını ortaya koymaktadır. Regresyon toplam kareler değerinde 665,867 ve significant değeri 0.000 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.18).

**Çizelge 4.17:** Avrupa yakası regresyon sonuçları.

| R    | R Kare | Düzeltilmiş R Kare | Tahmin'in Standart Hatası | F Değişimi | Durbin-Watson |
|------|--------|--------------------|---------------------------|------------|---------------|
| ,961 | ,924   | ,923               | ,1372                     | 0,000      | 1,829         |

**Çizelge 4.18:** Model artık değerleri.

| Model       | Toplam Kareler | df   | Ortalama Kareler | F       | Sig. |
|-------------|----------------|------|------------------|---------|------|
| Regresyon   | 665,867        | 43   | 15,485           | 821,783 | ,000 |
| Artık Terim | 54,458         | 2890 | ,019             |         |      |
| Toplam      | 720,325        | 2933 |                  |         |      |

Avrupa yakası regresyon sonuçlar incelendiğinde metrekarenin oda sayısından daha yüksek oranda (0.007-0.017) değere etki ettiği tespit edilmiştir. Ayrıca deniz manzarasının ve otomobil park yerinin tüm İstanbul'u kapsayan regresyona göre değere etkisi daha fazla olduğu ortaya konmuştur. Mekansal özellikler ele alındığında konutun bulunduğu koordinatlardan X, değerli konutların kent merkezinden uzaklaştıkça yani Bakırköy Yeşilköy hattında daha fazla olduğu, Y konutların fiyatının kuzeye gidildikçe daha da arttığı gözlenmiştir. Bu değişkenlerden boğaz hattı üzerindeki konutların yüksek değerleri etkili olduğu söylenebilir. Ayrıca deniz ulaşımına uzaklık daha da değeri etkileyen bir biçimde ortaya çıkmaktadır. Çevre yollarına uzaklık arttıkça değerin artması da ulaşım hatlarının çevresel kirlilik ve gürültü faktörleri ile açıklanabilmektedir. Yeşil alanlara ve kamu hizmet binalarına uzaklık azaldıkça konut değerinin yükseldiği tespit edilmiştir. Model artık değerleri tablosunda standart tahmin ve standart artık değer ortalaması 0 ve standart sapması 1'e yakın değerler olarak bulunmuştur (Çizelge 4.19, Çizelge 4.20).

**Çizelge 4.19:** Avrupa yakası regresyon katsayıları.

| <b>Coefficients</b> | <b>Unstandardized Coefficients</b> | <b>Std. Error</b> | <b>Standardized Coefficients</b> | <b>t</b> | <b>Sig</b> |
|---------------------|------------------------------------|-------------------|----------------------------------|----------|------------|
| (Constant)          | -5,060                             | 0,493             |                                  | -4,381   | 0,067      |
| ROOM                | 0,007                              | 0,009             | 0,044                            | 2,183    | 0,028      |
| AGE                 | 0,001                              | 0,000             | 0,027                            | 3,483    | 0,013      |
| FLOOR               | -0,003                             | 0,002             | -0,005                           | -0,524   | 0,061      |
| HEAT                | -0,164                             | 0,023             | -0,156                           | -2,975   | 0,064      |
| LAND                | 0,046                              | 0,014             | 0,029                            | 2,866    | 0,004      |
| SQMT                | 0,017                              | 0,000             | 0,028                            | 1,763    | 0,058      |
| CARPARK             | 0,056                              | 0,012             | 0,046                            | 3,435    | 0,000      |
| SEAVIEW             | 0,386                              | 0,023             | 0,328                            | 1,355    | 0,043      |
| BFLOOR              | -0,001                             | 0,002             | -0,014                           | -2,136   | 0,054      |
| BATH                | 0,022                              | 0,010             | 0,018                            | 1,603    | 0,005      |
| METRO               | 0,028                              | 0,051             | 0,022                            | 2,116    | 0,034      |
| PUBLIC              | -0,021                             | 0,011             | -0,021                           | -2,075   | 0,038      |
| ELAV                | 0,026                              | 0,012             | 0,030                            | 2,296    | 0,021      |
| SECU                | 0,006                              | 0,011             | -0,016                           | -1,232   | 0,015      |
| GENERA              | 0,055                              | 0,019             | 0,029                            | 2,703    | 0,006      |
| SHOP                | 0,028                              | 0,019             | 0,012                            | 1,155    | 0,046      |
| INDUST              | -0,091                             | 0,023             | -0,032                           | -3,075   | 0,002      |
| BALCO               | -0,005                             | 0,010             | -0,017                           | -1,716   | 0,076      |
| Q1                  | -0,165                             | 0,045             | -0,038                           | -3,907   | 0,005      |
| Q2                  | -0,102                             | 0,047             | -0,021                           | -2,232   | 0,025      |
| Q3                  | -0,086                             | 0,042             | -0,022                           | -2,274   | 0,022      |
| Q4                  | -0,072                             | 0,040             | -0,015                           | -1,545   | 0,021      |
| Q5                  | -0,067                             | 0,032             | -0,018                           | -1,796   | 0,073      |
| Q6                  | -0,044                             | 0,043             | -0,012                           | -1,257   | 0,008      |
| Q7                  | 0,045                              | 0,031             | 0,010                            | 1,117    | 0,065      |
| Q8                  | 0,209                              | 0,033             | 0,032                            | 3,308    | 0,000      |
| Q9                  | -0,089                             | 0,032             | -0,030                           | -3,062   | 0,002      |
| Q10                 | 0,032                              | 0,028             | 0,007                            | 0,793    | 0,027      |
| Q11                 | -0,057                             | 0,027             | -0,016                           | -1,704   | 0,048      |
| Q12                 | 0,099                              | 0,041             | 0,020                            | 3,155    | 0,031      |
| Q13                 | 0,057                              | 0,026             | 0,025                            | 4,576    | 0,009      |
| Q14                 | -0,039                             | 0,026             | -0,011                           | -1,107   | 0,067      |
| Q15                 | 0,052                              | 0,032             | 0,003                            | 0,388    | 0,037      |
| Q16                 | 0,061                              | 0,035             | 0,014                            | 0,428    | 0,053      |
| Q17                 | -0,046                             | 0,028             | -0,012                           | -1,263   | 0,004      |
| Q18                 | 0,033                              | 0,021             | 0,011                            | 0,094    | 0,063      |
| Q19                 | 0,022                              | 0,040             | 0,002                            | 1,305    | 0,063      |
| Q20                 | -0,057                             | 0,024             | -0,019                           | -4,956   | 0,050      |
| Q21                 | 0,024                              | 0,024             | 0,001                            | 0,177    | 0,062      |
| Q22                 | -0,052                             | 0,031             | -0,013                           | -2,347   | 0,059      |
| Q23                 | -0,031                             | 0,029             | -0,006                           | -0,708   | 0,040      |
| Q24                 | 0,043                              | 0,022             | 0,015                            | 2,528    | 0,027      |
| Q25                 | -0,007                             | 0,022             | -0,003                           | -5,389   | 0,001      |
| Q26                 | -0,088                             | 0,031             | -0,024                           | -3,483   | 0,013      |
| Q27                 | 0,035                              | 0,020             | 0,002                            | 2,284    | 0,073      |
| Q28                 | 0,021                              | 0,023             | 0,005                            | 1,505    | 0,016      |
| DST_HWY             | 3,796                              | 2,490             | 0,022                            | 6,336    | 0,019      |
| X                   | -1,994                             | 5,420             | -0,056                           | -2,677   | 0,000      |
| Y                   | 3,924                              | 7,750             | 0,062                            | 4,068    | 0,047      |
| DST_PRT             | -4,952                             | 2,060             | -0,269                           | -1,718   | 0,083      |
| DST_GRN             | -2,967                             | 2,450             | -0,203                           | -2,141   | 0,030      |
| DST_FLT             | 5,389                              | 1,040             | 0,037                            | 5,255    | 0,001      |
| DST_ADM             | -2,210                             | 1,320             | -0,089                           | -4,176   | 0,050      |
| H_TYPE              | 0,047                              | 0,007             | 0,072                            | 2,197    | 0,007      |



**Çizelge 4.20:** Model artık değerler çizelgesi.

| Artık Değer İstatistikleri | Minimum | Maksimum | Ortalama | Std. Sapma | Sayı |
|----------------------------|---------|----------|----------|------------|------|
| Tahmin Değeri              | 10,6595 | 12,9867  | 11,9566  | ,47642     | 2952 |
| Artık Değer                | -,5418  | ,5803    | ,000318  | ,13621     | 2952 |
| Standart Tahmin Değeri     | -2,726  | 2,159    | -,003    | 1,000      | 2952 |
| Standart Artık Değer       | -3,948  | 4,228    | ,002     | ,992       | 2952 |

#### 4.6.5 Anadolu yakası regresyon sonuçları

Anadolu yakası için ayrı olarak yapılan Mekansal Regresyon testi öncesinde ele alınan değişkenlerin ortalama değerleri ve standart sapmaları ile ilgili veriler Çizelge 4.21’de verilmiştir.

**Çizelge 4.21:** Konut özellikleri ortalama değerleri.

| Değişkenler | Ortalama | Std.Sapma | Sayı |
|-------------|----------|-----------|------|
| LNPRICE     | 11,6507  | ,4291     | 2382 |
| ROOM        | 2,79     | ,719      | 2382 |
| AGE         | 9,38     | 9,743     | 2382 |
| FLOOR       | 2,96     | 2,186     | 2382 |
| HEAT        | ,18      | ,381      | 2382 |
| SQMT        | 121,96   | 34,581    | 2382 |
| CARPARK     | ,55      | ,498      | 2382 |
| SEAVIEW     | ,18      | ,384      | 2382 |
| BFLOOR      | 5,55     | 2,714     | 2382 |
| BATH        | 1,27     | ,475      | 2382 |
| ELAV        | ,45      | ,498      | 2382 |
| SECU        | ,47      | ,499      | 2382 |
| GENERA      | ,04      | ,203      | 2382 |
| DST_HWY     | 1467,60  | 1682,629  | 2382 |
| X_NEW       | 420,67   | 12,690    | 2382 |
| Y_NEW       | 454,16   | ,770      | 2382 |
| DST_PORT    | 5278,38  | 3051,144  | 2382 |
| DST_GREN    | 3246,65  | 3216,615  | 2382 |
| DST_FLT     | 15942,11 | 4496,955  | 2382 |
| DST_ADM     | 3963,06  | 3381,977  | 2382 |
| H_TYPE      | 2,38     | ,825      | 2382 |

Ortalama olarak konut fiyatlarının İstanbul genelinden ve Avrupa yakasından düşük olduğu tespit edilmiştir. Oda sayısının daha fazla olduğu fakat metrekare olarak daha küçük konutlarda pazarın şekillendiği ortaya konmuştur. Isıtma sisteminin büyük

oranda merkezi sistem olduğu ve otomobil parkının Avrupa yakasına göre daha fazla olduğu gözlenmiştir. Satışı yapılan konutların aylara göre dağılımı incelendiğinde homojen bir yapı tespit edilmiştir (Çizelge 4.22)

**Çizelge 4.22:** Anadolu yakası konutların 3'er aylık dönemlerdeki dağılımı.

| Zaman | Yüzde Oranı | Oranı | Sayı |
|-------|-------------|-------|------|
| Q1    | ,01         | ,101  | 2382 |
| Q2    | ,01         | ,102  | 2382 |
| Q3    | ,01         | ,108  | 2382 |
| Q4    | ,03         | ,162  | 2382 |
| Q5    | ,05         | ,211  | 2382 |
| Q6    | ,01         | ,076  | 2382 |
| Q7    | ,01         | ,105  | 2382 |
| Q8    | ,01         | ,103  | 2382 |
| Q9    | ,04         | ,191  | 2382 |
| Q10   | ,01         | ,089  | 2382 |
| Q11   | ,05         | ,212  | 2382 |
| Q12   | ,01         | ,102  | 2382 |
| Q13   | ,01         | ,106  | 2382 |
| Q14   | ,05         | ,209  | 2382 |
| Q15   | ,01         | ,051  | 2382 |
| Q16   | ,01         | ,035  | 2382 |
| Q17   | ,06         | ,234  | 2382 |
| Q18   | ,01         | ,076  | 2382 |
| Q19   | ,03         | ,163  | 2382 |
| Q20   | ,02         | ,133  | 2382 |
| Q21   | ,04         | ,199  | 2382 |
| Q22   | ,04         | ,206  | 2382 |
| Q23   | ,04         | ,184  | 2382 |
| Q24   | ,01         | ,091  | 2382 |
| Q25   | ,04         | ,190  | 2382 |
| Q26   | ,05         | ,212  | 2382 |
| Q27   | ,01         | ,115  | 2382 |
| Q28   | ,04         | ,201  | 2382 |

Avrupa Yakası regresyon sonuçlarına göre daha düşük R kare oranı elde edilmiştir. Bunun sebebi olarak mekansal olarak değer dağılımlarında Çizelge 4.23'de ortaya konulduğu üzere daha az oranda ayrılmaya gitmiş olmasıdır. Konut fiyatlarının çevresindeki konutlardan etkilenmesi ağırlık matrisinde daha heterojen dağılım

gösteren Anadolu yakasında R kare değerini azalmasına sebep olmuştur. Durbin-Watson değerinde ise yükselme saptanmıştır. Anadolu yakası artık değerleri incelendiğinde yüksek oranda regresyon toplam kareleri tespit edilmiştir (Çizelge 4.24)

**Çizelge 4.23:** Anadolu yakası regresyon sonuçları.

| R    | R Kare | Düzeltilmiş R Kare | Tahmin'in Standart Hatası | F Değişimi | Durbin-Watson |
|------|--------|--------------------|---------------------------|------------|---------------|
| ,940 | ,884   | ,882               | ,1471                     | 0,000      | 1, 916        |

**Çizelge 4.24:** Anadolu yakası artık değerler çizelgesi.

| Model       | Toplam Kareler | df   | Ortalama Kareler | F       | Sig. |
|-------------|----------------|------|------------------|---------|------|
| Regresyon   | 385,783        | 41   | 9,409            | 434,366 | ,000 |
| Artık Terim | 50,408         | 2327 | ,022             |         |      |
| Toplam      | 436,191        | 2368 |                  |         |      |

Anadolu yakası regresyon sonuçları incelendiğinde oda sayısının konut metrekaresi ile yakın oranlarda fiyatı etkilediği tespit edilmiştir. (0.010 / 0.011). konut yaşı ile ters orantılı olarak ortaya konan fiyatlarda otopark ve deniz manzarasının da önemli bir fiyat etkeni olduğu tespit edilmiştir. Artık değerler tablosu incelendiğinde de ortalaması 0 ve standart sapması 1 ile varsayımları karşıladığı ortaya konmuştur (Çizelge 4.25, Çizelge 4.26).

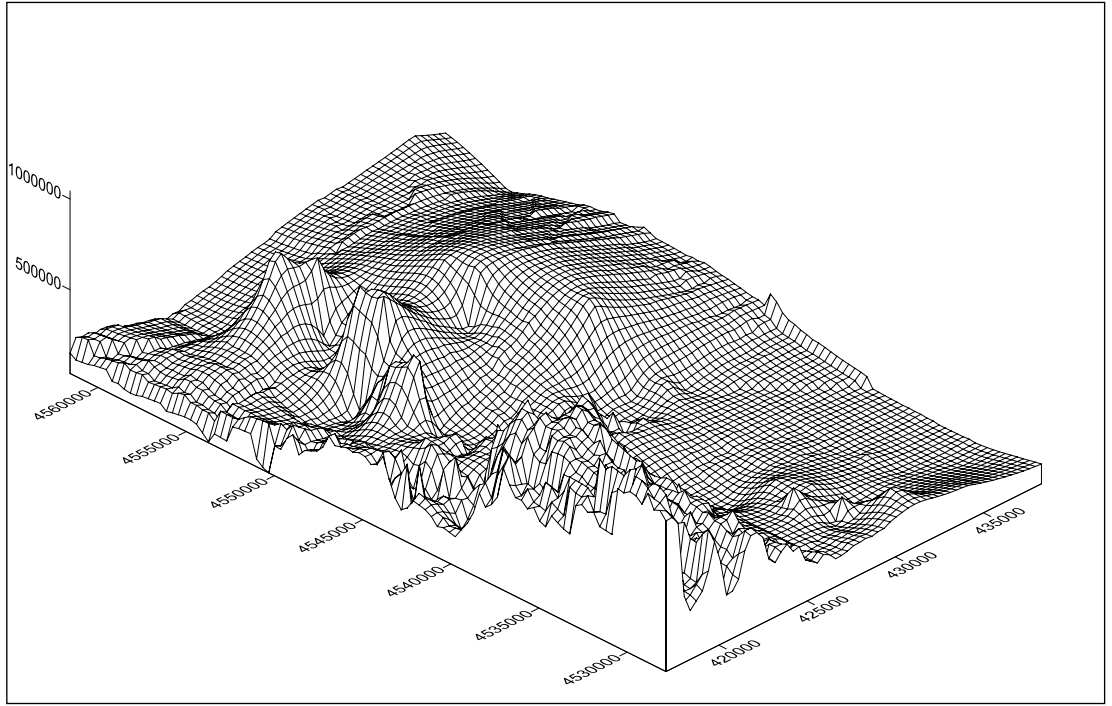
**Çizelge 4.25:** Anadolu yakası artık terim (Residual) çizelgesi.

| Artık Değer İstatistikleri | Minimum | Maksimum | Ortalama | Std. Sapma | Sayı |
|----------------------------|---------|----------|----------|------------|------|
| Tahmin Değeri              | 10,7381 | 12,963   | 11,650   | ,4036      | 2382 |
| Artık Değer                | -,4427  | 1,009    | -,0014   | ,1468      | 2382 |
| Standart Tahmin Değeri     | -2,261  | 3,252    | ,000     | 1,000      | 2382 |
| Standart Artık Değer       | -3,008  | 6,857    | -,010    | ,998       | 2382 |

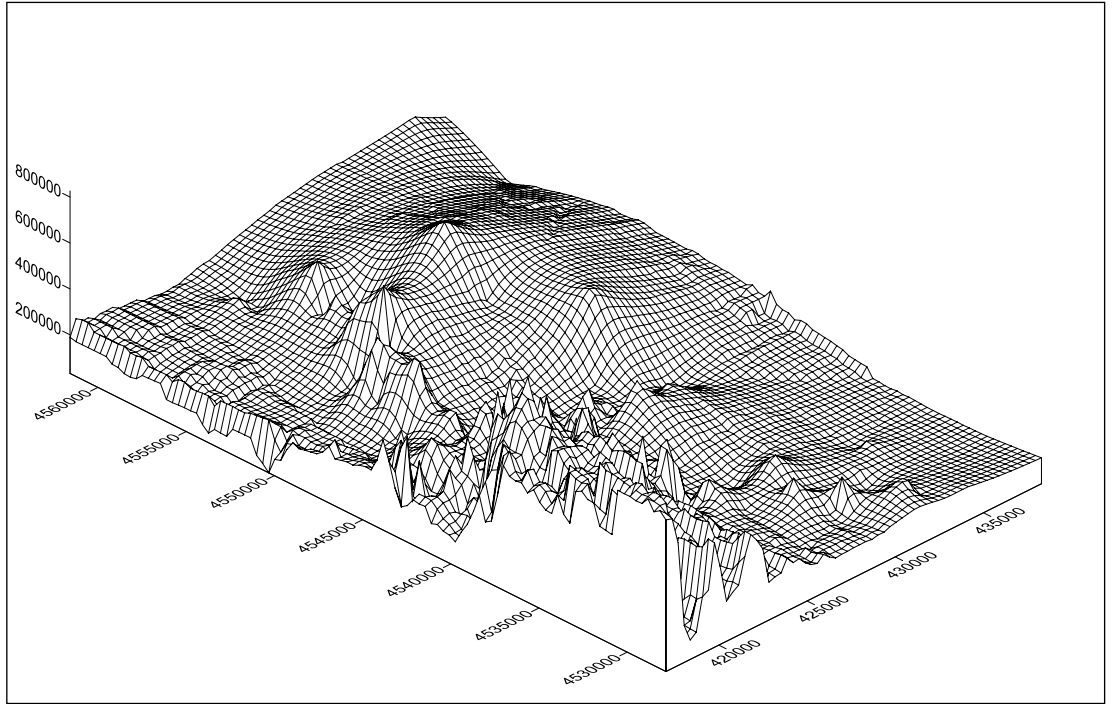
Gözlemlenen ve tahmin edilen fiyatların dağılımları şekilleri incelendiğinde eski şehir merkezi civarlarında model, gözlemlenen fiyatların modelden daha yüksek çıktığı; şehir merkezinden uzak yeni gelişen bölgelerde ise fiyatların modelde daha düşük olarak oluştuğu tespit edilmiştir (Şekil 4.22, Şekil 4.23).

**Çizelge 4.26:** Anadolu yakası katsayı sonuçları.

|   | <b>Coefficients</b> | <b>Unstandardized Coefficients</b> | <b>Std. Error</b> | <b>Standardized Coefficients</b> | <b>t</b> | <b>Sig</b> |
|---|---------------------|------------------------------------|-------------------|----------------------------------|----------|------------|
| 1 | (Constant)          | -3,961                             | 3,593             |                                  | -2,380   | 0,003      |
|   | ROOM                | 0,010                              | 0,009             | 0,044                            | 2,189    | 0,028      |
|   | AGE                 | -0,001                             | 0,000             | -0,027                           | 0,481    | 0,000      |
|   | FLOOR               | -0,001                             | 0,002             | -0,005                           | -1,522   | 0,000      |
|   | HEAT                | -0,184                             | 0,023             | -0,166                           | -2,976   | 0,000      |
|   | LAND                | 0,032                              | 0,014             | 0,029                            | 1,862    | 0,004      |
|   | SQMT                | 0,011                              | 0,000             | 0,028                            | 3,761    | 0,000      |
|   | CARPARK             | 0,042                              | 0,012             | 0,046                            | 2,431    | 0,000      |
|   | SEAVIEW             | 0,236                              | 0,023             | 0,328                            | 1,355    | 0,003      |
|   | BFLOOR              | -0,003                             | 0,002             | -0,014                           | -1,139   | 0,004      |
|   | BATH                | 0,015                              | 0,010             | 0,018                            | 2,604    | 0,008      |
|   | PUBLIC              | -0,002                             | 0,011             | -0,021                           | -2,073   | 0,008      |
|   | ELAV                | 0,018                              | 0,012             | 0,030                            | 1,297    | 0,021      |
|   | SECU                | -0,002                             | 0,011             | -0,016                           | -2,239   | 0,015      |
|   | GENERA              | 0,032                              | 0,019             | 0,029                            | 1,700    | 0,006      |
|   | SHOP                | 0,012                              | 0,019             | 0,012                            | 3,159    | 0,006      |
|   | INDUST              | -0,095                             | 0,023             | -0,032                           | -1,074   | 0,002      |
|   | BALCO               | -0,001                             | 0,010             | -0,017                           | -3,716   | 0,006      |
|   | Q1                  | -0,175                             | 0,045             | -0,038                           | -2,901   | 0,005      |
|   | Q2                  | -0,104                             | 0,047             | -0,021                           | -2,230   | 0,000      |
|   | Q3                  | -0,096                             | 0,042             | -0,022                           | -1,277   | 0,000      |
|   | Q4                  | -0,062                             | 0,040             | -0,015                           | -1,548   | 0,000      |
|   | Q5                  | -0,057                             | 0,032             | -0,018                           | -1,790   | 0,000      |
|   | Q6                  | -0,054                             | 0,043             | -0,012                           | -1,257   | 0,008      |
|   | Q7                  | 0,035                              | 0,031             | 0,010                            | 3,113    | 0,000      |
|   | Q8                  | 0,109                              | 0,033             | 0,032                            | 1,305    | 0,000      |
|   | Q9                  | -0,099                             | 0,032             | -0,030                           | -0,069   | 0,002      |
|   | Q10                 | 0,022                              | 0,028             | 0,007                            | 0,794    | 0,027      |
|   | Q11                 | -0,047                             | 0,027             | -0,016                           | -1,701   | 0,000      |
|   | Q12                 | 0,089                              | 0,041             | 0,020                            | 2,153    | 0,000      |
|   | Q13                 | 0,067                              | 0,026             | 0,025                            | 2,577    | 0,009      |
|   | Q14                 | -0,029                             | 0,026             | -0,011                           | -1,109   | 0,037      |
|   | Q15                 | 0,012                              | 0,032             | 0,003                            | 0,389    | 0,000      |
|   | Q16                 | 0,051                              | 0,035             | 0,014                            | 1,426    | 0,000      |
|   | Q17                 | -0,036                             | 0,028             | -0,012                           | -1,269   | 0,004      |
|   | Q18                 | 0,023                              | 0,021             | 0,011                            | 1,095    | 0,043      |
|   | Q19                 | 0,012                              | 0,040             | 0,002                            | 0,301    | 0,063      |
|   | Q20                 | -0,047                             | 0,024             | -0,019                           | -1,956   | 0,050      |
|   | Q21                 | 0,004                              | 0,024             | 0,001                            | 0,173    | 0,000      |
|   | Q22                 | -0,042                             | 0,031             | -0,013                           | -1,343   | 0,000      |
|   | Q23                 | -0,021                             | 0,029             | -0,006                           | -0,706   | 0,080      |
|   | Q24                 | 0,033                              | 0,022             | 0,015                            | 1,522    | 0,027      |
|   | Q25                 | -0,008                             | 0,022             | -0,003                           | -0,383   | 0,001      |
|   | Q26                 | -0,078                             | 0,031             | -0,024                           | -2,482   | 0,013      |
|   | Q27                 | 0,005                              | 0,020             | 0,002                            | 0,288    | 0,073      |
|   | Q28                 | 0,011                              | 0,023             | 0,005                            | 0,500    | 0,016      |
|   | DST_HWY             | 6,796                              | 2,490             | 0,022                            | 3,332    | 0,019      |
|   | X                   | -1,994                             | 5,420             | -0,056                           | -5,679   | 0,000      |
|   | Y                   | 3,924                              | 7,750             | 0,062                            | 4,062    | 0,007      |
|   | DST_PRT             | -3,952                             | 2,060             | -0,269                           | -1,738   | 0,000      |
|   | DST_GRN             | -2,967                             | 2,450             | -0,203                           | -2,131   | 0,030      |
|   | DST_FLT             | 3,389                              | 1,040             | 0,037                            | 1,253    | 0,001      |
|   | DST_ADM             | -1,210                             | 1,320             | -0,089                           | -3,171   | 0,000      |
|   | H_TYPE              | 0,037                              | 0,007             | 0,072                            | 2,197    | 0,007      |

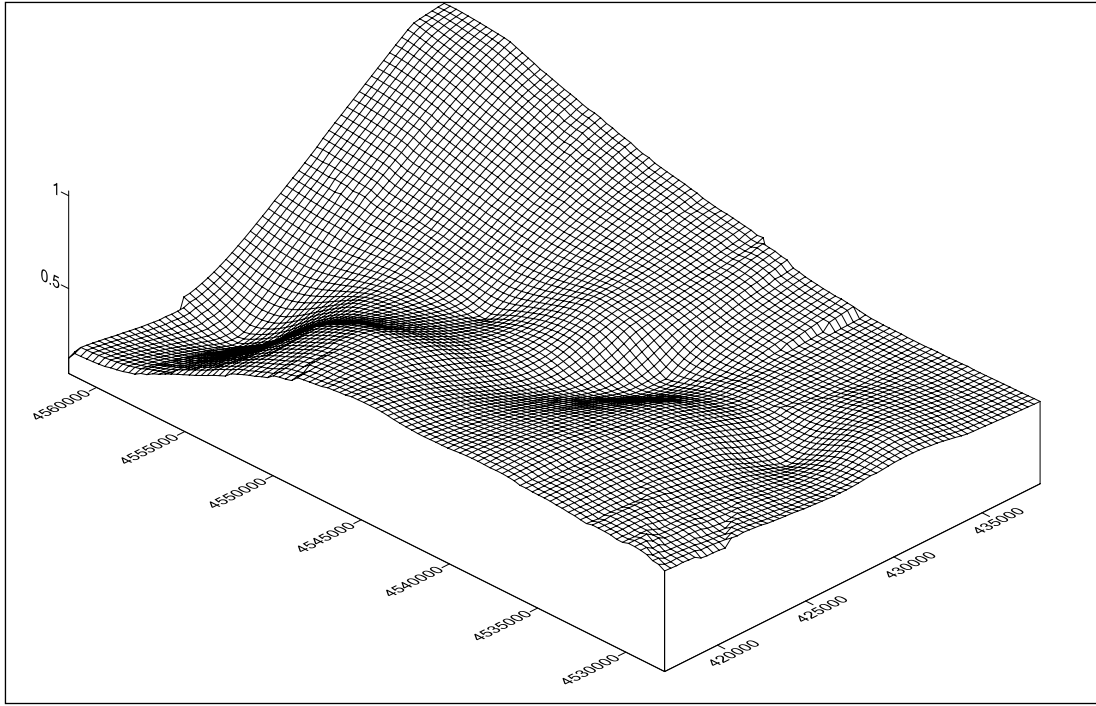


**Şekil 4.22:** Mekansal regresyon Anadolu yakası gözlemlenen (Observed) fiyatlar.

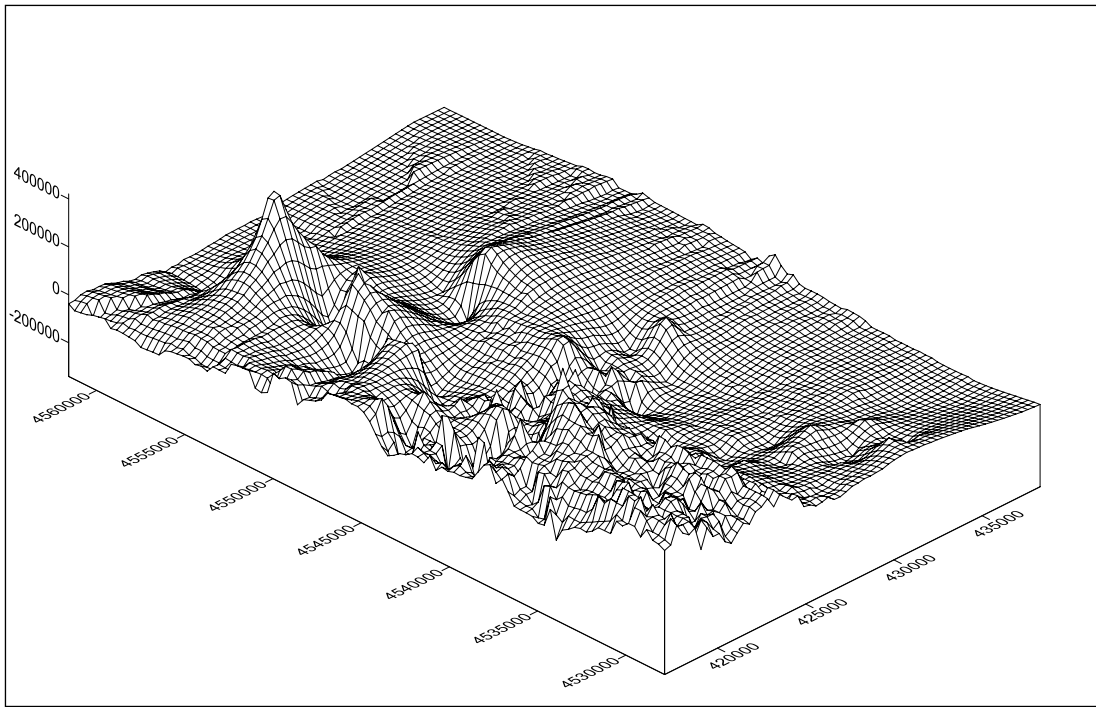


**Şekil 4.23:** Mekansal regresyon Anadolu yakası tahmin edilen (Predicted) fiyatlar.

Şehir merkezinde R kare dağılımları, merkezden uzaklaştıkça düşük ve yüksek değerlere yayıldığı; Artık değer grafiğinde ise dalgalanmaların merkezde daha ufak boyutta ve sıklıkla, uzaklaştıkça ise daha seyrek fakat büyük boyutta dalgalanmalar olarak yer aldığı tespit edilmiştir (Şekil 4.24, Şekil 4.25).

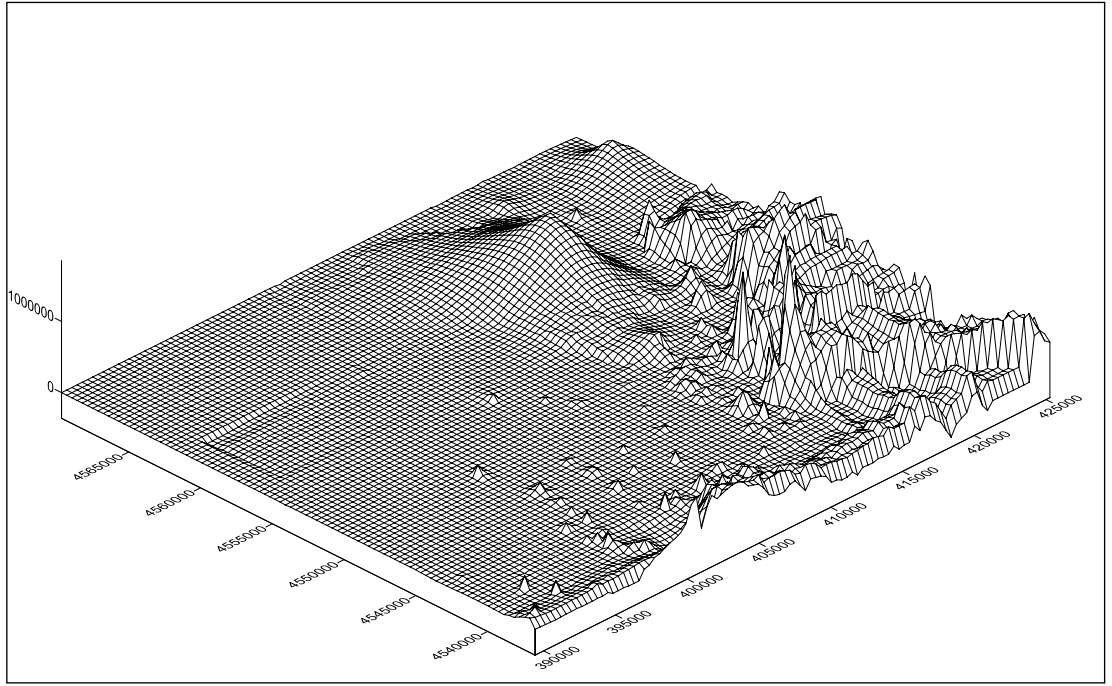


**Şekil 4.24:** Mekansal regresyon R kare değişim dağılımı.

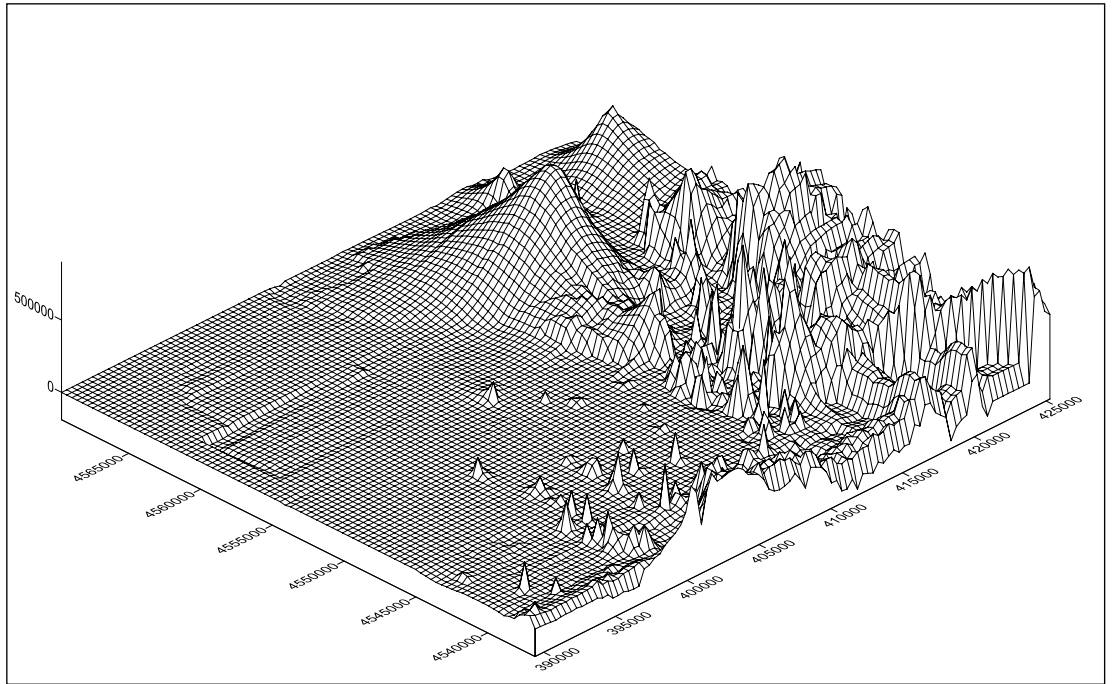


**Şekil 4.25:** Mekansal regresyon artık değer (residual) dağılımı.

Avrupa yakasındaki gözlemlenen fiyatlar, modelde daha yüksek olarak tespit edilmiştir. Avrupa yakasında, Anadolu yakasından farklı olarak modelde şehir merkezi ve çeperlerde değer artışı olduğu gözlenmiştir (Şekil 4.26, Şekil 4.27).



**Şekil 4.26:** Avrupa yakası gözlemlenen (Observed) değer dağılımı.



**Şekil 4.27:** Avrupa yakası tahmin edilen (Predicted) değer dağılımı.

#### 4.7 Otoregressif İndeks Parametreleri

Mekansal Regresyon analizleri sonucunda ortaya çıkartılan zaman parametreleri otokorelasyona sahip olup olmadıkları 3. Terim otoregresyonu alınarak sonuçları irdelenecektir. Zamansal olarak bir önceki periyottan etkilendikleri varsayımı ile her

bir çeyrek satış değerinin bir sonraki satış periyodunu açıklama gücü test edilerek artık terim dağılımları rassal varsayımı sağlayıp sağlamadıkları test edilecektir. Bu test için tüm İstanbul , Avrupa yakası ve Anadolu yakası olarak 3 farklı regresyon uygulanacaktır.

#### 4.7.1 Tüm İstanbul otoregresif indeks parametreleri

Tüm İstanbul için indeks içerisinde yer alan katsayılar bir sonraki periyotta 0 olacak şekilde bir terim kaydırılarak Çizelgeler oluşturulmuştur. 3 periyot seçilmesinin sebebi 4 periyottan oluşan zaman serisinde kullanılması literatürde uygun bulunmuş olan döngüsellik varsayıldığı periyot sayısı bir eksik değeri ( $Pn-1$ ) olarak alınmıştır (Çizelge 4.27).

**Çizelge 4.27:** Tüm İstanbul indeks çizelgesi otoregresif model 1.

| Zaman   | tum | tum_1 | tum_2 | tum_3 |
|---------|-----|-------|-------|-------|
| 2001 Q1 | 97  | 0     | 0     | 0     |
| 2001 Q2 | 115 | 97    | 0     | 0     |
| 2001 Q3 | 117 | 115   | 97    | 0     |
| 2001 Q4 | 127 | 117   | 115   | 97    |
| 2002 Q1 | 111 | 127   | 117   | 115   |
| 2002 Q2 | 112 | 111   | 127   | 117   |
| 2002 Q3 | 133 | 112   | 111   | 127   |
| 2002 Q4 | 105 | 133   | 112   | 111   |
| 2003 Q1 | 90  | 105   | 133   | 112   |
| 2003 Q2 | 120 | 90    | 105   | 133   |
| 2003 Q3 | 132 | 120   | 90    | 105   |
| 2003 Q4 | 106 | 132   | 120   | 90    |
| 2004 Q1 | 125 | 106   | 132   | 120   |
| 2004 Q2 | 128 | 125   | 106   | 132   |
| 2004 Q3 | 127 | 128   | 125   | 106   |
| 2004 Q4 | 122 | 127   | 128   | 125   |
| 2005 Q1 | 118 | 122   | 127   | 128   |
| 2005 Q2 | 104 | 118   | 122   | 127   |
| 2005 Q3 | 120 | 104   | 118   | 122   |
| 2005 Q4 | 100 | 120   | 104   | 118   |
| 2006 Q1 | 90  | 100   | 120   | 104   |
| 2006 Q2 | 136 | 90    | 100   | 120   |
| 2006 Q3 | 141 | 136   | 90    | 100   |
| 2006 Q4 | 123 | 141   | 136   | 90    |
| 2007 Q1 | 142 | 123   | 141   | 136   |
| 2007 Q2 | 111 | 142   | 123   | 141   |
| 2007 Q3 | 120 | 111   | 142   | 123   |
| 2007 Q4 | 142 | 120   | 111   | 142   |



Çizelge 4.28 incelendiğinde yılın ilk çeyreğinde değerlerin standart sapması en düşük ve en yüksek değerleri aldığı tespit edilmiştir. Sonraki periyotlardaki açıklama gücü hesaplanacağı için beklenen değerleri göstermektedir.

**Çizelge 4.28:** Korelasyon değerleri.

| Pearson Corr    | TUM   | TUM<br>1,000 | TUM_1<br>,291 | TUM_2<br>,129 | TUM_3<br>,268 |
|-----------------|-------|--------------|---------------|---------------|---------------|
|                 | TUM_1 | ,291         | 1,000         | ,656          | ,501          |
|                 | TUM_2 | ,129         | ,656          | 1,000         | ,763          |
|                 | TUM_3 | ,268         | ,501          | ,763          | 1,000         |
| Sig. (1-tailed) | TUM   |              | ,067          | ,256          | ,084          |
|                 | TUM_1 | ,067         |               | ,000          | ,003          |
|                 | TUM_2 | ,256         | ,000          |               | ,000          |
|                 | TUM_3 | ,084         | ,003          | ,000          |               |
| N               | TUM   | 28           | 28            | 28            | 28            |
|                 | TUM_1 | 28           | 28            | 28            | 28            |
|                 | TUM_2 | 28           | 28            | 28            | 28            |
|                 | TUM_3 | 28           | 28            | 28            | 28            |

Regresyon modeli incedelendiğinde R kare ve düzeltilmiş R kare değerlerinin 0,05 olması açıklayıcıların bir sonraki dönemin fiyatlarını kestiriminde etkili olamadığını ortaya koymuştur. Durbin-Watson katsayısının 1.865 olması da otokorelasyonun kabul edilebilir seviyelerde kaldığını göstermektedir. Ayrıca tahmin değerlerinin artık terimlere dağılım grafiği da rassal bir dağılım olduğu ortaya koymaktadır (Çizelge 4.29).

**Çizelge 4.29:** Model sonuçları.

| R     | R Kare | Düzeltilmiş R<br>Kare | Tahmin'in<br>Standart Hatası | F Değişimi | Durbin-<br>Watson |
|-------|--------|-----------------------|------------------------------|------------|-------------------|
| 0,400 | 0,160  | 0,055                 | 0,160                        | 0,234      | 1,865             |

Katsayılar çizelgesinde modelin ilk çeyrekleri açıklama etkisi pozitif yönde, ikinci çeyreklerde ise negatif yönde olduğu tespit edilmiştir. Significant değerlerindeki yüksek oranlı sapmalar da açıklama gücünün otokorelasyona sahip olmadığına işaret etmektedir (Çizelge 4.30).

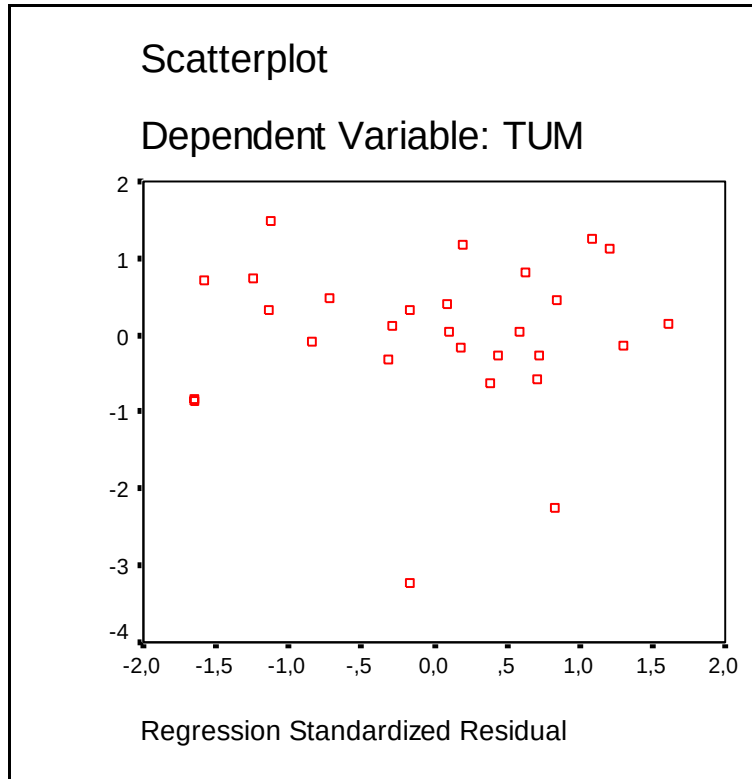
**Çizelge 4.30:** Model katsayı çizelgesi.

| Coefficients | Unstandardized Coefficients | Std. Error | Standardized Coefficients | t      | Sig  |
|--------------|-----------------------------|------------|---------------------------|--------|------|
| (Cont)       | 99,443                      | 12,248     |                           | 8,119  | ,000 |
| TUM1         | ,202                        | ,138       | ,361                      | 1,458  | ,158 |
| TUM2         | -,181                       | ,144       | -,417                     | -1,257 | ,221 |
| TUM3         | ,150                        | ,107       | ,405                      | 1,399  | ,175 |

Artık değerlerin dağılımı da incelendiğinde ortalamasının sıfır ve standart sapmasının 0.943 ile varsayımları karşıladığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.31). Şekil 4.28’de ise regresyon tahmin değerlerinin artık değerlere olan dağılımı rassal dağılım varsayımlarını karşılamaktadır.

**Çizelge 4.31:** Artık değer istatistikleri.

| Artık Değer İstatistikleri | Minimum | Maksimum | Ortalama | Std. Sapma | Sayı |
|----------------------------|---------|----------|----------|------------|------|
| Tahmin Değeri              | 99,44   | 127,01   | 118,36   | 5,846      | 28   |
| Artık Değer                | -23,53  | 22,82    | ,00      | 13,402     | 28   |
| Standart Tahmin Değeri     | -3,235  | 1,480    | ,000     | 1,000      | 28   |
| Standart Artık Değer       | -1,656  | 1,606    | ,000     | ,943       | 28   |



**Şekil 4.28:** Standart tahmin değerlerinin artık değerlere olan dağılımı.

Tahmin değerlerinin artık değerlere olan dağılımında rassal bir dağılımın olduğu kümelenme ya da belirgin bir yapısal dokunun oluşmadığı tespit edilmiştir.

#### 4.7.2 Avrupa yakası otoregresif indeks parametreleri

Avrupa yakasındaki indeks değerleri incelendiğinde dağılımların standart sapmasının daha yüksek olduğu ve korelasyon çizelgesinde 3. Çeyrekte daha yüksek etkilenme tespit edilmiştir (Çizelge 4.32, Çizelge 4.33).

**Çizelge 4.33:** Avrupa yakası indeks çizelgesi otoregresif Model 1.

| İndeks Avrupa | Lag_avr_1 | Lag_avr_2 | Lag_avr_3 |
|---------------|-----------|-----------|-----------|
| 81            | 0         | 0         | 0         |
| 75            | 81        | 0         | 0         |
| 142           | 75        | 81        | 0         |
| 90            | 142       | 75        | 81        |
| 124           | 90        | 142       | 75        |
| 165           | 124       | 90        | 142       |
| 85            | 165       | 124       | 90        |
| 112           | 85        | 165       | 124       |
| 160           | 112       | 85        | 165       |
| 101           | 160       | 112       | 85        |
| 141           | 101       | 160       | 112       |
| 120           | 141       | 101       | 160       |
| 104           | 120       | 141       | 101       |
| 158           | 104       | 120       | 141       |
| 126           | 158       | 104       | 120       |
| 80            | 126       | 158       | 104       |
| 83            | 80        | 126       | 158       |
| 113           | 83        | 80        | 126       |
| 111           | 113       | 83        | 80        |
| 91            | 111       | 113       | 83        |
| 86            | 91        | 111       | 113       |
| 82            | 86        | 91        | 111       |
| 103           | 82        | 86        | 91        |
| 146           | 103       | 82        | 86        |
| 104           | 146       | 103       | 82        |
| 111           | 104       | 146       | 103       |
| 109           | 111       | 104       | 146       |
| 118           | 109       | 111       | 104       |

**Çizelge 4.34:** Avrupa yakası korelasyon değerleri.

| Pearson Corr    | AVR   | AVR   | AVR_1 | AVR_2 | AVR_3 |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                 |       | 1,000 | ,119  | ,156  | ,333  |
|                 | AVR_1 | ,119  | 1,000 | ,404  | ,388  |
|                 | AVR_2 | ,156  | ,404  | 1,000 | ,541  |
|                 | AVR_3 | ,333  | ,388  | ,541  | 1,000 |
| Sig. (1-tailed) | AVR   |       |       |       |       |
|                 |       | ,     | ,273  | ,214  | ,042  |
|                 | AVR_1 | ,273  | ,     | ,016  | ,021  |
|                 | AVR_2 | ,214  | ,016  | ,     | ,001  |
|                 | AVR_3 | ,042  | ,021  | ,001  | ,     |
| N               | AVR   |       |       |       |       |
|                 |       | 28    | 28    | 28    | 28    |
|                 | AVR_1 | 28    | 28    | 28    | 28    |
|                 | AVR_2 | 28    | 28    | 28    | 28    |
|                 | AVR_3 | 28    | 28    | 28    | 28    |

Korelasyon değerleri incelendiğinde ise tüm İstanbul'dan farklı olarak değerlerin tüm çeyreklerde pozitif yönde etkilendiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.34).

**Çizelge 4.354:** Avrupa yakası regresyon sonuçları.

| R     | R Kare | Düzeltilmiş R Kare | Tahmin'in Standart Hatası | F Değişimi | Durbin-Watson |
|-------|--------|--------------------|---------------------------|------------|---------------|
| 0,334 | 0,112  | 0,001              | 26,041                    | 1,007      | 2,039         |

Avrupa Yakası regresyon değerleri incelendiğinde R kare ve düzeltilmiş R kare değerleri tüm İstanbul'dan daha düşük ve standart hatanı daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç indeks rakamlarının daha rassal bir biçimde bir önceki yada sıralı zaman periyotlarından bağımsız değiştiğini göstermektedir. Ayrıca Durbin-Watson değerinin de 2.039 ile otokorelasyonun olmadığını işaret etmektedir (Çizelge 4.35).

**Çizelge 4.36:** Avrupa yakası regresyon katsayıları.

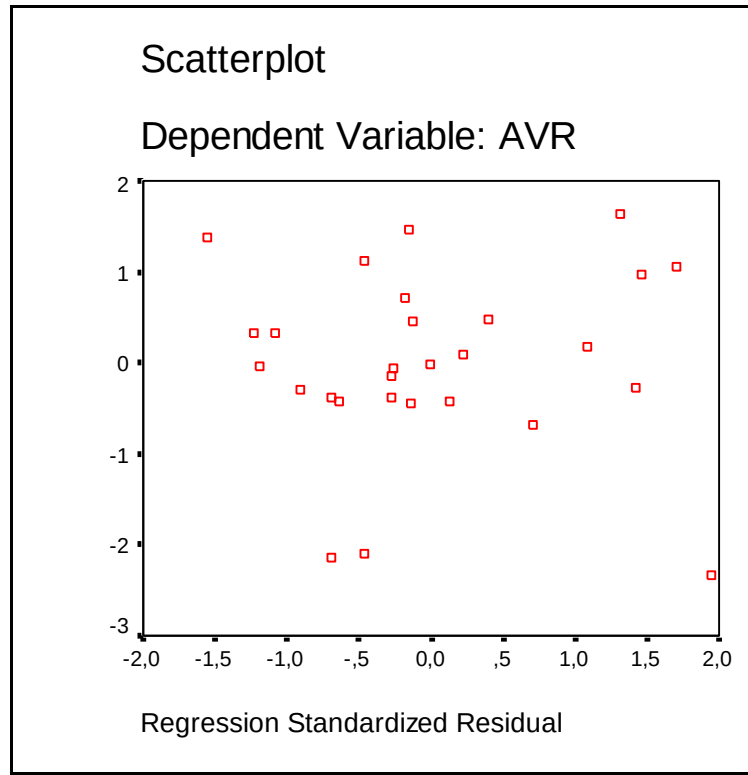
| Coefficients | Unstandardized Coefficients | Std. Error | Standardized Coefficients | t     | Sig  |
|--------------|-----------------------------|------------|---------------------------|-------|------|
| (Cnst)       | 93,188                      | 18,528     |                           | 5,030 | ,000 |
| AVR_1        | -3,707                      | ,168       | -,005                     | -,022 | ,983 |
| AVR_2        | -2,166                      | ,157       | -,033                     | -,138 | ,892 |
| AVR_3        | ,210                        | ,140       | ,353                      | 1,504 | ,146 |

Avrupa yakası regresyon katsayıları incelendiğinde 1. ve 2. çeyreklerde negatif etkilenmenin olduğu fakat significant değerlerinde ise çok yüksek oranda modelin tahmin değerlerinde sapmalar yaptığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.36).

**Çizelge 4.37:** Artık değer istatistikleri.

| Artık Değer İstatistikleri | Minimum | Maksimum | Ortalama | Std. Sapma | Sayı |
|----------------------------|---------|----------|----------|------------|------|
| Tahmin Değeri              | 91,16   | 125,65   | 111,46   | 8,713      | 28   |
| Artık Değer                | -40,41  | 50,84    | ,00      | 24,552     | 28   |
| Standart Tahmin Değeri     | -2,331  | 1,628    | ,000     | 1,000      | 28   |
| Standart Artık Değer       | -1,552  | 1,952    | ,000     | ,943       | 28   |

Artık değer istatistikleri incelendiğinde ise standart sapması ve ortalama değerleri varsayımları karşılayacak birimlerde oldukları tespit edilmiştir. Şekil 4.29’da standart tahmin değerlerinin artık değerlere olan dağılımı incelendiğinde rassal bir yapının var olduğu sonucuna ulaşılmıştır.



**Şekil 4.29:** Standart tahmin değerlerinin artık değerlere olan dağılımı.

#### 4.7.3 Anadolu yakası otoregresif indeks parametreleri

Anadolu yakasındaki indeks değerleri incelendiğinde dağılımların standart sapmasının daha düşük olduğu ve korelasyon çizelgesinde 3. Çeyrekte daha yüksek etkilene tespit edilmiştir (Çizelge 4.37).

**Çizelge 4.38:** Anadolu yakası korelasyon değerleri.

| Pearson         | ASYA   | ASYA  | ASYA_1 | ASYA_2 | ASYA_3 |
|-----------------|--------|-------|--------|--------|--------|
|                 |        | 1,000 | -,101  | ,181   | -,125  |
|                 | ASYA_1 | -,101 | 1,000  | ,450   | ,504   |
|                 | ASYA_2 | ,181  | ,450   | 1,000  | ,616   |
|                 | ASYA_3 | -,125 | ,504   | ,616   | 1,000  |
| Sig. (1-tailed) | ASYA   |       | ,305   | ,178   | ,263   |
|                 | ASYA_1 | ,305  |        | ,008   | ,003   |
|                 | ASYA_2 | ,178  | ,008   |        | ,000   |
|                 | ASYA_3 | ,263  | ,003   | ,000   |        |
| N               | ASYA   | 28    | 28     | 28     | 28     |
|                 | ASYA_1 | 28    | 28     | 28     | 28     |
|                 | ASYA_2 | 28    | 28     | 28     | 28     |
|                 | ASYA_3 | 28    | 28     | 28     | 28     |

Anadolu yakası regresyon sonuçları incelendiğinde ise R kare değeri Avrupa yakasına göre çok daha yüksek çıkmakla birlikte yine de açıklama gücü bakımından zayıf kalmaktadır. Durbin-Watson katsayısı otokorelasyonun azaldığını işaret etmektedir (Çizelge 4.38).

**Çizelge 4.39:** Avrupa yakası regresyon sonuçları.

| R     | R Kare | Düzeltilmiş R Kare | Tahmin'in Standart Hatası | F Değişimi | Durbin-Watson |
|-------|--------|--------------------|---------------------------|------------|---------------|
| 0,368 | 0,136  | 0,028              | 16,489                    | 1,255      | 1,866         |

Regresyon katsayıları incelendiğinde sabit terimin yüksek oranda olduğu ve significant değerinin modelin sapmalarının fazla olduğuna işaret ettiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.39).

**Çizelge 4.39:** Anadolu yakası regresyon katsayıları.

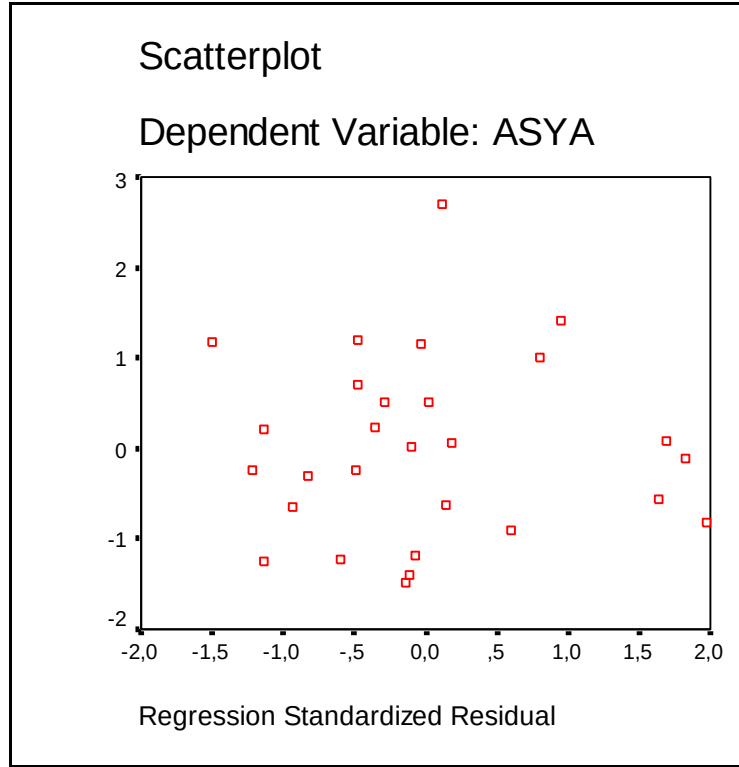
| Coefficients | Unstandardized Coefficients | Std. Error | Standardized Coefficients | t      | Sig  |
|--------------|-----------------------------|------------|---------------------------|--------|------|
| (Cnst)       | 114,69                      | 14,029     |                           | 8,176  | ,000 |
| ASYA1        | -8,202                      | ,137       | -,134                     | -,598  | ,556 |
| ASYA2        | ,221                        | ,122       | ,445                      | 1,811  | ,083 |
| ASYA3        | -,142                       | ,109       | -,332                     | -1,304 | ,205 |

Modelin artık değerleri incelendiğinde ise anadolu yakası için standart sapma ve ortalama değerlerini sağladığı gözlenmiştir (Çizelge 4.40). Şekil 29'da standart tahmin değerlerinin artık değerlere olan dağılımı incelendiğinde de kümelenme ve benzeri durumun var olmadığı tespit edilmiştir. Tüm İstanbul Avrupa ve Anadolu yakasının Tahmin Değerlerinin Güven Limitlerin Grafikleri incelendiğinde de güven aralıkları içerisinde kalan değerler ortaya konmuştur. Otokorelasyonun limitlerin çok

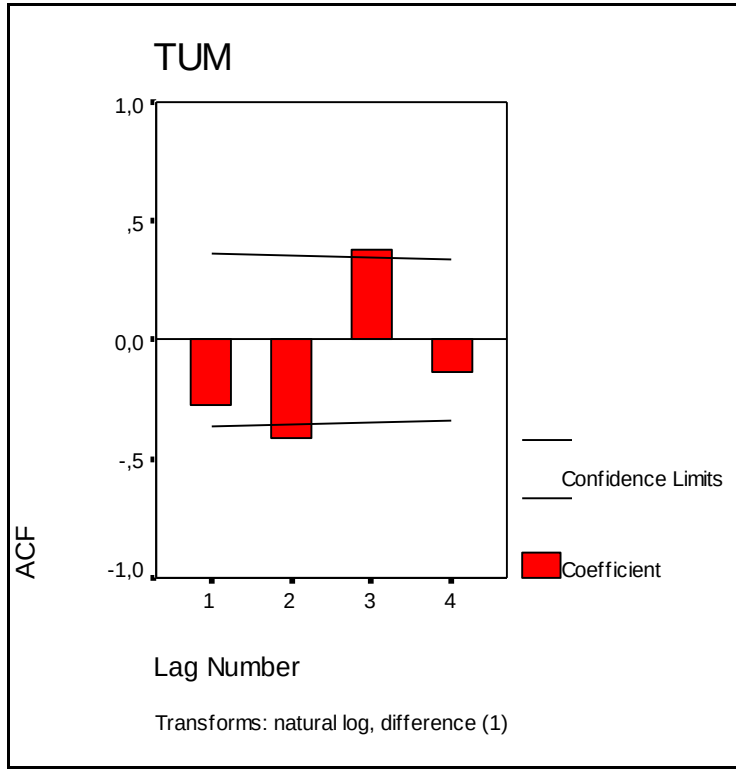
az üstünde olmasına karşılık kabul edilebilir sınırlar içinde olduğu sonucuna varılmıştır (Şekil 4.30, Şekil 4.31, Şekil 4.32, Şekil 4.33).

**Çizelge 4.40:** Artık değer istatistikleri.

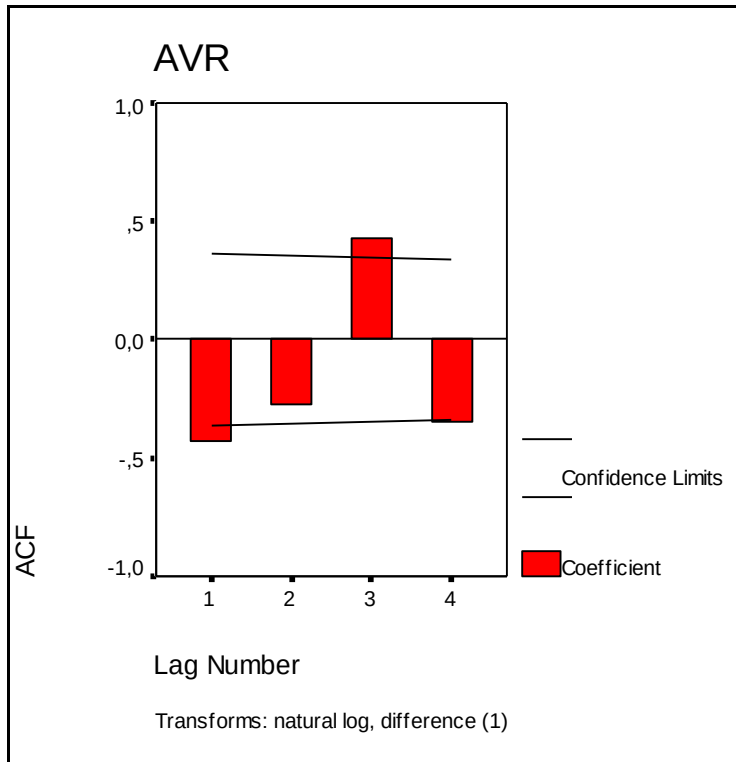
| Artık Değer İstatistikleri | Minimum | Maksimum | Ortalama | Std. Sapma | Sayı |
|----------------------------|---------|----------|----------|------------|------|
| Tahmin Değeri              | 105,42  | 131,18   | 114,54   | 6,158      | 28   |
| Artık Değer                | -24,74  | 32,48    | ,00      | 15,546     | 28   |
| Standart Tahmin Değeri     | -1,480  | 2,703    | ,000     | 1,000      | 28   |
| Standart Artık Değer       | -1,501  | 1,970    | ,000     | ,943       | 28   |



**Şekil 4.30:** Standart tahmin değerlerinin artık değerlere olan dağılımı.

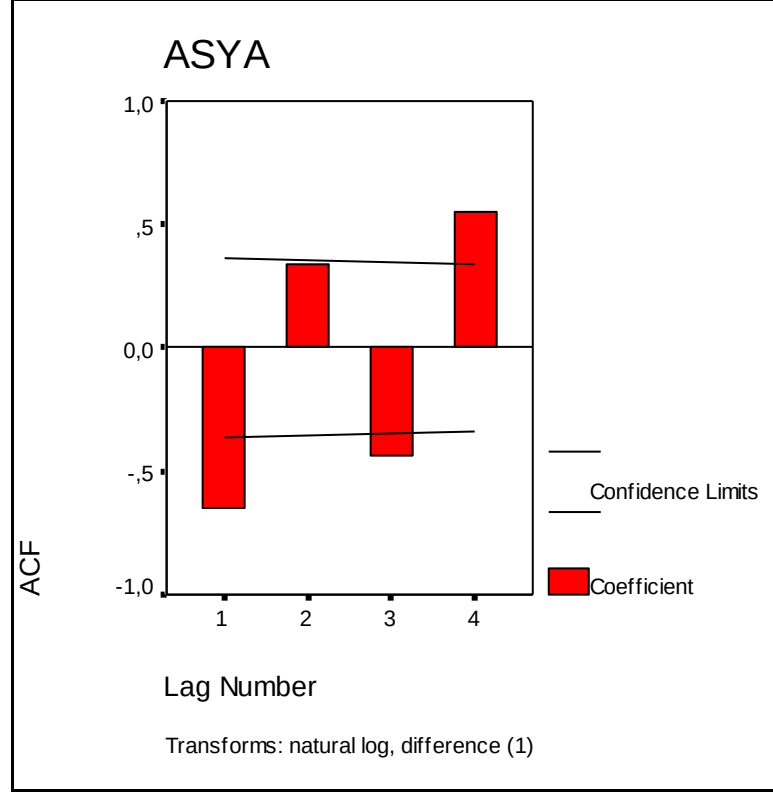


**Şekil 4.31:** Tüm İstanbul tahmin değerlerinin güven limitlerin grafiği.



**Şekil 4.32:** Avrupa yakası tahmin değerlerinin güven limitlerin grafiği.





Şekil 4.33: Anadolu yakası tahmin değerlerinin güven limitlerin grafiği.



## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Konut fiyatlarının mekansal özellikleri incelendiğinde yüksek oranda mekansal korelasyon tespit edilmiştir. Moran's I indeks modelleme sonuçları bunun hem Avrupa hem de Anadolu yakası için ayrı ayrı ortaya koymuştur. Tespit edilen mekansal kümelenme Avrupa yakasında daha net ortaya çıkmıştır. Bu mekansal alt pazarların daha sıklıkla ve ayrışık vaziyette olduğunu işaret etmektedir. Öte yandan Anadolu yakası için yine yüksek oranda kümelenme tespit edilmiş fakat bu değerler Avrupa yakası kadar üst düzeyde gerçekleşmemiştir. Bunun sebebi olarak fiyatların kümelenmesinde daha yaygın ve dağınık bir yapıdan kaynaklandığı sonucuna varılmıştır. Ayrıca bu kümelenme ve Moran's I indeksinin Z değerleri üzerinden testinde de rassal olarak ortaya çıkmasının mümkün olmadığı istatistiki olarak tespit edilmiştir.

Mekansal olarak tespit edilen otokorelasyonu modelden ayırtmak ve düzeltmek için Mekansal Regresyon Analizi kullanılmıştır. Bu işlemde konutların fiyatlarının birbirini mesafe ile etkilendiklerinden, bu etkileşim konutların fiyatlarını uzaklaştıkça daha da az etkimesi varsayımından yola çıkarak mekansal ağırlık matrisi oluşturulmuştur. Bu matris kullanılarak her nokta için ayrı ayrı alınan regresyon denklemlerinde bu sorun giderilmiştir.

Mekansal Regresyon sonuçları incelendiğinde tüm İstanbul, Avrupa ve Anadolu yakaları için farklı sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Mekansal olarak ayrı kıtalarda bulunan konutların fiyatlarının birbirini etkilemesi mümkün olmadığı varsayımından yola çıkarak tüm sonuçlar ayrı ayrı regresyona tabi tutulmuştur. Tüm İstanbul için alınan regresyon sonuçlarında konutların Avrupa yakasında oluşundan kaynaklanan değer artışları konutun X koordinat değişkeninin ters orantılı katsayısının olmasına sebep olmuştur. Bunun sonucu olarak Avrupa yakasındaki konutların daha değerli olmalarından kaynaklanmaktadır.

Sadece Avrupa yakasındaki mekansal regresyon analizine bakıldığında ise Boğaz hattı ve Kuzey yerleşimlerinin daha değerli olduğu şehrin kuzeybatı yönünde

değerlerin arttığı modelin kestirim sonuçlarına göre ortaya konmuştur. Anadolu yakasında ise durum değerlerin batı'ya doğru gidildikçe arttığı ve kuzeyinde ise azaldığını göstermektedir. Anadolu yakasındaki bir diğer göze çarpan tespit kamu binalarına yakınlık değeri uzaklaştıkça 1.05 etkilerken Avrupa Yakasında ters orantı ile -5.04 oranında azalttığı tespit edilmiştir. Bu ulaşımda yoğunluk sıkıntısı çekilen Avrupa yakasında değerlere önemli etkisinin olduğu ve Pazar tarafından daha önemli bir biçimde fiyatlandığını göstermektedir.

Aktif yeşil alanlara uzaklık incelendiğinde tüm İstanbul genelinde -2,9 ile ters orantılı bir biçimde, yeşilden uzaklaştıkça değerin azaldığı; Avrupa yakası için -4.7 ile yeşille yakınlığın daha da önem arz ettiği, Anadolu yakasında ise -2.5 ile değere etki ettiği tespit edilmiştir. Bu Anadolu yakasındaki mevcut yeşil alanların daha fazla ve yaygın olmasından pazarda değere etki eden fakat Avrupa yakasındaki kadar üst düzeyde değere etki etmediği tespit edilmiştir.

Deprem fay hattına uzaklık incelendiğinde İstanbul genelinde katsayı değeri 3.3 ile fay hattından uzaklaştıkça değer artmaktadır sonucu tespit edilmiştir. Avrupa yakasında bu değer 8.2 ile daha da önemli bir noktaya taşınmıştır. Avrupa yakasında fay hattına yakın olmak değeri olumsuz etkilemektedir. Anadolu yakasında ise 3.2 ile fay hattından uzakta olmak değere pozitif etki ettiği tespit edilmiştir.

Otoyol bağlantı noktalarına uzaklık ile değer arasındaki ilişkide ise İstanbul genelinde 5.7 katsayı değeri ile uzaklaştıkça arttığı şeklinde tespit edilmiştir. Avrupa yakasında ise bu değer 4.1 ile daha düşük bir oranda etkili olduğu sonucu ulaşım yönünden konutların değerinde etkisinin daha yüksek olmasından kaynaklandığı şeklinde yorumlanmıştır. Anadolu yakasında ise 1.6 ile konutların ulaşım noktalarına daha hassas oldukları sonucuna varılmıştır. İş imkanlarının daha yüksek olduğu ve Avrupa ve Anadolu yakaları arasında geçiş yapan çalışan kesimin konut fiyatlarında ulaşım olanaklarına verdikleri önemin fiyata yansımaları şeklinde yorumlanmıştır.

İstanbul'un tümünde konut özellikleri incelendiğinde dikkati çeken değerler oda sayısının 2.75, bina yaşının 11.58 ve büyüklüğünün 122.76 metrekare olduğu tespit edilmiştir. Avrupa yakası için bu değerler oda sayısının 2.73 ile daha az sayıda odalı, 13.35 ile daha yaşlı ve konut büyüklüğünün 123.40 metrekare olduğu tespit edilmiştir. Yerleşim olarak daha eski konut stokunun Avrupa yakasında olmasından dolayı konut yaşının yüksek olması beklenen bir sonuçtur. Konutların daha büyük

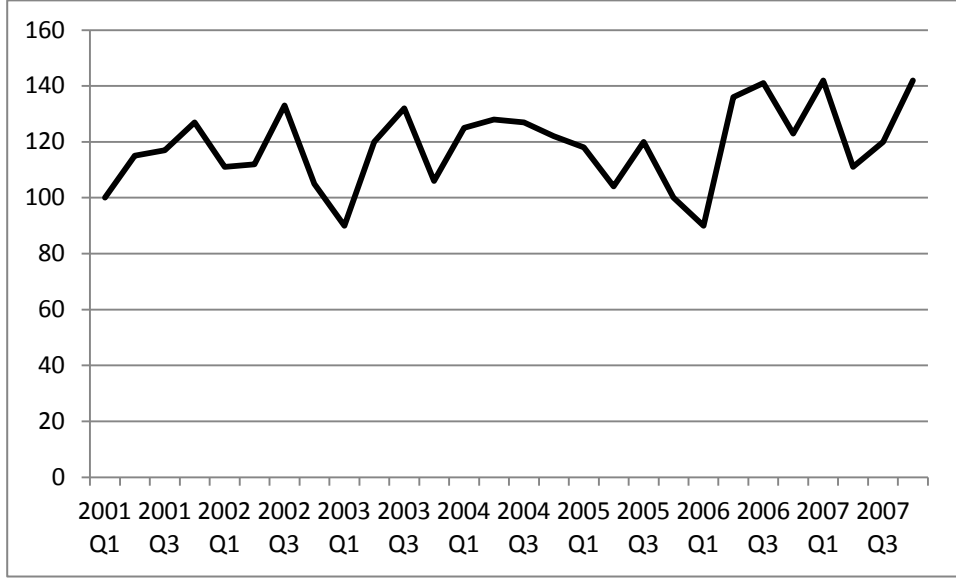
metrekarelere sahip olması da bu eski konut stokundan kaynaklanmaktadır. Anadolu yakası incelendiğinde ise oda sayısının 2.79, bina yaşının ortalama 9.28 yıl ve konut büyüklüğünün 121.96 metrekare olduğu tespit edilmiştir.

Konut fiyat dağılımları incelendiğin İstanbul genelinde değerlerin 156.060 TL değerinde olduğu tespit edilmiştir. Avrupa yakasında bu değer 162.750 TL ve Anadolu yakasında 114.690 TL olarak bulunmuştur. Değerlerin Avrupa ve Anadolu yakasındaki bu farkı hizmet ve servislerin yoğun olarak barındıran Avrupa yakasındaki kullanıcıların tercihinden kaynaklandığı şeklinde yorumlanmıştır (Çizelge 5.1).

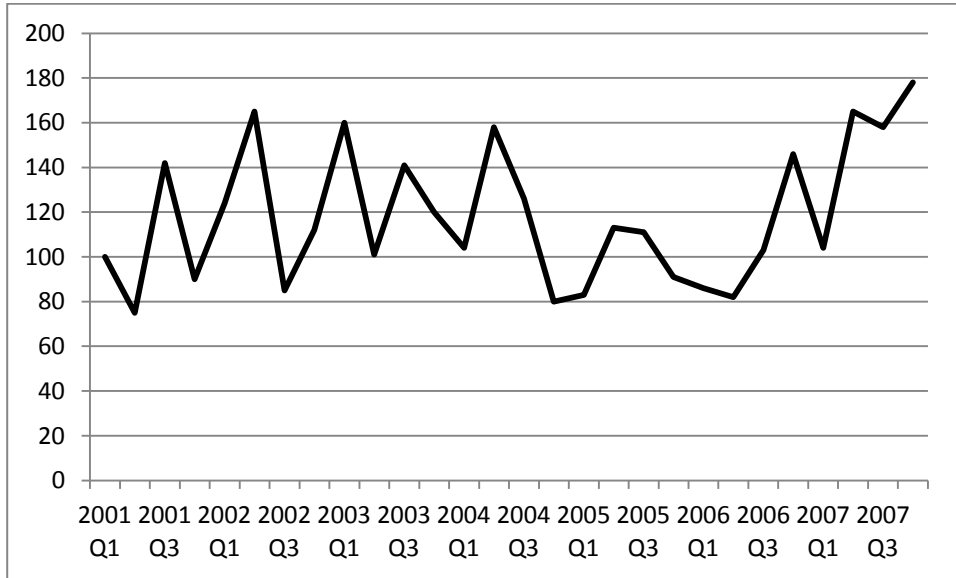
**Çizelge 5.1:** 3'er aylık modelde yer alan toplam konut sayısı.

| Zaman | Sayı | Toplam | Ortalama |
|-------|------|--------|----------|
| Q1    | 5313 | 52     | ,01      |
| Q2    | 5313 | 47     | ,01      |
| Q3    | 5313 | 60     | ,01      |
| Q4    | 5313 | 64     | ,01      |
| Q5    | 5313 | 111    | ,02      |
| Q6    | 5313 | 56     | ,01      |
| Q7    | 5313 | 106    | ,02      |
| Q8    | 5313 | 97     | ,02      |
| Q9    | 5313 | 104    | ,02      |
| Q10   | 5313 | 139    | ,03      |
| Q11   | 5313 | 143    | ,03      |
| Q12   | 5313 | 60     | ,01      |
| Q13   | 5313 | 166    | ,03      |
| Q14   | 5313 | 161    | ,03      |
| Q15   | 5313 | 99     | ,02      |
| Q16   | 5313 | 85     | ,02      |
| Q17   | 5313 | 138    | ,03      |
| Q18   | 5313 | 266    | ,05      |
| Q19   | 5313 | 65     | ,01      |
| Q20   | 5313 | 194    | ,04      |
| Q21   | 5313 | 180    | ,03      |
| Q22   | 5313 | 106    | ,02      |
| Q23   | 5313 | 122    | ,02      |
| Q24   | 5313 | 241    | ,05      |
| Q25   | 5313 | 245    | ,05      |
| Q26   | 5313 | 112    | ,02      |
| Q27   | 5313 | 291    | ,05      |
| Q28   | 5313 | 218    | ,04      |

Şekil 5.1 ve Şekil 5.2 birlikte incelendiğinde tüm İstanbul için indeks rakamlarının 2001 krizi ile daha geniş aralıklarda belirli bir bant genişliğinde seyrettiği tespit edilmiştir. Avrupa yakasında satış değerlerinin hızlı değişimi ve talebin fazla oluşu iniş ve çıkışları daha keskin ve değişken bir yapıda seyretmesini sağlamıştır. 2004 senesi öncesine kadar yüksek oranda gerçekleşen dalgalanmalar, bu seneden sonra daha sakin bir süreçte artış göstermeye devam etmiştir.



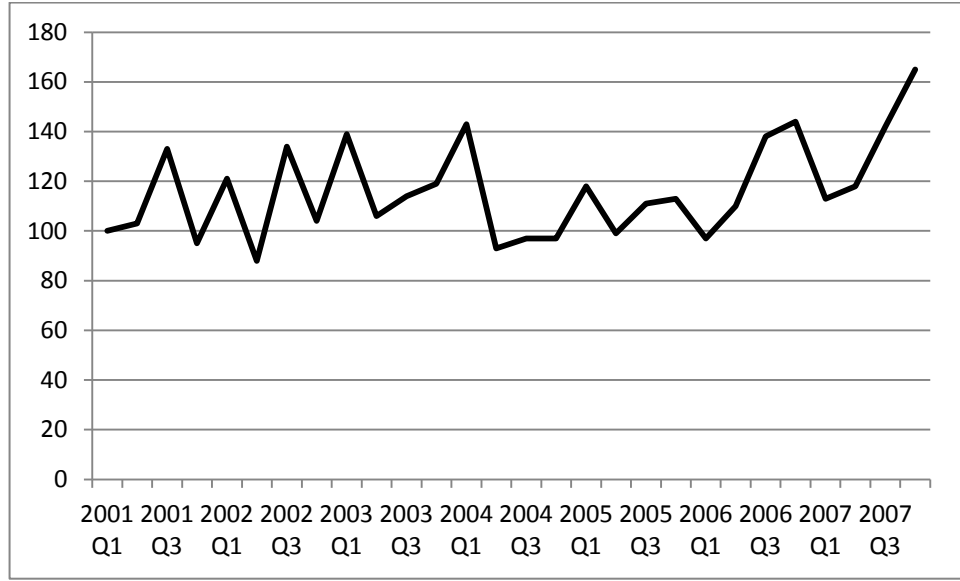
**Şekil 5.1:** İstanbul tüm indeks.



**Şekil 5.2:** Avrupa yakası indeks değerleri.

Anadolu yakasında ise değerlerin değişimi incelendiğinde Avrupa yakasına göre daha dar bir bant aralığında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. 2004 yılından sonra

2 sene boyunca benzer düzlemde hareket etmiş ve daha sonra değer artışlarının dalgalanmaların arttığı gözlenmiştir (Şekil 5.3).



**Şekil 5.3:** Anadolu yakası indeks değerleri.

Kentsel planlama ilke ve uygulamalarında alınacak kararların mekansal birçok bileşeni etkilemesi beklenmektedir. Bu mekansal öğelerin konut pazarını etkilemekte olduğu tespit edilmiştir. Plan kararlarının uygulanabilir ve sürdürülebilir olması bu faktörlerin iyi yönetilmesine bağlıdır. Oluruna bırakılan kentsel gelişim süreçleri ilerleyen yıllarda dönüştürülmesi yüksek maliyetleri de beraberinde getirmektedir. Bu kapsamda konut fiyatına etki eden faktörler, mekansal olarak planlama süreçlerinde üzerine değinilmesi gereken önemli konular olarak ortaya konmuştur.

Mekansal İstatistik konuları gelişen hesaplama tekniklerinin hız ve maliyet bakımından mantıklı ve uygulanabilir seviyelere gelmiş olması önemlidir. Mekansal istatistik ve uygulamaları konusunda kentsel planlama disiplinine katkıları daha da artacaktır. Bundan sonraki çalışmalarda farklı gelişim dinamiği olan pazarların (Konut-Hizmet-Sanayi vb) arasındaki etkileşimin ortaya konması bu konunun gelişmesine bir sonraki aşama olarak incelenmeyi gerektirmektedir. Farklı dinamiği olan pazarların arasındaki mekansal etkileşimin hesaplanması bu konunun gelişimine katkı sağlayacaktır.





## KAYNAKLAR

- Andrew, M. ve Meen, G.** (2003). "House price appreciation, transactions and structural change in the British housing market: A macroeconomic perspective." *Real Estate Economics* **31**(1): 99-116.
- Atack, J. ve Margo, R. A.** (1998). ""Location, location, location!" - The price gradient for vacant urban land: New York, 1835 to 1900." *Journal of Real Estate Finance and Economics* **16**(2): 151-172.
- Bailey, M. J., Muth, R. F. ve diğ.** (1963). "A Regression Method for Real Estate Price Index Construction." *Journal of the American Statistical Association* **58**(304): 933-942.
- Barnett, V. ve Lewis, T.** (1994). *Outliers in Statistical Data*. Wiley, New York.
- Bao, H. X. H. ve Wan, A. T. K.** (2004). "On the use of spline smoothing in estimating hedonic housing price models: Empirical evidence using Hong Kong data." *Real Estate Economics* **32**(3): 487-507.
- Basu, S. ve Thibodeau, T. G.** (1998). "Analysis of spatial autocorrelation in house prices." *Journal of Real Estate Finance and Economics* **17**(1): 61-85.
- Berndt, E.R.** (2002). In: Brachinger, H.W., Diewert, E.: *Hedonic Methods in Price Statistics: Theory and Practice*. Springer, Heidelberg.
- Berndt, E.R. ve Griliches, Z.** (1993). Price Indexes for Microcomputers: An Exploratory Study. In: Foss, M.F., Manser, M.E., Young, A.H. (eds) *Price Measurements and their Uses: Studies in Income and Wealth*. *University of Chicago Press*, Chicago.
- Berndt, E.R., Griliches, Z. ve Rappaport, N.** (1995). Econometric Estimates of Price Indexes for Personal Computers in the 1990's. *Journal of Econometrics*, **68**, 243-268.
- Berndt, E.R. ve Rappaport, N.** (2001). Price and Quality of Desktop and Mobile Personal Computers: A Quarter-Century Historical Overview. *American Economic Review*, **91**, 268-273.
- Bin, O.** (2004). "A prediction comparison of housing sales prices by parametric versus semi-parametric regressions." *Journal of Housing Economics* **13**(1): 68-84.
- Boskin, M.J., Dulberger, E.R., Gordon, R.J., Griliches, Z. ve Jorgensen, D.** (1996). *Toward a More Accurate Measure of the Cost of Living*. U.S. Government Printing Office, Washington.
- Bourassa, S. C., Cantoni E. ve diğ.** (2007). "Spatial dependence, housing submarkets, and house price prediction." *Journal of Real Estate Finance and Economics* **35**(2): 143-160.

- Bourassa, S. C., Cantoni, E.** ve diğ. (2010). "Predicting House Prices with Spatial Dependence: A Comparison of Alternative Methods." *Journal of Real Estate Research* **32**(2): 139-159.
- Bourassa, S. C., Hoesli, M.** ve diğ. (2006). "A simple alternative house price index method." *Journal of Housing Economics* **15**(1): 80-97.
- Brachinger, H.W.** (2003). "Statistical Theory of Hedonic Price Indices" Seminar Statistics University of Fribourg.
- Brasington, D. ve Haurin, D. R.** (2006). "Educational outcomes and house values: A test of the value added approach." *Journal of Regional Science* **46**(2): 245-268.
- Brasington, D. M.** (2004). "House prices and the structure of local government: An application of spatial statistics." *Journal of Real Estate Finance and Economics* **29**(2): 211-231.
- Brasington, D. M. ve Hite, D.** (2005). "Demand for environmental quality: a spatial hedonic analysis." *Regional Science and Urban Economics* **35**(1): 57-82.
- Brasington, D. M. ve Hite, D.** (2008). "A mixed index approach to identifying hedonic price models." *Regional Science and Urban Economics* **38**(3): 271-284.
- Brasington, D. M. ve Sarama, R. F.** (2008). "Deed types, house prices and mortgage interest rates." *Real Estate Economics* **36**(3): 587-610.
- Can, A. ve Megbolugbe, I.** (1997). "Spatial dependence and house price index construction." *Journal of Real Estate Finance and Economics* **14**(1-2): 203-222.
- Candan, A. B. ve Kolluoglu, B.** (2008). "Emerging spaces of neoliberalism: A gated town and a public housing project in Istanbul." *New Perspectives on Turkey*(39): 5-46.
- Case, B., Clapp, J.** ve diğ. (2004). "Modeling spatial and temporal house price patterns: A comparison of four models." *Journal of Real Estate Finance and Economics* **29**(2): 167-191.
- Case, B., Pollakowski, H. O.** ve diğ. (1991). "On Choosing Among House Price-Index Methodologies." *Areuea Journal-Journal of the American Real Estate & Urban Economics Association* **19**(3): 286-307.
- Case, B., Pollakowski, H. O.** ve diğ. (1997). "Frequency of transaction and house price modeling." *Journal of Real Estate Finance and Economics* **14**(1-2): 173-187.
- Case, B. ve Quigley, J. M.** (1991). "The Dynamics of Real Estate Prices." *The Review of Economics and Statistics* **73**(1): 50-58.
- Case, K. E. ve Shiller, R. J.** (1989). "The Efficiency of the Market for Single-Family Homes." *American Economic Review* **79**(1): 125-137.
- Chen, Z., Cho, S. H.** ve diğ. (2009). "Forecasting Housing Prices under Different Market Segmentation Assumptions." *Urban Studies* **46**(1): 167-187.

- Cheung, U. S. L., Yau, K. K. W.** ve diğ. (2004). "The effects of attributes on the repeat sales pattern of residential property in Hong Kong." *Journal of Real Estate Finance and Economics* **29**(3): 321-339.
- Clapham, E., Englund, P.** ve diğ. (2006). "Revisiting the past and settling the score: Index revision for house price derivatives." *Real Estate Economics* **34**(2): 275-302.
- Clapp, J. M.** (2003). "A semiparametric method for valuing residential locations: Application to automated valuation." *Journal of Real Estate Finance and Economics* **27**(3): 303-320.
- Clapp, J. M.** (2004). "A semiparametric method for estimating local house price indices." *Real Estate Economics* **32**(1): 127-160.
- Clapp, J. M. ve Giaccotto, C.** (1992). "Estimating Price Indices for Residential Property: A Comparison of Repeat Sales and Assessed Value Methods." *Journal of the American Statistical Association* **87**(418): 300-306.
- Clapp, J. M. ve Giaccotto, C.** (1998). "Price indices based on the hedonic repeat-sales method: Application to the housing market." *Journal of Real Estate Finance and Economics* **16**(1): 5-26.
- Clapp, J. M., Kim, H. J.** ve diğ. (2002). "Predicting spatial patterns of house prices using LPR and Bayesian smoothing." *Real Estate Economics* **30**(4): 505-532.
- Clayton, J.** (1997). "Are housing price cycles driven by irrational expectations?" *Journal of Real Estate Finance and Economics* **14**(3): 341-363.
- Cole, R., Chen, Y.C., Barquin-Stolleman, J.A., Dulberger, E., Helvacian, N., Hodge, J.H.** (1986). Quality-Adjusted Price Indexes for Computer Processors and Selected Peripheral Equipment. Survey of Current Business, 66, 41–50.
- Coulson, N. E. ve McMillen, D. P.** (2007). "The dynamics of intraurban quantile house price indexes." *Urban Studies* **44**(8): 1517-1537.
- Coulson, N. E. ve McMillen, D. P.** (2008). "Estimating time, age and vintage effects in housing prices." *Journal of Housing Economics* **17**(2): 138-151.
- Davies, P.L. ve Gather, U.** (1993). The Identification of Multiple Outliers. *Journal of the American Statistical Association*, 88, 782–792.
- Deng, Y. H. ve Quigley, J. M.** (2008). "Index revision, house price risk, and the market for house price derivatives." *Journal of Real Estate Finance and Economics* **37**(3): 191-209.
- Dipasquale, D.** (1999). "Why don't we know more about housing supply?" *Journal of Real Estate Finance and Economics* **18**(1): 9-23.
- Diewert, E., Brachinger, H.W. ve Diewert, E.** (2002). Hedonic Methods in Price Statistics: Theory and Practice. Springer, Heidelberg.
- Dokmeci, V. ve Berköz, L.** (2000). "Residential-location preferences according to demographic characteristics in Istanbul." *Landscape and Urban Planning* **48**(1-2): 45-55.
- Dokmeci, V., Berköz, L.** ve diğ. (1996). "Residential preferences in Istanbul." *Habitat International* **20**(2): 241-251.

- Dokmeci, V.** (1986). "Turkey - Distribution Of Cities And Change Overtime." *Ekistics-the Problems and Science of Human Settlements* **53**(316-17): 13-17.
- Dreiman, M. H. ve Pennington-Cross, A.** (2004). "Alternative methods of increasing the precision of weighted repeat sales house prices indices." *Journal of Real Estate Finance and Economics* **28**(4): 299-317.
- Dubin, R. A.** (1998). "Predicting house prices using multiple listings data." *Journal of Real Estate Finance and Economics* **17**(1): 35-59.
- Eichholtz, P. M. A.** (1997). "A long run house price index: The Herengracht Index, 1628-1973." *Real Estate Economics* **25**(2): 175-192.
- Englund, P., Quigley, J. M. ve diğ.** (1998). "Improved price indexes for real estate: Measuring the course of Swedish housing prices." *Journal of Urban Economics* **44**(2): 171-196.
- Englund, P., Quigley, J. M. ve diğ.** (1999). "The choice of methodology for computing housing price indexes: Comparisons of temporal aggregation and sample definition." *Journal of Real Estate Finance and Economics* **19**(2): 91-112.
- Fan, G. Z., Ong, S. E. ve diğ.** (2006). "Determinants of house price: A decision tree approach." *Urban Studies* **43**(12): 2301-2315.
- Fortura, P. ve Kushner, J.** (1986). "Canadian Inter-City House Price Differentials." *Areuea Journal-Journal of the American Real Estate & Urban Economics Association* **14**(4): 525-536.
- Francke, M. K.** (2010). "Repeat Sales Index for Thin Markets A Structural Time Series Approach." *Journal of Real Estate Finance and Economics* **41**(1): 24-52.
- Francke, M. K. ve Vos, G. A.** (2004). "The hierarchical trend model for property valuation and local price indices." *Journal of Real Estate Finance and Economics* **28**(2-3): 179-208.
- Franklin, M. F., Zvi, G. ve diğ.** (1962). "The Costs of Automobile Model Changes since 1949." *Journal of Political Economy* **70**.
- Fraser, P., Hoesli, M. ve diğ.** (2008). "House prices and bubbles in New Zealand." *Journal of Real Estate Finance and Economics* **37**(1): 71-91.
- Gallin, J.** (2006). "The long-run relationship between house prices and income: Evidence from local housing markets." *Real Estate Economics* **34**(3): 417-438.
- Gatzlaff, D. H. ve Haurin, D. R.** (1997). "Sample selection bias and repeat-sales index estimates." *Journal of Real Estate Finance and Economics* **14**(1-2): 33-50.
- Gatzlaff, D. H. ve Haurin, D. R.** (1998). "Sample selection and biases in local house value indices." *Journal of Urban Economics* **43**(2): 199-222.
- Gelfand, A. E., Ecker, M. D. ve diğ.** (2004). "The dynamics of location in home price." *Journal of Real Estate Finance and Economics* **29**(2): 149-166.
- Geltner, D., MacGregor, B. D. ve diğ.** (2003). "Appraisal smoothing and price discovery in real estate markets." *Urban Studies* **40**(5-6): 1047-1064.

- Gibb, K. ve Hoesli, M.** (2003). "Developments in urban housing and property markets." *Urban Studies* **40**(5-6): 887-896.
- Gillen, K., Thibodeau, T.** ve diğ. (2001). "Anisotropic autocorrelation in house prices." *Journal of Real Estate Finance and Economics* **23**(1): 5-30.
- Goodman, A. C. ve Thibodeau, T. G.** (1998). "Dwelling age heteroskedasticity in repeat sales house price equations." *Real Estate Economics* **26**(1): 151-171.
- Goodman, A. C. ve Thibodeau, T. G.** (2007). "The spatial proximity of metropolitan area housing submarkets." *Real Estate Economics* **35**(2): 209-232.
- Goodman, J. L.** (1998). "Aggregation of local housing markets." *Journal of Real Estate Finance and Economics* **16**(1): 43-53.
- Griliches, Z.** (1961). Hedonic Price Indexes for Automobiles: An Econometric Analysis of Quality Change. In: Stigler, G. (chairman) The Price Statistics of the Federal Government. Columbia University Press, New York.
- Griliches, Z.** (1971). Hedonic Price Indexes Revisited. In: Griliches, Z. (ed) Price Indexes and Quality Change: Studies in New Methods of Measurement. Harvard University Press, Cambridge.
- Grimes, A. ve Aitken, A.** (2010). "Housing Supply, Land Costs and Price Adjustment." *Real Estate Economics* **38**(2): 325-353.
- Harhoff, D. ve Moch, D.** (1997). Price indexes for PC database software and the value of code compatibility. *Research Policy*, 26, 509–520.
- Haurin, D. R. ve Hendershott, P. H.** (1991). "House Price Indexes - Issues And Results." *Areuea Journal-Journal of the American Real Estate & Urban Economics Association* **19**(3): 259-269.
- Haurin, D. R., Hendershott, P. H.** ve diğ. (1991). "Local House Price Indexes - 1982-1991." *Areuea Journal-Journal of the American Real Estate & Urban Economics Association* **19**(3): 451-472.
- Hendershott, P. H. ve Thibodeau, T. G.** (1990). "The Relationship Between Median And Constant Quality House Prices - Implications For Setting Fha Loan Limits." *Areuea Journal-Journal of the American Real Estate & Urban Economics Association* **18**(3): 323-334.
- Hill, R. J. ve Melser, D.** (2008). "Hedonic Imputation And The Price Index Problem: An Application To Housing." *Economic Inquiry* **46**(4): 593-609.
- Ho, L. S., Ma, Y.** ve diğ. (2008). "Domino Effects Within a Housing Market: The Transmission of House Price Changes Across Quality Tiers." *Journal of Real Estate Finance and Economics* **37**(4): 299-316.
- Hoffmann, J.** (2002). Hedonic Methods for Assessing the Accuracy of Price Statistics: Evidence from Microwave ovens in Germany. In: Brachinger, H.W., Diewert, E.: Hedonic Methods in Price Statistics: Theory and Practice. Springer, Heidelberg.
- Hui, E. C. M. ve Gu, Q.** (2009). "Study Of Guangzhou House Price Bubble Based On State-Space Model." *International Journal of Strategic Property Management* **13**(4): 287-298.

- Ihlanfeldt, K. R.** (2007). "The effect of land use regulation on housing and land prices." *Journal of Urban Economics* **61**(3): 420-435.
- Jansen, S. J. T., de Vries, P.** ve diğ. (2008). "Developing a house price index for the netherlands: A practical application of weighted repeat sales." *Journal of Real Estate Finance and Economics* **37**(2): 163-186.
- Jauregui, A. ve Hite, D.** (2010). "The impact of real estate agents on house prices near environmental disamenities." *Housing Policy Debate* **20**(2): 295-316.
- Jones, C. ve Leishman, C.** (2006). "Spatial dynamics of the housing market: An interurban perspective." *Urban Studies* **43**(7): 1041-1059.
- Jud, G. D. ve Winkler, D. T.** (2003). "The Q theory of housing investment." *Journal of Real Estate Finance and Economics* **27**(3): 379-392.
- Judge, G.G., Griffiths, W.E., Hill, R.C., Lutkepohl, H. ve Lee, T-C.** (1985). *The Theory and Practice of Econometrics*. Wiley, New York, 2nd edn.
- Keskin, B.** (2008). "Hedonic Analysis Of Price In The Istanbul Housing Market." *International Journal of Strategic Property Management* **12**(2): 125-138.
- Kiel, K. A. ve Zabel, J. E.** (1997). "Evaluating the usefulness of the American Housing Survey for creating house price indices." *Journal of Real Estate Finance and Economics* **14**(1-2): 189-202.
- Kiel, K. A. ve Zabel, J. E.** (1999). "The accuracy of owner-provided house values: The 1978-1991 American Housing Survey." *Real Estate Economics* **27**(2): 263-298.
- Kiel, K. A. ve Zabel, J. E.** (2008). "Location, location, location: The 3L Approach to house price determination." *Journal of Housing Economics* **17**(2): 175-190.
- Knight, J. R., Dombrow, J.** ve diğ. (1995). "A Varying Parameters Approach To Constructing House Price Indexes." *Real Estate Economics* **23**(2): 187-205.
- Kong, F. H., Yin, H. W.** ve diğ. (2007). "Using GIS and landscape metrics in the hedonic price modeling of the amenity value of urban green space: A case study in Jinan City, China." *Landscape and Urban Planning* **79**(3-4): 240-252.
- Kuo, C. L.** (1997). "A Bayesian approach to the construction and comparison of alternative house price indices." *Journal of Real Estate Finance and Economics* **14**(1-2): 113-132.
- Lancaster, K.J.** (1966). A New Approach to Consumer Theory. *Journal of Political Economy*, 74, 132-157.
- Lee, B. S., Chung, E. C.** ve diğ. (2005). "Dwelling age, redevelopment, and housing prices: The case of apartment complexes in Seoul." *Journal of Real Estate Finance and Economics* **30**(1): 55-80.
- Levin, E. J. ve Pryce, G. B. J.** (2007). "A statistical explanation for extreme bids in the house market." *Urban Studies* **44**(12): 2339-2355.
- Liu, P., Rong, X.** ve diğ. (2008). *Dynamic Housing Price Based on Adaptive Expectation*. Beijing, China Architecture & Building Press.

- Luttik, J.** (2000). "The value of trees, water and open space as reflected by house prices in the Netherlands." *Landscape and Urban Planning* **48**(3-4): 161-167.
- Lux, M. ve Sunega, P.** (2010). "The Sustainability Of House Price Trends In The Czech Republic." *Politicka Ekonomie* **58**(2): 225-252.
- Malpezzi, S.** (1999). "A simple error correction model of house prices." *Journal of Housing Economics* **8**(1): 27-62.
- Malpezzi, S. ve Mayo, S. K.** (1997). "Housing and urban development indicators: A good idea whose time has returned." *Real Estate Economics* **25**(1): 1-11.
- Mayer, C. ve Quigley, J. M.** (2003). "[Is There a Bubble in the Housing Market?]. Comments and Discussion." *Brookings Papers on Economic Activity* **2003**(2): 343-362.
- McMillen, D. P.** (2003). "Neighborhood house price indexes in Chicago: a Fourier repeat sales approach." *Journal of Economic Geography* **3**(1): 57-73.
- McMillen, D. P.** (2003). "The return of centralization to Chicago: using repeat sales to identify changes in house price distance gradients." *Regional Science and Urban Economics* **33**(3): 287-304.
- McMillen, D. P. ve McDonald, J.** (2004). "Reaction of house prices to a new rapid transit line: Chicago's midway line, 1983-1999." *Real Estate Economics* **32**(3): 463-486.
- McMillen, D. P. ve Thorsnes, P.** (2006). "Housing renovations and the quantile repeat-sales price index." *Real Estate Economics* **34**(4): 567-584.
- Meese, R. ve Wallace, N.** (2003). "House price dynamics and market fundamentals: The Parisian housing market." *Urban Studies* **40**(5-6): 1027-1045.
- Meese, R. A. ve Wallace, N. E.** (1997). "The construction of residential housing price indices: A comparison of repeat-sales, hedonic-regression, and hybrid approaches." *Journal of Real Estate Finance and Economics* **14**(1-2): 51-73.
- Mikhed, V. ve Zemcik, P.** (2009). "Testing for Bubbles in Housing Markets: A Panel Data Approach." *Journal of Real Estate Finance and Economics* **38**(4): 366-386.
- Moulton, B.R.** (2002). The Expanding Role of Hedonic Methods in the Official Statistics of the United States. In: Brachinger, H.W., Diewert, E.: Hedonic Methods in Price Statistics: Theory and Practice. Springer, Heidelberg.
- Oikarinen, E.** (2009). "Household borrowing and metropolitan housing price dynamics - Empirical evidence from Helsinki." *Journal of Housing Economics* **18**(2): 126-139.
- Ong, S. E., Ho, K. H. D. ve diğ.** (2003). "A constant-quality price index for resale public housing flats in Singapore." *Urban Studies* **40**(13): 2705-2729.
- Orford, S.** (2000). "Modelling spatial structures in local housing market dynamics: A multilevel perspective." *Urban Studies* **37**(9): 1643-1671.
- Ozus, E., Dokmeci, V. ve diğ.** (2007). "Spatial analysis of residential prices in Istanbul." *European Planning Studies* **15**(5): 707-721.

- Pace, R. K., Barry, R.** ve diğ. (1998). "Spatial statistics and real estate." *Journal of Real Estate Finance and Economics* **17**(1): 5-13.
- Paez, A., Long, F.** ve diğ. (2008). "Moving window approaches for hedonic price estimation: An empirical comparison of modelling techniques." *Urban Studies* **45**(8): 1565-1581.
- Palmquist, R. B.** (1980). "Alternative Techniques for Developing Real Estate Price Indexes." *The Review of Economics and Statistics* **62**(3): 442-448.
- Park, S. W., Bahng, D. W.** ve diğ. (2010). "Price Run-up in Housing Markets, Access to Bank Lending and House Prices in Korea." *Journal of Real Estate Finance and Economics* **40**(3): 332-367.
- Peek, J. ve Wilcox, J. A.** (1991). "The Measurement And Determinants Of Single-Family House Prices." *Areuea Journal-Journal of the American Real Estate & Urban Economics Association* **19**(3): 353-382.
- Posedel, P. ve Vizek, M.** (2009). "House price determinants in transition and EU-15 countries." *Post-Communist Economies* **21**(3): 327-343.
- Randolph, W. C.** (1988). "Housing Depreciation And Aging Bias In The Consumer Price-Index." *Journal of Business & Economic Statistics* **6**(3): 359-371.
- Riddell, M.** (2004). "Housing-market disequilibrium: an examination of housing-market price and stock dynamics 1967-1998." *Journal of Housing Economics* **13**(2): 120-135.
- Rosen, S.** (1974). Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition. *Journal of Political Economy*, 82, 34-55.
- Rousseeuw, P.J. ve van Zomeren, B.C.** (1990). Unmasking multivariate outliers and leverage points. *Journal of the American Statistical Association*, 85, 633-639.
- Schulz, R. ve Werwatz, A.** (2004). "A state space model for Berlin house prices: Estimation and economic interpretation." *Journal of Real Estate Finance and Economics* **28**(1): 37-57.
- Schwann, G. M.** (1998). "A real estate price index for thin markets." *Journal of Real Estate Finance and Economics* **16**(3): 269-287.
- Shi, S., Young, M.** ve diğ. (2009). "Issues in measuring a monthly house price index in New Zealand." *Journal of Housing Economics* **18**(4): 336-350.
- Shiller, R. J. ve Weiss, A. N.** (1999). "Evaluating real estate valuation systems." *Journal of Real Estate Finance and Economics* **18**(2): 147-161.
- Shilling, J. D., Sirmans, C. F.** ve diğ. (1991). "The Impact Of State Land-Use Controls On Residential Land Values." *Journal of Regional Science* **31**(1): 83-92.
- Sing, T. F., Tsai, I. C.** ve diğ. (2006). "Price dynamics in public and private housing markets in Singapore." *Journal of Housing Economics* **15**(4): 305-320.
- Sirmans, G. S., MacDonald, L.** ve diğ. (2006). "The value of housing characteristics: A meta analysis." *Journal of Real Estate Finance and Economics* **33**(3): 215-240.



- Smith, B. A. ve Tesarek, W. P.** (1991). "House Prices And Regional Real-Estate Cycles - Market Adjustments In Houston." *Areuea Journal-Journal of the American Real Estate & Urban Economics Association* **19**(3): 396-416.
- Stevenson, S.** (2004). "New empirical evidence on heteroscedasticity in hedonic housing models." *Journal of Housing Economics* **13**(2): 136-153.
- Sun, H., Tu, Y. ve diğ.** (2005). "A spatio-temporal autoregressive model for multi-unit residential market analysis." *Journal of Real Estate Finance and Economics* **31**(2): 155-187.
- Theebe, M. A. J.** (2004). "Planes, trains, and automobiles: The impact of traffic noise on house prices." *Journal of Real Estate Finance and Economics* **28**(2-3): 209-234.
- Triplett, J.E.** (1990). Hedonic Methods in Statistical Agency Environments: An Intellectual Biopsy. In: Berndt, E.R., Triplett, J.E. (eds) Fifty Years of Economic Measurement. University of Chicago Press, Chicago.
- Triplett J.E.** (2002). In: Brachinger, H.W., Diewert, E.: Hedonic Methods in Price Statistics: Theory and Practice. Springer, Heidelberg.
- Tse, R. Y. C.** (2002). "Estimating neighbourhood effects in house prices: Towards a new hedonic model approach." *Urban Studies* **39**(7): 1165-1180.
- Tu, Y., Sun, H. ve diğ.** (2007). "Spatial autocorrelations and urban housing market segmentation." *Journal of Real Estate Finance and Economics* **34**(3): 385-406.
- Willcocks, G.** (2009). "UK Housing Market: Time Series Processes with Independent and Identically Distributed Residuals." *Journal of Real Estate Finance and Economics* **39**(4): 403-414.
- Xiao, Q. ve Park, D.** (2010). "Seoul housing prices and the role of speculation." *Empirical Economics* **38**(3): 619-644.
- Yi, J. J. ve Zhang, J. S.** (2010). "The Effect Of House Price On Fertility: Evidence From Hong Kong." *Economic Inquiry* **48**(3): 635-650.
- Yonder, A.** (1987). "Informal Land And Housing Markets - The Case Of Istanbul, Turkey." *Journal of the American Planning Association* **53**(2): 213-219.
- Zabel, J. E.** (1999). "Controlling for quality in house price indices." *Journal of Real Estate Finance and Economics* **19**(3): 223-241.
- Zietz, J., Zietz, E. N. ve diğ.** (2008). "Determinants of House Prices: A Quantile Regression Approach." *Journal of Real Estate Finance and Economics* **37**(4): 317-333.



## **EKLER**

**EK A:** Otokorelasyon Sonuçları

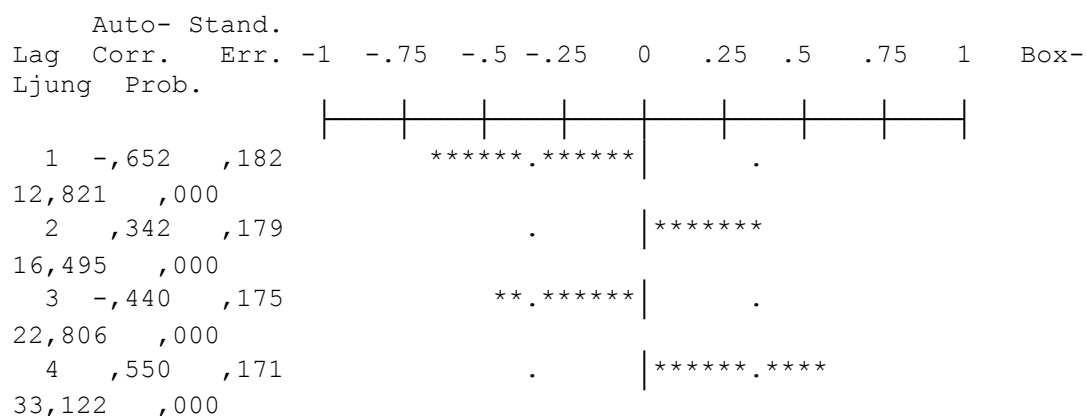
**EK B:** Histogram Grafiği

**EK C:** Korelasyon Tablosu





Transformations: natural log, difference (1)



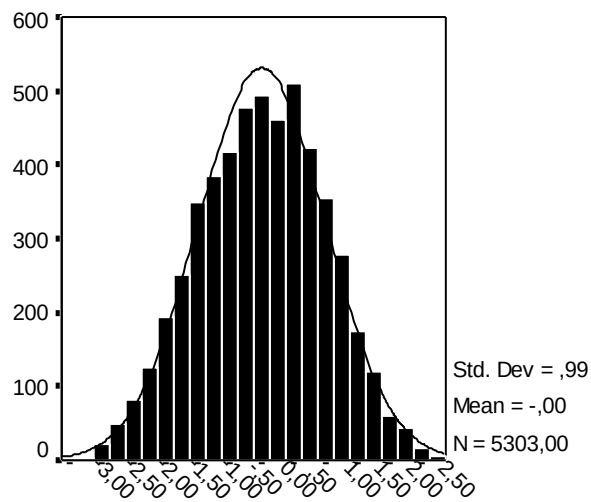
Plot Symbols: Autocorrelations \* Two Standard Error Limits  
.

Total cases: 28 Computable first lags after differencing: 26

## EK B: Histogram Grafiği

### Histogram

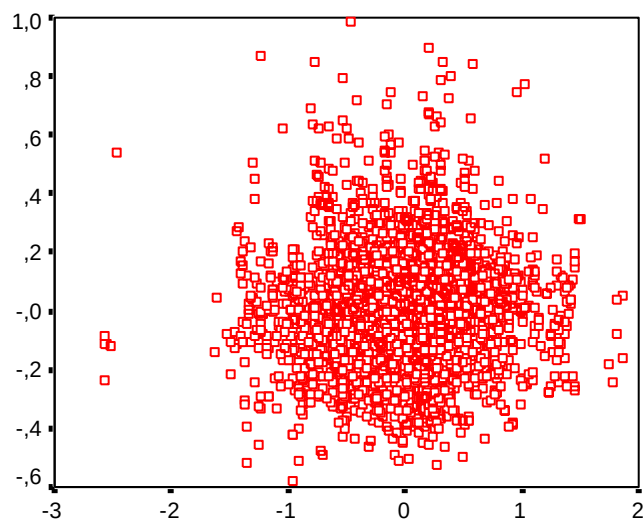
Dependent Variable: PRC\_LN



Regression Standardized Residual

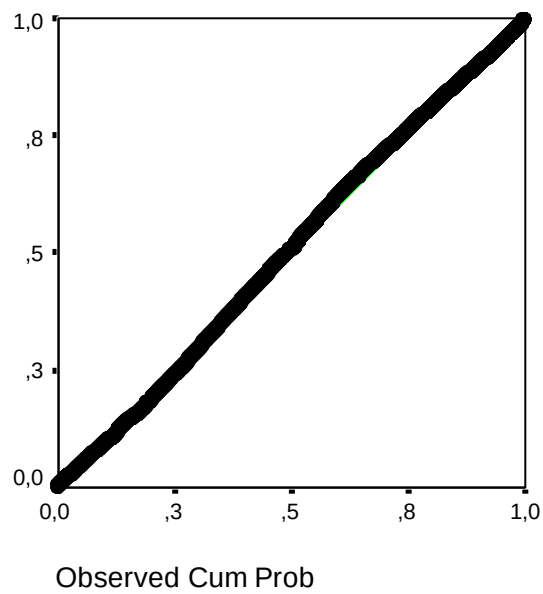
### Partial Regression Plot

Dependent Variable: LNPRICE



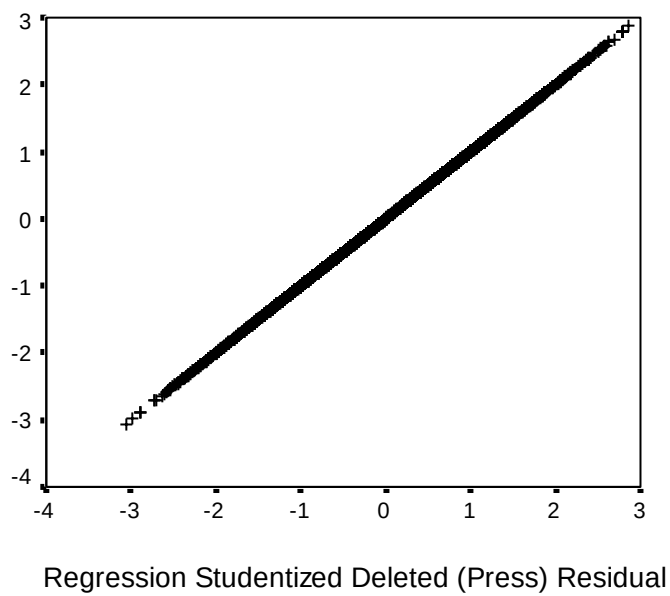
## Normal P-P Plot of Regression

Dependent Variable: PRC\_LN



## Scatterplot

Dependent Variable: PRC\_LN





## EK C: Korelasyon Tablosu

|         | lnprice | room    | age     | floor   | ent     | heat    | free    |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| lnprice | 1.0000  |         |         |         |         |         |         |
| room    | 0.3455  | 1.0000  |         |         |         |         |         |
| age     | 0.1640  | -0.1285 | 1.0000  |         |         |         |         |
| floor   | 0.1618  | 0.0917  | 0.0061  | 1.0000  |         |         |         |
| ent     | -0.1389 | -0.1452 | -0.0712 | -0.6687 | 1.0000  |         |         |
| heat    | -0.0421 | 0.0693  | -0.1643 | 0.0312  | -0.0732 | 1.0000  |         |
| free    | -0.0267 | -0.0038 | -0.2821 | -0.0123 | -0.0210 | 0.1769  | 1.0000  |
| rent    | -0.1406 | -0.0581 | 0.0308  | -0.0357 | 0.0715  | -0.1267 | -0.3211 |
| land    | 0.2681  | 0.0145  | 0.0561  | -0.0339 | 0.0644  | -0.0000 | 0.0901  |
| condo   | 0.2180  | -0.0480 | 0.2034  | 0.0057  | -0.0292 | 0.0155  | 0.0333  |
| sqmt    | 0.4230  | 0.7850  | -0.1154 | 0.0956  | -0.1471 | 0.0497  | -0.0113 |
| carpark | 0.2158  | 0.1269  | -0.1750 | 0.1838  | -0.0500 | 0.0509  | 0.0373  |
| seaview | -0.0191 | 0.0583  | -0.0418 | 0.2522  | -0.0511 | 0.0506  | -0.0216 |
| bfloor  | 0.0656  | -0.0882 | -0.0356 | 0.4097  | -0.0994 | 0.0035  | -0.0641 |
| bath    | 0.3634  | 0.4443  | -0.0943 | 0.1316  | -0.0875 | 0.1088  | 0.0650  |
| metro   | 0.0659  | -0.0761 | 0.1070  | 0.0401  | -0.0616 | 0.0835  | 0.0189  |
| public  | -0.0133 | 0.0182  | 0.1016  | 0.0403  | -0.0236 | 0.2120  | 0.0822  |
| seatr   | 0.0743  | 0.0005  | 0.0337  | -0.0063 | 0.0197  | -0.0300 | -0.0692 |
| elav    | 0.3519  | 0.2038  | -0.1680 | 0.1964  | 0.0135  | 0.0425  | 0.0523  |
| onsite  | 0.0380  | 0.0353  | -0.1587 | 0.1274  | 0.0006  | 0.0068  | 0.0789  |
| genera  | 0.2694  | 0.0201  | -0.1624 | 0.2235  | -0.0734 | 0.0099  | 0.0023  |
| new_bk  | -0.0344 | 0.0825  | -0.1068 | 0.1033  | -0.0364 | 0.1758  | 0.1314  |
| shop    | 0.2491  | 0.0092  | -0.0137 | 0.0337  | -0.0710 | 0.0232  | 0.0217  |
| indust  | -0.1186 | 0.0245  | -0.0612 | -0.0586 | 0.0324  | 0.0342  | 0.0059  |
| univ    | 0.0662  | 0.0192  | 0.0680  | 0.0255  | -0.0443 | -0.0970 | -0.0597 |
| green   | 0.0048  | -0.0394 | -0.0888 | 0.0912  | -0.0523 | 0.0416  | 0.0997  |
| balco   | 0.0381  | 0.0436  | 0.0785  | 0.1182  | -0.1909 | 0.1375  | 0.0565  |
| avr     | 0.3115  | -0.0389 | 0.2033  | 0.0061  | -0.0607 | -0.0581 | -0.0174 |
|         | rent    | land    | condo   | sqmt    | carpark | seaview | bfloor  |
| rent    | 1.0000  |         |         |         |         |         |         |
| land    | -0.0469 | 1.0000  |         |         |         |         |         |
| condo   | -0.0478 | 0.2542  | 1.0000  |         |         |         |         |
| sqmt    | -0.0625 | -0.0042 | -0.0385 | 1.0000  |         |         |         |
| carpark | -0.0008 | 0.0857  | -0.0280 | 0.1287  | 1.0000  |         |         |
| seaview | -0.0140 | -0.0248 | -0.0590 | 0.0673  | 0.1753  | 1.0000  |         |
| bfloor  | 0.0436  | 0.0537  | 0.0046  | -0.0798 | 0.3362  | 0.2462  | 1.0000  |
| bath    | -0.0776 | 0.0494  | 0.0740  | 0.4873  | 0.2307  | 0.0166  | 0.0292  |
| metro   | -0.0750 | -0.0647 | 0.0996  | -0.0753 | -0.1946 | -0.0838 | -0.0086 |
| public  | -0.0697 | -0.0856 | 0.1209  | -0.0227 | 0.0312  | 0.0180  | 0.0002  |
| seatr   | 0.0790  | 0.0114  | -0.0360 | 0.0437  | -0.0729 | 0.0607  | -0.0160 |
| elav    | -0.0285 | 0.1618  | 0.0067  | 0.1714  | 0.4852  | 0.1320  | 0.4551  |
| onsite  | 0.1303  | 0.0568  | -0.0770 | 0.0474  | 0.4453  | 0.0357  | 0.2348  |
| genera  | 0.0544  | 0.0767  | 0.0873  | 0.0710  | 0.2862  | 0.0401  | 0.2658  |
| new_bk  | -0.0822 | 0.0208  | -0.0640 | 0.0624  | 0.1900  | 0.1227  | 0.1633  |
| shop    | -0.0310 | 0.0581  | 0.1331  | 0.0003  | 0.0862  | 0.0157  | -0.0188 |
| indust  | -0.0037 | -0.0841 | -0.0401 | -0.0020 | -0.1036 | -0.0395 | -0.0556 |
| univ    | -0.0239 | 0.0239  | 0.0233  | 0.0100  | 0.0124  | -0.0194 | -0.0429 |
| green   | 0.0776  | 0.0174  | -0.0039 | 0.0073  | 0.2090  | -0.0003 | 0.1261  |
| balco   | -0.0226 | -0.0233 | 0.0999  | 0.0224  | 0.0788  | 0.0516  | 0.0540  |
| avr     | -0.0734 | 0.0454  | 0.2637  | 0.0253  | -0.2555 | -0.1789 | -0.0765 |
|         | bath    | metro   | public  | seatr   | elav    | onsite  | genera  |
| bath    | 1.0000  |         |         |         |         |         |         |
| metro   | -0.0250 | 1.0000  |         |         |         |         |         |
| public  | 0.1291  | 0.2107  | 1.0000  |         |         |         |         |
| seatr   | -0.0319 | -0.0026 | 0.0375  | 1.0000  |         |         |         |
| elav    | 0.1956  | -0.0776 | -0.0153 | 0.0488  | 1.0000  |         |         |
| onsite  | 0.1427  | -0.1132 | 0.0254  | -0.0511 | 0.2598  | 1.0000  |         |
| genera  | 0.1816  | -0.0508 | 0.0234  | -0.0183 | 0.2418  | 0.2974  | 1.0000  |
| new_bk  | 0.1256  | -0.0930 | 0.0631  | 0.0421  | 0.1612  | 0.0245  | 0.0285  |
| shop    | 0.0607  | 0.1629  | 0.0831  | 0.0964  | 0.0521  | -0.0302 | 0.0994  |
| indust  | -0.0048 | 0.1888  | 0.0628  | 0.0036  | -0.1484 | -0.0320 | 0.0038  |
| univ    | -0.0043 | -0.0369 | -0.0411 | -0.0105 | 0.0084  | 0.0151  | -0.0191 |
| green   | 0.0259  | -0.0305 | 0.0628  | 0.0124  | 0.0955  | 0.3291  | 0.2618  |
| balco   | 0.1101  | -0.0296 | 0.2015  | 0.0066  | 0.0760  | 0.0180  | -0.0355 |
| avr     | -0.0148 | 0.3294  | 0.0417  | 0.0538  | -0.0358 | -0.1358 | 0.0964  |
|         | new_bk  | shop    | indust  | univ    | green   | balco   | avr     |
| new_bk  | 1.0000  |         |         |         |         |         |         |
| shop    | -0.0710 | 1.0000  |         |         |         |         |         |
| indust  | -0.0452 | -0.0134 | 1.0000  |         |         |         |         |
| univ    | -0.0424 | 0.0466  | -0.0138 | 1.0000  |         |         |         |
| green   | 0.0337  | 0.0248  | 0.0083  | 0.0466  | 1.0000  |         |         |
| balco   | 0.1349  | 0.0158  | -0.1253 | 0.0428  | 0.0348  | 1.0000  |         |
| avr     | -0.2291 | 0.2195  | 0.1613  | 0.0258  | -0.0149 | -0.0425 | 1.0000  |



## ÖZGEÇMİŞ



**Ad Soyad:** Kerem Yavuz ARSLANLI

**Doğum Yeri ve Tarihi:** Tekirdağ / 1979

**Adres:** İTÜ Mimarlık Fakültesi Taşkişla Binası 34437

**E-posta:** arslanli@itu.edu.tr

**Lisans Üniversitesi:** İTÜ Mimarlık Fakültesi Şehir ve Bölge Planlaması Bölümü

**Yüksek Lisans:** İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Gayrimenkul Geliştirme Programı

**Mesleki Deneyim:** İTÜ Çevre ve Şehircilik Uygulama ve Araştırma Merkezi 2002-2012 (Araş. Gör.)

### Yayın Listesi:

**Arslanlı, K., Unlukara, T., Dökmeci, V.,** (2011) "Transformation of Public Spaces in Istanbul" European Planning Studies Vol. 19, Iss. 6.

**Arslanlı, K.,** (2010) "Urban Regeneration and Property Values: Analysis of Istanbul Performance in 20 years" International Planning History Society Conference 2010 Istanbul Turkey.

**Arslanlı, K.,** (2009) "Effects of Urban Planning on Real Estate Property Values" N. Zeren Gülersoy, F., Gezici, B.Önem, K. Arslanlı, Ed. in New Approaches in Urban and Regional Planning Istanbul: Cenkler Matbaası, p.309-318.

**Arslanlı, K.,** (2008) "A study on Demand and Supply of Real Estate Education in Turkey" 4th Annual European Real Estate Society Education Seminar 2008 Bucharest-Romania.

## **TEZDEN TÜRETİLEN YAYINLAR/SUNUMLAR**

**Arslanlı. K, Yalın. D. ve Dökmeci. V.** (2006) “Residential Location and Housing Values:an Assessment of Real Estate Value Distribution in İstanbul” The 13th Annual European Real Estate Society Conferance 2006 Weimar.

**Arslanlı, K.** (2006) “Interaction of Housing Values Between Districts of Istanbul: Case Study from 2001-2005” 46th Congress of the European Regional Science Association (ERSA) Volos, Greece 30 August-3 September 2006

**Arslanlı. K. ve Dökmeci, V.** (2007) “Distribution Local House Price Index for Istanbul Metropolitan Area” The 14th Annual European Real Estate Society Conferance 2007 London

**Arslanlı. K. ve Dökmeci, V.** (2008) “Spatial distribution of house prices: the case of Istanbul Metropolitan Area” The 48th European Congress of Regional Science Association International 27-31.08.2008 Liverpool