

T.C
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İSTANBUL'DA ŞEHİRLEŞMENİN YAĞIŞ
ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

MEHMET KALKAN
2501180069

TEZ DANIŞMANI
PROF. DR. BARBAROS GÖNENÇGİL

İSTANBUL-2020

ÖZ

İSTANBUL’DA ŞEHİRLEŞMENİN YAĞIŞ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

MEHMET KALKAN

Son 50 yıldır gerçekleşen şehirleşme süreci, şehirlerde yüzey değişimlerine neden olurken, diğer yandan yağış gibi iklim parametreleri üzerinde de önemli rol oynamaktadır. Bu bakımından 1950’lerden beri hızlı bir şehirleşme süreci içerisinde bulunan İstanbul bu amaçla çalışma alanı olarak belirlenmiş, uzun yıllık meteorolojik veri setleri üzerinden bu süreç çalışılmıştır.

Bu tezde İstanbul’da şehirleşme sürecinin meydana getirdiği büyümenin “günlük toplam yağışlar” ve “kar yağışlı gün sayısı” verileri üzerindeki değişimlere ne derece etkili olduğu incelenmiştir. Bu amaçla İstanbul sınırları içerisindeki Florya, Sarıyer, Kumköy-Kilyos, Şile ve Kadıköy Rıhtım meteoroloji istasyonlarına ait uzun yıllık “günlük toplam yağışlar” ve “kar yağışlı gün sayısı” verileri üzerinde

-Kruskal Wallis H testi

-Regresyon Analizleri

-Ki-Kare ve Ki-Kare Benzerlik Oranı Testleri

yapılarak % 95 anlamlılık düzeyinde yapılan sorgulamalarla, aylık ve mevsimlik dağılımların anlamlılığı üzerinde çalışılmıştır.

Bun sonuçlara göre, “Günlük toplam yağışlarda” uzun yıllık ortalamada bazı aylarda istatistik olarak anlamlı artışlar görülmektedir. “Kar yağışlı gün sayıları” üzerinde yapılan regresyon analizlerine göre yıllar arttıkça kar yağışlı olan gün sayıları azalış göstermektedir. Bu durum bize İstanbul’da şehirleşme sürecinin, yağış parametresi üzerindeki değişimler hakkında sonuçlar vermektedir.

Anahtar Kelimeler: Şehirleşme süreci, Yağışlı gün sınıflandırması, Kruskal Wallis H, Regresyon analizi,

ABSTRACT

THE EFFECT OF URBANİZATION ON RAIN IN ISTANBUL

MEHMET KALKAN

While the urbanization process that has taken place in the last 50 years causes surface changes in the cities, it also plays an important role on climate parameters such as precipitation. In this respect, Istanbul, which has been in a rapid urbanization process since 1950s, has been determined as a study area for this purpose and this process has been studied over long term meteorological data sets.

In this thesis, the extent to which the growth caused by the urbanization process in İstanbul is affected by the changes on the “ daily total precipitation” and “ the number of days with snowfall” data are examined. For this purpose, the data on long-term “daily total precipitation” and “number of snow days” belonging to the Florya, Sarıyer, Kumköy-Kilyos, Şile and Kadıköy Rıhtım meteorology stations within the borders of Istanbul.

-Kruskall Wallis H Test

-Regression Analysis

-Chi-Square and Chi-Square Similarity Tests

With the inquiries made at the level of %95 significance, the significance of monthly and seasonal distributions was studied.

According to these results, there is a statistically significant increase in the long-term average of “daily total precipitation” in some months. According to the regression analysis performed on the “snow days” number of years, the number of days with decreases as the years increase. This situation gives us results about the changes in the urbanization process and precipitation parameters in İstanbul.

Keywords: Urbanization process, Rainy day classification, Kruskal Wallis H, Regression Analysis

ÖNSÖZ

Çalışmada amaç; şehirleşmenin yağış üzerindeki etkisinin ne yönde olduğunu açıklayarak İstanbul'da şehirleşme sürecinin gelişimi ve yağış parametreleri üzerindeki etkisini ortaya koymaktır. İstatistiksel anlamda, bu etkiyi inceleyebilmek için Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden elde edilen, İstanbul sınırları içerisindeki Florya, Sarıyer, Kumköy-Kilyos, Şile ve Kadıköy Rıhtım meteoroloji istasyonlarına ait uzun yıllık “günlük toplam yağışlar ve “kar yağışlı gün sayısı” verileri üzerinde nonparametrik yöntemler ile çalışılmıştır.

Çalışmayı hazırlamamda yardımlarını esirgemeyen danışmanım Prof. Dr. Barbaros GÖNENÇGİL' e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca çalışma sürecimde, meteorolojik verileri el etmemde yardımcı olan, Meteoroloji Genel Müdürlüğü ve Kartal Meteoroloji Birinci Bölge Müdürlüğü personeli, İBB personeli ve değerli iş arkadaşım Yeşim Yalçın Örnek'e bu süreç içerisindeki katkılarından dolayı aileme ve değerli dostum Mustafa Bilgiç'e teşekkürü bir borç bilirim.

İSTANBUL-2020

MEHMET KALKAN

İÇİNDEKİLER

ÖZ.....	ii
ABSTRACT	iii
ÖNSÖZ.....	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	viii
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

ÇALIŞMA ALANI VE İSTASYONLAR

1.1 İstanbul'un Konumu	8
1.2 İstanbul'un Şehirleşme Süreci	10

İKİNCİ BÖLÜM

MATERYAL VE METOD

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

BULGULAR

3.1 İstasyonlara ve Aylara Göre Yağış Ortalamaları.....	17
3.2 İstasyonlara ve Mevsimlere Göre Yağış Ortalamaları	27
3.3. Mevsimlik Yağış Ortalamalarına Etki Eden Faktörlere Yönelik Regresyon Analizi.....	30
3.4. Yıllık Kar Yağışı Değerinin İstasyonlar ve Zamanla İlişkisine Yönelik Regresyon Analizi Sonuçları	32
3.5. Mevsimlere Ve Yıllara Göre Yağış Ortalamalarının Değişimi	33
3.5.1. Kış Ayı Ortalamalarının Yıllara ve İstasyonlara Göre Değişimi	33
3.5.2. İlkbahar Ayı Ortalamalarının Yıllara ve İstasyonlara Göre Değişimi	38
3.5.3. Yaz Ayı Ortalamalarının Yıllara ve İstasyonlara Göre Değişimi	43
3.5.4. Sonbahar Ayı Ortalamalarının Yıllara ve İstasyonlara Göre Değişimi	48
SONUÇ.....	53
KAYNAKÇA	57

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1 Çalışması Yapılan 5 adet Meteoroloji İstasyonu ve Bilgileri	15
Tablo 2.1 İstasyonlara ve Aylara Göre Yağış Ortalama Değerleri	17
Tablo 2.2 Ocak Ayı Yağış Değerlerinin İstasyonlara Göre Dağılımı ve Fark Analizi Sonuçları	18
Tablo 2.3 Şubat Ayı Yağış Değerlerinin İstasyonlara Göre Dağılımı ve Fark Analizi Sonuçları	19
Tablo 2.4 Mart Ayı Yağış Değerlerinin İstasyonlara Göre Dağılımı ve Fark Analizi Sonuçları	19
Tablo 2.5 Nisan Ayı Yağış Değerlerinin İstasyonlara Göre Dağılımı ve Fark Analizi Sonuçları	20
Tablo 2.6 Mayıs Ayı Yağış Değerlerinin İstasyonlara Göre Dağılımı ve Fark Analizi Sonuçları	21
Tablo 2.7 Haziran Ayı Yağış Değerlerinin İstasyonlara Göre Dağılımı ve Fark Analizi Sonuçları.....	21
Tablo 2.8 Temmuz Ayı Yağış Değerlerinin İstasyonlara Göre Dağılımı ve Fark Analizi Sonuçları.....	22
Tablo 2.9 Ağustos Ayı Yağış Değerlerinin İstasyonlara Göre Dağılımı ve Fark Analizi Sonuçları.....	23
Tablo 2.10 Eylül Ayı Yağış Değerlerinin İstasyonlara Göre Dağılımı ve Fark Analizi Sonuçları	24
Tablo 2.11 Ekim Ayı Yağış Değerlerinin İstasyonlara Göre Dağılımı ve Fark Analizi Sonuçları	25
Tablo 2.12 Kasım Ayı Yağış Değerlerinin İstasyonlara Göre Dağılımı ve Fark Analizi Sonuçları.....	25

Tablo 2.13 Aralık Ayı Yağış Değerlerinin İstasyonlara Göre Dağılımı ve Fark Analizi Sonuçları.....	26
Tablo 3.1 İstasyonlara ve Mevsimlere Göre Yağış Ortalamalarının Dağılımı ve Fark Analizi Sonuçları.....	27
Tablo 3.2 Kış Mevsimindeki Yağış Dağılımının İstasyonlara Göre Dağılımı ve Fark Analizi Sonuçları.....	27
Tablo 3.3 İlkbahar Mevsimindeki Yağış Dağılımının İstasyonlara Göre Dağılımı ve Fark Analizi Sonuçları	28
Tablo 3.4 Yaz Mevsimindeki Yağış Dağılımının İstasyonlara Göre Dağılımı ve Fark Analizi Sonuçları.....	28
Tablo 3.5 Sonbahar Mevsimindeki Yağış Dağılımının İstasyonlara Göre Dağılımı ve Fark Analizi Sonuçları	29
Tablo 4.1 Mevsimlere Göre Yıl İstasyon ve Günlük Yağış Farklarının Etkisine Yönelik Regresyon Analizi Sonuçları	31
Tablo 5.1 Yıllık Kar Yağışlı Gün Sayısının İstasyonlara Göre Fark Analizi Sonuçları	32
Tablo 5.2 Yıllık Kar Yağışı Değerinin İstasyonlar ve Zamanla İlişkisine Yönelik Regresyon Analizi sonuçları.....	32

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1 İstanbul Konum Haritası	8
Şekil 2 İstanbul Nüfus Grafiği	10
Şekil 3 Dönemler İtibariyle İstanbul'un Şehirleşme Süreci.....	13
Şekil 4 İstanbul Sınırları İçerisinde Çalışması Yapılan Meteoroloji İstasyonları.....	14
Şekil 5.1 Florya İstasyonunun Kış Ayı Yağış Dağılımının Yıllara Göre Değişimi...	33
Şekil 5.2 Sarıyer İstasyonunun Kış Ayı Yağış Dağılımının Yıllara Göre Değişimi..	34
Şekil 5.3 Kumköy-Kilyos İstasyonunun Kış Ayı Yağış Dağılımının Yıllara Göre Değişimi	35
Şekil 5.4 Şile İstasyonunun Kış Ayı Yağış Dağılımının Yıllara Göre Değişimi	36
Şekil 5.5 Kadıköy Rıhtım İstasyonunun Kış Ayı Yağış Dağılımının Yıllara Göre Değişimi	37
Şekil 6.1 Florya İstasyonunun İlkbahar Ayı Yağış Dağılımının Yıllara Göre Değişimi.	38
Şekil 6.2 Sarıyer İstasyonunun İlkbahar Ayı Yağış Dağılımının Yıllara Göre Değişimi	39
Şekil 6.3 Kumköy-Kilyos İstasyonunun İlkbahar Ayı Yağış Dağılımının Yıllara Göre Değişimi	40
Şekil 6.4 Şile İstasyonunun İlkbahar Ayı Yağış Dağılımının Yıllara Göre Değişimi	41
Şekil 6.5 Kadıköy Rıhtım İstasyonunun İlkbahar Ayı Yağış Dağılımının Yıllara Göre Değişimi	42
Şekil 7.1 Florya İstasyonunun Yaz Ayı Yağış Dağılımının Yıllara Göre Değişimi..	43
Şekil 7.2 Sarıyer İstasyonunun Yaz Ayı Yağış Dağılımının Yıllara Göre Değişimi.	44
Şekil 7.3 Kumköy-Kilyos İstasyonunun Yaz Ayı Yağış Dağılımının Yıllara Göre Değişimi	45

Şekil 7.4 Şile İstasyonunun Yaz Ayı Yağış Dağılımının Yıllara Göre Değişimi	46
Şekil 7.5 Kadıköy Rıhtım İstasyonunun Yaz Ayı Yağış Dağılımının Yıllara Göre Değişimi	47
Şekil 8.1 Florya İstasyonunun Sonbahar Ayı Yağış Dağılımının Yıllara Göre Değişimi	48
Şekil 8.2 Sarıyer İstasyonunun Sonbahar Ayı Yağış Dağılımının Yıllara Göre Değişimi	49
Şekil 8.3 Kumköy-Kilyos İstasyonunun Sonbahar Ayı Yağış Dağılımının Yıllara Göre Değişimi	50
Şekil 8.4 Şile İstasyonunun Sonbahar Ayı Yağış Dağılımının Yıllara Göre Değişimi	51
Şekil 8.5 Kadıköy Rıhtım İstasyonunun Sonbahar Ayı Yağış Dağılımının Yıllara Göre Değişimi	52

GİRİŞ

Gelişmekte olan ülkelerde, yirminci yüzyılın sonundan yirmi birinci yüzyılın başlarına kadar hızla gerçekleşen kentleşme sürecinin, önümüzdeki on yıllara kadar süreceği öngörülmektedir. (Birleşmiş Milletler,2010,s:4)

“2018 yılı itibariyle dünya nüfusunun %55’i (4.2 milyar) kentsel alanlarda yaşamaktadır” (BM-DESA,2018). 2030 yılına kadar kentsel alanların dünya nüfusunun %60’ını barındırması beklenmektedir. Projeksiyonlar Dünya’daki her üç kişiden birinin en az yarım milyonluk nüfusa sahip şehirlerde yaşayacağını göstermektedir.

“İklimdeki değişimin en belirgin olduğu mekanlar şehirlerdir. Binalar, yollar, endüstriyel alanlar şehirlerde çok yoğun olarak bulunurlar. Güneş radyasyonunun bu farklı ortam materyalleri üzerinde uğradığı değişimler nedeniyle şehirlerde farklılaşmış lokal iklimler görülür. Şehir yüzey malzemeleri, binaların geometrisi ve yüksekliği, şehrsel ısı kaynakları ve hava kalitesi gibi unsurlar bu farklılaşmış iklimin temel nedenleridir...” (Marsh, 1991:12 ; Landsberg,1981:21)

Kentsel gelişim, ekonomik büyümeyi sağlar fakat birçok çevresel değişimi de beraberinde getirir. İklim perspektifinden bakıldığında kentleşme süreci öncelikli olarak kentsel ısı adası ile karakterize edilebilir. (Landsberg 1981; Oke 1982; Kalnay ve Cai 2003; Chen ve Dudhia 2001). Fakat son çalışmalar (Shepherd 2002; Diem 2004; Guo 2006; Holt ve arkadaşları 2006; Jiang ve Liu 2007; Kaufmann ve arkadaşları 2007) kentsel ısı adası ve kentsel aerosol etkileri ile kentleşmenin, bölgesel yağışları potansiyel olarak etkileyebileceğini göstermişlerdir. Önceki çalışmalar şehirleşme etkisinin, sadece yağış miktarı ve yağışın mekânsal dağılımına değil, aynı zamanda fırtına olaylarının ve yağış yoğunluğunun sıklığı üzerine de etkisi olduğunu kanıtlamışlardır (Stout 1962; Changnon 1962; Huff ve Changnon 1972; Changnon ve Huff 1986;). Bu nedenle kentleşme bölgesel su kaynaklarını ve sel tehlikesi riskini önemli ölçüde etkileyebilir (Lowry 1998; Çoban 2005; Collier 2006).

La Porte anomalisinin keşfi (Changnon, 1968 ve Ogden,1969), şehirlerin, yağış ve şiddetli hava koşullarını ölçülebilir şekilde değiştirebileceğine dair önemli bilimsel ve kamusal soruların ortaya çıkmasına sebep oldu. Chicago bölgesinde yoğunlaşan

kentsel-endüstriyel faaliyetlerin etkilerinden dolayı yağışlarda, orta şiddetli yağmur günlerinde ve dolu yağışının görüldüğü günlerde dikkate değer bir artış 1925'den beri La Porte Indiana'da gözlemlenmiştir. 1951-1965 yılları arasında yapılan çalışma sonucunda La Porte çevredeki istasyonlara göre % 31 daha fazla yağış, % 38 daha fazla gök gürültülü fırtına ve %246 daha fazla dolu yağışı görülen güne sahip olduğu gözlemlenmiştir. La Porte Chicago'daki büyük ağır sanayi kompleksinin 30 mil doğusunda yer aldığından, yağış özelliklerinde görülen artışların insan yapımı faaliyetlerden kaynaklandığı görüşü ağırlık kazanmıştır.

La Porte anomalisinin keşfi, bazı temel soruları ortaya çıkarmıştır. Bu sorular: "La porte sonuçları gerçek mi, eğer gerçekse, bu durum bir bölge için mi geçerli, yoksa diğer kentsel alanlarda da aynı sonuçlar elde edilebilir mi"? Bu sorular, La porte gerçekliği üzerinde genişleyen önemli bir tartışmaya yol açtı. (Hidore,1971; Holzman, 1971; Charton and Harman, 1973; Fritts and Ashby, 1973).

Yaratılan ilgi, diğer şehirlerin iklimsel araştırmalarına yol açtı (Huff and Changnon, 1973). Washington DC, Houston, New Orleans, Chicago, Cleveland, ve St.Louis (orta ve batı sanayi şehirleri) dahil ABD' de 6 büyük şehirde 1901-70 yıllarına ait meteorolojik veriler kullanılmıştır. Hepsinde, kentsel yerleşim yerlerinde ve rüzgar yönündeki yağışlarda % 10-30 oranında artış ve buna bağlı olarak fırtına ve dolu fırtınası faaliyetlerinde artışlar gözlemlenmiştir.

Bu iklimsel çalışmaların tamamlanmasında kesin olarak cevaplanamayan anahtar sorular şunlardı:

- 1) Bulunan anormalliklerin gerçek olup olmadığı veya yeterince ölçülmüş olup olmadığı,
- 2) Eğer gerçekse, anormalliklere neden olan şey ve
- 3) Diğer şehirlerde anormalliklerin olup olmadığı ve ne kadar kapsamlı olduğu.

Bu soruları yanıtlamanın açık ama kapsamlı bir yolu, bir veya daha fazla şehrin derinlemesine bir saha çalışmasıydı. Anomaliler varsa, bunlar kesin bir şekilde tespit edilebilir ve dikkatlice ölçülebilir, nedenleri tespit edilebilir ve incelenebilir ve başka yerlerde anormallikleri tahmin etmek veya tahmin etmek için araçlar geliştirilebilir.

Bu amaçla, 1971'de bir grup bilim insanı tarafından hava değişikliklerini ele alan büyük bir atmosferik program başlatıldı. METROMEX programı (Changnon ve diğerleri 1971), federal kurumlardan ve bir eyaletten (İllinois) destek gördü. St. Louis, laboratuvar araştırması ve modellemesini (bulut ve orta ölçekli sayısal modeller) de içeren kapsamlı saha araştırmasının yeri olarak seçildi.

METROMEX, çeşitli iklimsel araştırmalarda önerilen kentsel yağış anormalliklerinin gerçekliğini ve nedenlerini incelemeyi amaçlayan ilk büyük alan programıdır. METROMEX, hava durumu ve özellikle konvektif yağışlar üzerindeki kentsel-endüstriyel etkiler konusunu ele almak için, küçük kış saha çalışmaları ile yaz saha çalışmalarına yoğunlaşan 6 yıllık bir program olarak tasarlanmıştır. Amaç, anomalinin gerçekliğini ortaya koymak, nedenlerini belirlemek ve başka yerlerdeki anormallikleri tahmin etmek için bir araç geliştirmektir.

METROMEX verilerinden çok sayıda sonucun entegre edilmesiyle St. Louis'deki kentle ilgili yağmur ve şiddetli hava anormalliklerini açıklayan hipotez geliştirilmiştir. Bu hipotez daha önceki iklimsel çalışmalardan elde edilen sonuçlarla da uyumludur. Gök gürültülü fırtınalarda ve dolu yağışlı günlerde ortalama %25 artışa yol açan olayın nedeni, kentsel-endüstriyel alanlarda yağmur varlıklarının (hücrelerinin) başlangıcına dayanmaktadır. Ek hücreler üretildikten sonra, daha fazla fırtına ile birleşme olasılıklarının artmasıyla, birim alan başına daha ağır yağışların düşmesine neden olmaktadır.

Detroid-Windsor metropolün de mikro yağış modelleri üzerine yaptıkları araştırmada, (Sanderson ve Gorski,1977) yağış modellerinin mevsim bazında değişiklik gösterdiği sonucuna varmışlardır. Sezonluk yağış haritaları, yağış toplamalarının Detroid'in batı bölgelerinde en yüksek olduğunu, Windsor merkezinin Detroid şehir merkeziyle benzer yağış miktarlarına sahip olduğunu ve Essex County'de yağışların doğuya doğru hızla azaldığını gösterdi.. Görünüşe göre, artan konveksiyonel hareketler ve kentsel ısı adası kentsel alandaki yağış artışlarının ana nedeni olarak belirlenmiştir. Sadece yaz mevsiminde, parçacıklı maddelerin rüzgar yönündeki yağışlarına artmasında rol oynadığı görüldü.

Amerika Birleşik Devletleri'nin kentleşmenin yaz yağışları üzerindeki etkilerini değerlendirmek için Batı Abd ile Abd'nin doğusundaki eyaletler üzerindeki yaygın kentleşme odak noktası olarak seçildi (Niyogi, Lei, Kishtawal, Schmid, ve Shepherd, 2015). Son 50 yılda (1958-2008) arasında yapılan gözlemler sonucunda, Kentleşme etkisinin yağış miktarındaki artışla birlikte kuzeydoğu ve orta batı Amerika Birleşik Devletleri'nde daha belirgin olduğunu göstermektedir. Buna karşılık Güneydoğu Amerika Birleşik Devletleri yağış miktarlarında ve yoğun yağış olay sıklıklarında hafif bir düşüş gözlemlenmiştir. Yaz aylarına ait yağış miktarlarının kentleşmiş bölgelerde artış eğilimi gösterdiği tespit edilirken, yine kentleşmiş bölgelerde, şiddetli yağış olaylarının sıklığına yönelik potansiyel bir eğilim görüldü. En önemlisi ise tek tek şehirler için yapılan iklimsel çalışmaların sonuçları ile tutarlı olarak yağış miktarlarının kentsel-kırsal sınırların rüzgar yönünde önemli bir artış eğilimi göstermesidir.

Londra iklimi konusundaki kapsamlı çalışmasında (Chandler, 1965), yağışta meydana gelen kentsel kaynaklı değişimlerin üç ana nedeninden bahsetti;

1. Yoğunlaşma çekirdekleri,
2. Artan yüzey pürüzlülüğü,
3. Daha yüksek sıcaklıktan kaynaklanan konveksiyonel hareketler.

Londra bölgesinde 1955 yılında meydana gelen bir fırtınanın örnek olay incelemesinde (Atkinson, 1971), fırtınanın yüksek kentsel sıcaklıklar tarafından başlatıldığı sonucuna varmıştır. Yine İngiltere'de (Parry, 1956) Reading'deki araştırmadan, 1⁰C ısı adasının bile yağış geliştirme sürecini tetiklemek için yeterli olacağını bulmuştur.

Ancak (Simmonds ve Kawal, 1986) Avustralya'nın Melbourne kentinde 26 yıllık maksimum sıcaklık verisi üzerinde çalışarak yağış ve maksimum sıcaklık değişimini incelemişlerdir. Yaz ve kış yarı yılları olarak iki dönemde incelenmiş, yapılan varyans analizi günler arasında önemli bir fark olmadığını ortaya koymuştur. Bununla birlikte kış mevsiminde yağışlar, pazardan perşembe gününe doğru tekdüze bir artış eğilimi gösterirken, maksimum sıcaklık ise bir düşüş eğiliminde olmuştur. Hafta içi yağışları hafta sonu yağışlarından önemli ölçüde daha fazla %5 artış olarak

gözlemlenmiştir. Araştırmacılar bunun nedenini atmosfer kirliliğine bağlamışlardır. Diğer bir önemli sonuç ise yağmurun meydana geldiği günlerin, ortalamadan daha soğuk günler olduğu için kentsel ısı adası etkisinin Melbourne’de yağışın meydana gelmesinde baskın bir mekanizma olmadığı sonucuna varmışlardır.

Tokyo’nun kentsel bölgesinde, Ağustos ayındaki yağışlı gün sayılarını analiz ettiği çalışmada; (Yonetani, 1982), “Tokyo’da Ağustos ayındaki hava nispeten yüksek nemlilik ve gök gürültülü fırtınaların meydana gelmesi ile karakterize edilir” (Fuki, 1977). Ara sıra, bir tayfun veya tropikal bir depresyon Japonya’yı vurur ve bu, genellikle belirgin bir topografik etki gösteren bir dağılımla yüksek yağışlara neden olur. Bu nedenle, bir tayfunun veya tropikal depresyonun Tokyo’daki hava durumunu etkilediği günlere ilişkin veriler bu çalışmanın dışında tutulmuştur. Tokyo ve çevresindeki 1954’ten 1976’ya kadar yardımcı istasyonlarda gözlemlenen verilere dayanan çalışmada, Şiddetli yağışların, son zamanlarda kentsel alanlarda daha sık meydana geldiği gözlemlenmiştir. Bu anormallikler diğer şehirlerde yapılan çalışmalarla aynı fikirdedir (St.Louis’de Changnon ve diğerleri ,1973) ve Detroid-Windsor’da (Sanderson-Gorski, 1978).

Ayrıca Tokyo’daki kentsel ve banliyö bölgeler arasındaki sıcaklık farklılıkları, beş yıllık aralıklarla 1955-1975 döneminde beş yıl boyunca incelenmiştir (Kawamura, 1977). Sonuçlar 1975’te Tokyo’da eskisine göre daha belirgin bir kentsel ısı adasının daha sık ortaya çıktığını gösterdi. 1970’den sonra, yoğun yağış, kentlerde banliyölere göre daha fazla oldu. Buradan elde edilen bulgular konvektif olayların ve kentsel ısı adasının, kentsel yağışların gelişiminde önemli bir faktör olduğu sonucunu doğrulamaktadır (Örneğin, Parry, 1956; Atkinson, 1971; Harnack ve Landsberg, 1975).

Tropikal bir şehir olan Mexico City’de kentsel bir istasyon özelliği gösteren Tacubaya’nın konvektif yağış anormalliklerini inceledikleri çalışmada, (Jauregui ve Romales,1995) Tacubaya için yağışlı mevsim (Mayıs-Ekim) 1941-1985 yılları arasındaki verileri incelendiğinde, konvektif yağışlar önemli bir artış eğilimi göstermiştir. Öte yandan, şehirleşmeden etkilenmediği anlaşılan bir banliyö istasyonundaki yağış miktarı değişmeden kalmıştır. Araştırmacılar artan bu sağanak

yağışları, şehir büyüdükçe artan bir kentsel etkiyi ve bu etkinin oluşturduğu kentsel ısı adası etkisine bağlamaktadırlar. Gündüz ısı adasının ortalama değeri (kentsel / kırsal maksimum sıcaklık farkıyla ölçüldüğünde), yağmur mevsimi boyunca 2 ila 3 derece arasında olduğu için, Mexico City’de yoğun gök gürültülü fırtınalar, çoğunlukla öğleden sonra ve gece saatlerinde meydana gelmektedir. Zararlı rüzgarlar, ölümcül ve gök gürültülü sağanak yağışlara bağlı olarak caddelerin aniden sular altında kalmasına sebep olmaktadır.

Dünyanın en büyük mega şehirlerinden biri olan Beijing’in metropol alanında yapılan çalışmada (Zhang, A,Smith, Luo, Wang L,Baeck , 2013) yirmi birinci yüzyılın ilk 10 yılında (2000-2009) yağış değişkenliğinin kentleşmeyle olan bağlantısı incelenmiştir. Hem gözlemlere hem de bölgesel iklim modeli simülasyonlarına (WFR) dayalı olarak analiz edilmiştir. Çalışma Beijing’de sıcak mevsim yağışlarının çoğunu alan, yaz aylarından bir olan Ağustos ayına odaklanmıştır. Gözlemler sonucunda, kentsel alanın çevre bölgeye göre daha az yağışlı ve daha yüksek yağış yoğunluğuna sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu durum kentleşmenin bölgedeki yağışların mekânsal değişkenliği üzerindeki etkisini göstermektedir.

Beijing’de yapılan diğer çalışmalarda ise (Lu 2003; Xu ve diğerleri 2006; Zhao ve diğerleri 2006; Li ve diğerleri 2008; Wei ve diğerleri 2008; Zhanh ve diğerleri 2009), son yıllarda Beijing’de yağışta azalma eğilimi tespit etmişlerdir. Yağış miktarındaki azalmanın, değişen yüzey enerjisi, su akışları ve artan kentsel aerosol yüklemeleri yoluyla kentleşmeden kaynaklandığı varsayılmaktadır.

Ülkemizde şehirleşmenin yağış üzerindeki etkilerini araştıran incelemelerde, yağış eğilimlerindeki değişiklikler bölgesel olarak analiz edilmiştir (Tayanç ve Toros,1997). Ülkemizin dört büyük ilinde (İzmir-Adana-Bursa-Gaziantep) 1951-1990 dönemi yaptıkları çalışmada dört kentsel istasyona ait verileri inceledikleri makalelerinde, sıcaklık serilerinin frekans dağılımlarında sıcak tarafa doğru bir kayma olduğunu ortaya koymuşlar yani sıcaklık ve şehirleşme ilişkisi bakımından anlamlı artışlar bulmuşlardır. Fakat yıllık yağış ve şehirleşme arasında anlamlı bir artış ya da azalış bulamamışlardır.

Ankara’da Şehirleşmenin Yağış Üzerine Etkisi isimli makalesinde; (Çiçek, 2004) “şehirlerde ısıtma, trafik, sanayi sebebiyle artan enerji tüketiminin, asfalt, beton gibi yapay örtülerin, yüksek binaların ve bunlar arasında kalan caddelerin oluşturduğu şehir kanyonları ile azalan yeşil alanların iklim farklılaşmalarına neden olduğunu açıklamaktadır. Yine aynı çalışmada, (Landsberg,1981)’e atıf yapılarak rüzgar hızının şehirlerde %20 ile %30 arasında azaldığı, yıllık ortalama bağıl nemin ise %6 azalırken bu azalmanın yazın %8, kışın %2 olduğu, şehirleşmenin yağış miktarı üzerinde %5 ile %10 arasında arttırıcı etkisi olduğu belirtilirken, kar yağışlı günler üzerinde ise %14 azaltıcı etkisi olduğunu saptanmıştır. Yine burada şehirleşmenin bulutluluğu arttırdığı şehirlerde bulut yoğunluğu ve miktarında %5 ile %10 artış olurken, sislerde kışın %100, yazın ise %30 artış olduğu” belirtilmektedir.

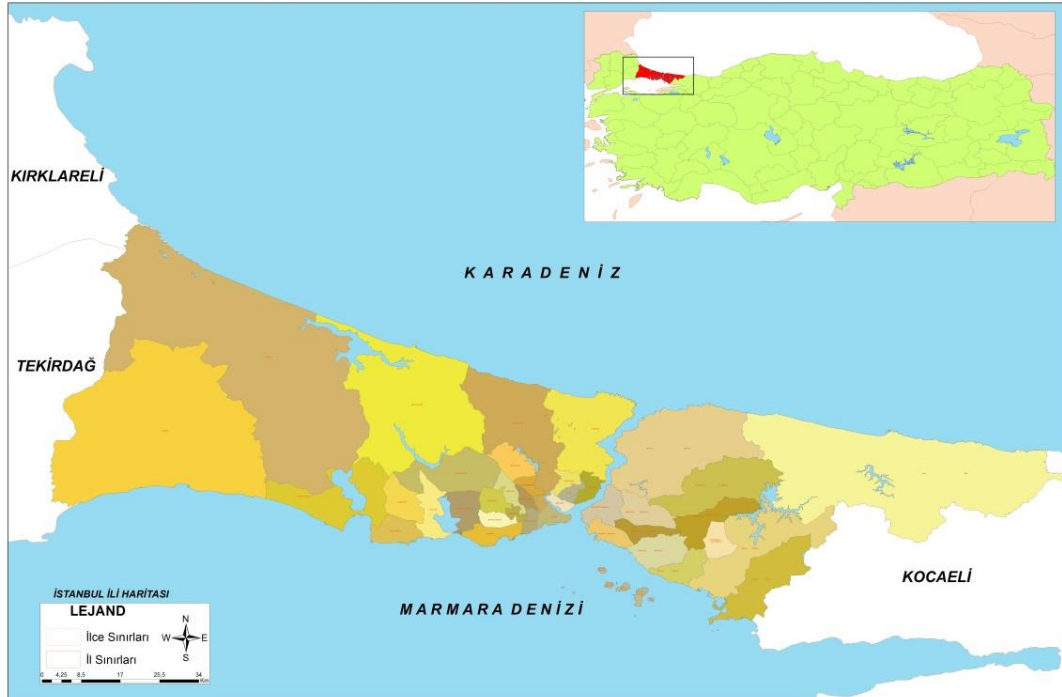
“Marmara Bölgesi’nde şehirleşmenin yağış üzerine etkisini araştırdığı makalesinde (Kadıoğlu,1997) şehirlerdeki aşırı yoğunlaşma çekirdekleri nedeniyle yağışlı gün sayısında artış olurken, şiddetli yağışlarda ($>30 \text{ mm gün}^{-1}$) azalma saptamıştır. Araştırmacı bu durumu yağışları besleyecek kadar yağışa geçebilir su buharının atmosferde birikmeden eskiye nazaran daha sık yere ulaşmasıyla açıklamaktadır...”

BİRİNCİ BÖLÜM

ÇALIŞMA ALANI VE İSTASYONLAR

1.1 İstanbul'un Konumu

İstanbul, coğrafi olarak kıtalar arası bir şehir olup Avrupa'daki bölümüne Avrupa Yakası veya Rumeli Yakası, Asya'daki bölümüne ise Anadolu Yakası veya Asya Yakası denilmektedir. Asya ile Avrupa kıtasını birleştiren bir köprü görevini üstlenmesi ve Karadeniz ile Marmara Denizi'ni birbirine bağlayan İstanbul Boğazı nedeniyle stratejik bir konuma sahiptir. İstanbul'un güneyinde Marmara Denizi yer alırken, kuzeyinde Karadeniz yer almaktadır.



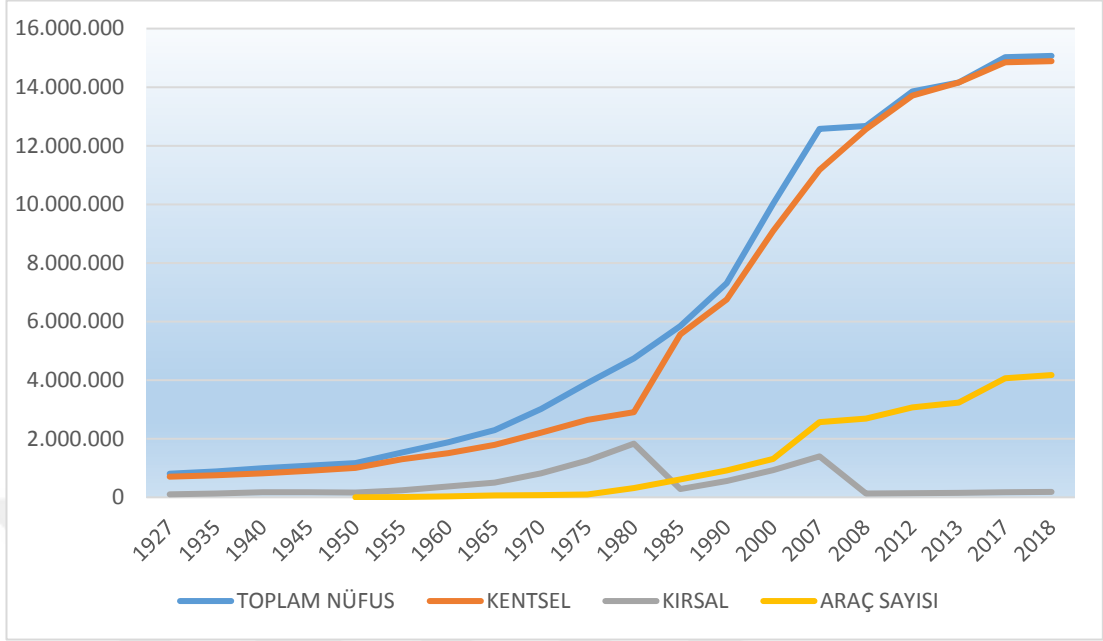
Şekil 1: İstanbul Konum Haritası

“İstanbul doğusunda Kocaeli ili, batısında ise Tekirdağ ve Kırklareli illeri ile komşudur (Şekil 1). Bu sebeptendir ki; Marmara Bölgesindeki şehirlerin coğrafi konumu olarak da merkezi konumundadır. İstanbul $28^{\circ} 01'$ ve $29^{\circ} 55'$ Doğu boylamları ile $41^{\circ} 33'$ ve $40^{\circ} 28'$ Kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. İstanbul'u doğuda Kocaeli sıradağlarının yüksek tepeleri, batıda ise Ergene Havzasının su ayırım çizgisi sınırlamaktadır” (İBB Coğrafi Konum ve Stratejik Önem, Stratejik Plan,2015-2019).

İstanbul'un yükselti özelliklerine baktığımızda, özellikle yükselti farkı fazla olmayan tepeler görmekteyiz. Batıda en yüksek kısımlar Karadeniz kıyılarında Kocataş ve Belgrat ormanı 200-230 m. doğuda Küçük Çamlıca 229 m. Büyük Çamlıca 268 m. Göztepe 285 m. Karlıdağ 370 m. Çakaldağ 400 m. Kayışdağı 438 m. Alemdağ 442 m dir. Anadolu yakası, Avrupa yakasından daha fazla yükseltiye sahip olmakla birlikte, İstanbul'un en yüksek noktası ise Kartal-Pendik ilçeleri arasında bulunan 537 metre yükseltiye sahip olan Aydos Dağı'dır.

“İstanbul yıl boyunca çeşitli hava kütlelerinin etkisi altında kalır” (Erkuş, M, 2001). Bunun nedeni ise, hava kütleleri açısından bir geçiş bölgesinde bulunmasıdır. İstanbul iklimi genel karakteri ile Akdeniz makro iklimi içindedir. Kuzeyde kalan kısımlar Karadeniz iklimi özelliklerini taşıırken, Marmara Denizi tarafında kalan güney kısımları daha çok Akdeniz iklimine benzerlik göstermektedir. İstanbul'a genellikle üç hava sistemi etki etmektedir. Bunlardan en çok etkili olanları kuzeyden gelen hava sistemleridir. Balkanlar'dan gelen ve bahar aylarında soğuk havayla ve Britanya Adaları'nın güneydoğusunda oluşan sistemler diğer etkili hava sistemleridir. “En yüksek sıcaklık 41.5 °C, en düşük sıcaklık ise -16.1°C 'dir” (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ölçüm periyodu,1929-2019).

İstanbul “yıllık ortalama nisbi nem oranı %75'tir. Yıl boyunca nemli bir iklim görülmeyle birlikte en nemli aylar %80-85 nem oranı ile Aralık ve Ocak aylarıdır. İstanbul'un uzun yıllık ortalama yağış değerleri 640 ile 1090 mm arasında olup Türkiye ortalamasının üzerindedir. Kar yağışları az olmakla birlikte Aralık ve Mart aylarında gerçekleşmektedir” (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ölçüm periyodu,1929-2019).



Şekil 2: İstanbul Nüfus Grafiği

1.2 İstanbul'un Şehirleşme Süreci

“Türkiye’de, ilk nüfus sayımı 1927 yılında yapılmıştır” (TUIK). Elde edilen bulgulara göre İkinci Dünya Savaşı döneminde ve 2000 yılı haricinde nüfus artış hızı % 2’nin üzerinde gerçekleşmiştir. 1950’li yıllarda hızlı bir sanayileşme süreci ile birlikte, şehirleşme süreci hızlanmış şehirlere artan göç ile şehir nüfusu da artmıştır.

1950’li yıllardan itibaren Avrupa’da sanayileşme süreci hızlanmış, bu sanayileşme sürecinin İstanbul’da başlamasıyla birlikte, İstanbul yoğun bir göç alım merkezi haline gelmiştir. Bu dönem içerisinde hızlı bir şehirleşme olgusu kendini hissettirmeye başlamış yaşanan sanayileşme sonucu, şehrin çalışma ve yaşam sahalarının üzerinde önemli dönüşümler meydana gelmiştir (Şekil 3).

1950-1960 yılları arasındaki dönem yasadışı ve plansız konut alanlarının en çok arttığı dönemdir. 1940-1950 yılları arasında %20,1 kentsel nüfus artış hızı 1950-1960 yılları arasında %80,2’ye çıkmıştır. “1950 yılında 1.000.000 olan kent nüfusu, 1960 yılında 1.800.000’e çıkmıştır” (Kuban, 2010).

1973 yılında trafiğe açılan Boğaziçi köprüsü ve ona bağlı olarak düzenlenen çevre yolları İstanbul'da şehrsel gelişmeyi yönlendirerek, kentsel yayılmaya sebep olmuştur. Kısa süre sonra şehir içi ulaşımında gelişmesini sağlayan Boğaziçi köprüsü ve çevre yolları, tarihi yarımada merkezli gelişen kentin, Anadolu yakasına sıçramasına neden olmuştur. Boğaziçi köprüsüyle, "Tekirdağ'a kadar doğru uzanan Londra asfaltı köprü üzerinden geçen çevre yolu ile İzmit'ten gelen Ankara asfaltı ile bütünleşmiştir" (Özkan 2006, s.29). 1970 yılında 3 milyon civarında olan İstanbul nüfusu, 1980 yılında 5 milyona çıkmıştır.

Bu dönemde özel araç kullanımına ağırlık verilmeye başlanmıştır. İstanbul'da 1950'lerde toplam otomobil sayısı 2 bin civarında iken, bu sayı 1970'li yılların başında otomobil sayısı 80 bini, 1980'li yılların başında ise bu sayı 300 bini aşmıştır (Şekil 2). Ulaşım altyapısındaki gelişmeler ve artan özel araç sahipliği kent içi erişilebilirliği artırmış, kent merkezinden uzak alanlar da yeni yerleşmelerle dolmaya başlamıştır. Bu durum bir köprüyle birbirine bağlanan iki yaka arasındaki nüfus dengelerini değiştirmiştir. "1970 yılında kentli nüfusun % 23'ü Asya, % 77'si ise Avrupa Yakası'nda yaşamaktaydı. 1990 yılına gelindiğinde Asya Yakası'nda yaşayanların şehir nüfusu içindeki payı % 34 olmuştur" (TUİK,2016). Şehrin Anadolu Yakası Bostancıdan Gebze yönüne kadar hızla ilerlemiş, Avrupa Yakası'nda ise D-100 karayolu hattı boyunca Silivri'ye kadar genişlemiştir.

1980 yılında 5 milyon civarında olan İstanbul nüfusu, 1990 yılında 7 milyona ulaşmış (Şekil 2), kentsel gelişme ve metropolitenleşme ile birlikte İstanbul içerisinde farklı alt merkez noktaları ortaya çıkmıştır. Bu dönemde İstanbul'un şehrsel alanının şekillenmesinde açılan Boğaz Köprüsü ve çevre yolları etkili olmuştur.

1990 yılında yaklaşık 7 milyon olan nüfus 2000 yılında 10 milyona ulaşmıştır (Şekil 2). Hızla artan şehir nüfusu ve plansız gelişmeler sebebiyle kentte teknik ve sosyal altyapı sorunları artmıştır. Kentin kuzeyi yapılaşmaya açılmış, orman alanları ve su havzaları üzerindeki yapılaşma baskısı artmıştır. 1994 yılı sonlarında; ulaşım, otopark, teknik altyapı sorunları ve nüfus yoğunluğunun artması nedeniyle, yeni konut sahaları gelişmeye başlamıştır. 1988 yılında yapım aşaması tamamlanan Fatih Sultan

Mehmet Köprüsü'nün açılmasıyla, Anadolu yakasında iş merkezleri oluşmaya başlamıştır.

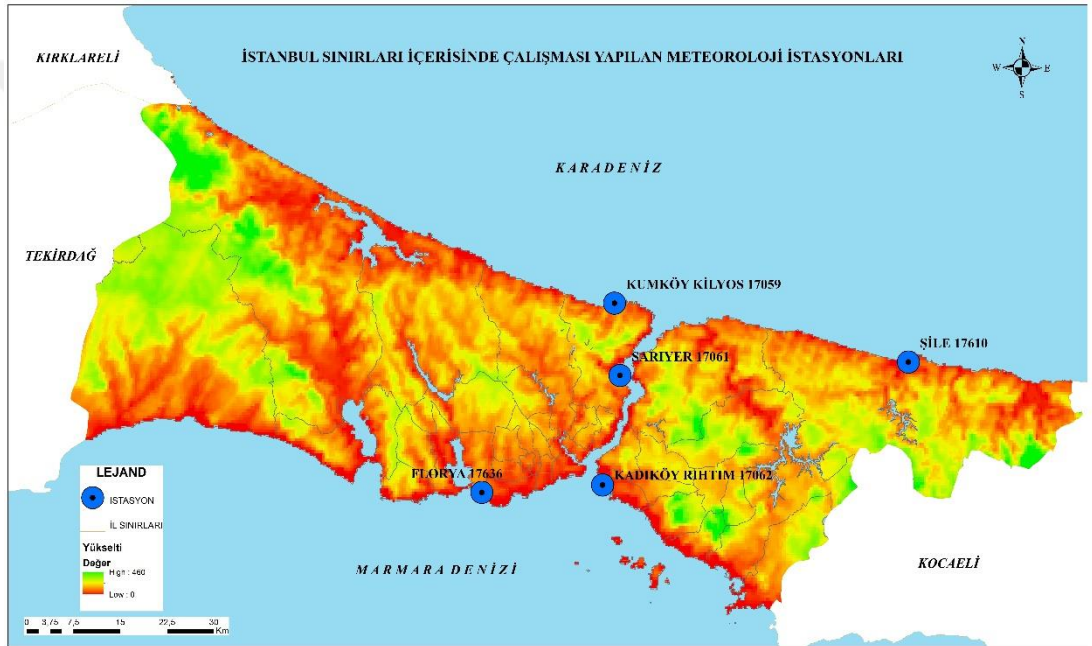
“2000 yılında 10.000.000 civarında olan İstanbul İl nüfusu, 2010 yılında 13.255.685, 2015 yılında 14.657.434 olarak tespit edilmiştir” (TUIK,2016). Önceki dönemlerde görülmeye başlanan kapalı konut alanları, alışveriş merkezleri ve plazalar bu dönemde gelişimini yoğun olarak sürdürmüştür. Bu dönemde, 1990-2000 yılları arasında hizmete açılan raylı sistemlere yeni eklemeler yapılmış, raylı sistemlerin kent içi ulaşımındaki payı artmıştır. Konut alanlarına paralel olarak gelişen ve 2000’li yıllar sonrasında sayıları hızla artan alışveriş merkezleri ise E-5 Karayolu üzerinde ve kavşak noktalarında yoğun olarak yer aldığı görülmektedir.

Yerleşim yerlerinin statüsünü kır ve şehir şeklinde belirleyen yasal düzenlemeler İstanbul’da nüfusun kır ve şehir oranlarında dalgalanmalara neden olmuştur. 2007 yılında kırsal nüfus oranı %11 iken 2008 yılında %1’e düşmüştür (Şekil 2). “2008 yılında kırsal nüfustaki ani düşüşün nedeni; nüfusun kır-şehir dağılımının belirlenmesinde nüfus miktarı yerine yerleşim alanının idari sınırlarını oluşturan bazı mahalle, mezra ve çiftlikler ise artan nüfusla birlikte genişleyerek bağlı bulundukları köylerden ayrılmış ve müstakil köy statüsüne kavuşmuştur” (Userin vd., 2012: 35). Bu nedenle İstanbul’un köy sayısı 1927-2018 sürecinde sürekli değişmiştir.

İKİNCİ BÖLÜM

MATERYAL VE METOD

İstanbul ili ve yakın çevresinde farklı türlerde 54 adet meteoroloji istasyonu yer almaktadır. Fakat gözlem sürelerinin kısa olması ya da gözlem sürelerindeki boşluklar nedeniyle bu istasyonların hepsinin verilerini kullanmak zordur. Bu nedenle İstanbul'da şehirleşmenin yağış üzerine olan etkisini inceleyebilmek için, gözlem süreleri uzun ve kesintisiz olan 5 adet istasyon seçilmiştir (Şekil 4).



Şekil 4: İstanbul Sınırları İçerisinde Çalışması Yapılan Meteoroloji İstasyonları

Bu istasyonlardan ilki 17636 Florya Meteoroloji İstasyonudur. İstanbul Avrupa yakasının güneyinde Bakırköy ilçesi sınırları içerisinde $40^{\circ} 58'$ kuzey enlemi ve $28^{\circ} 47'$ doğu boylamlarında 37 metre yükseklikte yer alıp, 1937 yılından beri gözlem yapmaktadır.

İkinci istasyon 17061 Sarıyer Meteoroloji İstasyonudur. Sarıyer ilçesi sınırları içerisinde $41^{\circ} 64'$ kuzey enlemi ve $29^{\circ} 02'$ doğu boylamlarında 59 metre yükseklikte yer alıp, 1949 yılından beri gözlem yapmaktadır. Fakat istasyon verilerinde, 1953 yılında 1 yıllık boşluk bulunmaktadır.

Üçüncü istasyon 17059 Kumköy-Kilyos Meteoroloji İstasyonudur. İstanbul Avrupa yakasının kuzeyinde Sarıyer ilçesi sınırları içerisinde 41° 05' kuzey enlemi ve 29° 84' doğu boylamlarında 38 metre yükseklikte yer alıp, 1951 yılından beri gözlem yapmaktadır.

Dördüncü istasyon 17610 Şile Meteoroloji İstasyonudur. İstanbul Anadolu yakasının kuzeyinde Şile ilçesi sınırları içerisinde 41° 88' kuzey enlemi ve 29° 07' doğu boylamlarında 83 metre yükseklikte yer alıp 1939 yılından beri gözlem yapmaktadır.

Beşinci istasyon 17062 Kadıköy Rıhtım Meteoroloji İstasyonudur. İstanbul Anadolu yakasının güneybatısında Kadıköy ilçesi sınırları içerisinde 40° 83' kuzey enlemi 29° 90' doğu boylamlarında 16 metre yükseklikte yer alıp 1929 yılından beri gözlem yapmaktadır fakat elde edilebilen veriler çerçevesinde bu çalışmada 1960 yılından itibaren kullanılmıştır.

İstasyonlar	İstasyon Numarası	Veri Süresi (Yıl)	Enlem Derecesi	Boylam Derecesi	Yükselti (metre)
Florya	17636	81	40° 58' K	28° 47' D	37
Sarıyer	17061	68	41° 64' K	29° 02' D	59
Kumköy-Kilyos	17059	67	41° 05' K	29° 84' D	38
Şile	17610	79	41° 88' K	29° 07' D	83
Kadıköy Rıhtım	17062	58	40° 83' K	29° 90' D	16

Tablo 1: Çalışması Yapılan 5 Adet Meteoroloji İstasyonu ve Bilgileri

Şehirleşmenin yağış üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla Meteoroloji Genel Müdürlüğünden 5 adet meteoroloji istasyonuna ait belirtilen yıllar içerisinde “günlük toplam yağışlar” ve “kar yağışlı gün sayısı” verileri sağlanmıştır. Günlük toplam yağışların istatistiki analizi için sınıflandırma olarak Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından kullanılan meteorolojik hadiselerin şiddetlerini belirten sınıflandırma kullanılmıştır.

Bu sınıflandırmada yağışlar:

1-5 mm Hafif yağış

6-20 mm Orta kuvvette yağış

21-50 mm Kuvvetli yağış

51-75 mm Çok kuvvetli yağışna

76-100 mm Şiddetli Yağış

100 mm üzeri Aşırı yağış

olmak üzere 6 gruba ayrılmıştır.

“Yağış gibi yıllar arasında önemli değişikliklerin izlendiği, normal dağılım göstermeyen verilerin analizinde parametrik yöntemler kullanılamamaktadır. Bunun yerine parametrik olmayan yöntemler sıklıkla önerilmektedir” (Sneyers 1990, WMO 1966). Nonparametrik yöntemlerin özelliği, seçilen örneklerin dağılımlarının normal dağılıma uymadığı durumlarda kullanılabilmesidir.

“Parametrik olmayan yöntemlerde genel olarak parametrik yöntemlerden farklı olarak değişkenlerin gerçek değerleri kullanılmamakta bunun yerine değişkenlerin büyüklüklerinin dizi içerisindeki sırası kullanılmaktadır” (Gamgam,1998).

Araştırmada nominal ve ordinal veriler frekans analiziyle, ölçüm verileri ise ortalama ve standart sapma değerleri ile tanımlanmıştır. Fark analizlerinden önce normallik dağılımı için Kolmogorov Smirnov testi yapılmıştır. Test sonucuna göre yağış ortalamaları standart normal dağılıma uymadığı için, çoklu grup kıyaslamalarında Kruskal - Wallis H testi kullanılmıştır. Yağış düzeylerinin kategorik olarak değerlendirildiği ve istasyonlar arasındaki fark analizlerinde ise Ki-Kare ile Ki-Kare benzerlik oranı testleri kullanılmıştır. Yağış ortalamalarına yıl, gün ve istasyon etkisini incelemek için ise lineer regresyon analizi yapılmıştır. Tüm analizler %95 anlamlılık düzeyinde ve SPSS 17.0 for Windows paket programında gerçekleştirilmiştir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

BULGULAR

3.1 İstasyonlara ve Aylara Göre Yağış Ortalamaları

Tabloda X^2 değeri Kruskal Wallis testi için hesaplanan değerdir ve bu değere bakarak tablodaki p değerini bulunur. Eğer p değeri 0.05 sınırının altında ise fark anlamlı ve önemlidir, üzerinde ise fark anlamlı değildir.

İstasyonlara ve aylara göre yağış ortalama değerleri Tablo 2.1 gösterilmiştir.

Tablo 2. 1. İstasyonlara ve aylara göre yağış ortalama değerleri

İstasyon	Florya		Sarıyer		Kumköy-Kilyos		Şile		Kadıköy Rıhtım		Toplam		X^2	p*
	X	SS	X	SS	X	SS	X	SS	X	SS	X	SS		
Ocak	5.13	6.68	6.00	7.50	5.85	7.66	5.41	8.26	4.86	6.73	5.46	7.43	30.284	0.000
Şubat	4.86	6.60	5.12	6.81	5.18	6.86	4.64	6.78	4.50	5.99	4.86	6.63	11.340	0.023
Mart	4.63	6.10	5.18	6.50	5.39	7.34	4.78	6.47	4.57	6.18	4.90	6.53	11.183	0.025
Nisan	4.68	6.38	4.40	6.07	4.63	6.06	4.20	5.94	4.42	6.21	4.46	6.13	5.837	0.212
Mayıs	3.89	5.42	4.21	6.56	4.53	6.97	3.87	6.12	3.92	6.06	4.08	6.23	5.458	0.243
Haziran	4.96	6.50	5.76	9.21	5.40	8.57	5.00	8.17	4.39	6.88	5.11	7.95	10.043	0.040
Temmuz	6.76	10.29	7.74	13.08	6.31	9.21	6.62	11.71	6.15	10.39	6.75	11.16	4.477	0.345
Ağustos	6.52	10.60	7.85	12.84	9.54	14.64	8.48	15.03	6.26	10.07	7.87	13.16	7.270	0.122
Eylül	6.22	9.39	8.30	14.58	9.68	17.81	9.11	14.57	6.42	12.31	8.07	14.17	20.083	0.000
Ekim	6.37	11.49	7.66	12.69	7.89	12.73	8.27	13.63	6.68	11.02	7.42	12.45	24.876	0.000
Kasım	6.47	9.63	7.78	10.54	7.27	10.35	6.90	9.61	6.44	9.23	6.97	9.90	21.472	0.000
Aralık	6.11	8.15	7.26	9.25	7.34	9.90	6.75	9.23	6.45	8.82	6.77	9.08	18.866	0.001

*Kruskal Wallis –H Testi, $p < 0.05$.

Ortalama değerler üzerinden yapılan tüm zamanlara yönelik veriler incelendiğinde Nisan ayı yağış ortalaması Florya’da; Ocak, Haziran, Temmuz ve Kasım ayı ortalamaları Sarıyer’de; Şubat, Mart, Mayıs, Ağustos, Eylül ve Aralık ayı ortalamaları Kumköy-Kilyos’ta, Ekim ayı ortalaması ise Şile’de daha yüksek düzeydedir. Fark analizi sonuçlarına göre Nisan, Mayıs, Temmuz ve Ağustos aylarında istasyonlara göre alınan yağış değerleri arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlı değildir

($p>0.05$). Ocak, Şubat, Mart, Haziran, Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında ise yağış değerlerinin istasyonlar arasındaki farkları istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$).

Aylara göre kategorik olarak gruplanmış olan yağış değerlerinin istasyonlara göre fark analizi yapılmıştır.

Ocak ayı yağış değerlerinin istasyonlara göre dağılımı ve fark analizi sonuçları Tablo 2.2’de verilmiştir.

Tablo 2. 2. Ocak ayı yağış değerlerinin istasyonlara göre dağılımı ve fark analizi sonuçları

Ocak		İstasyon					Toplam
		Florya	Sarıyer	Kumköy-Kilyos	Şile	Kadıköy Rıhtım	
Hafif	Frekans (f)	506	444	429	542	346	2267
	Yüzde (%)	52,8	48,9	51,2	54,3	52,0	51,9
Orta kuvvette	Frekans (f)	399	398	352	398	283	1830
	Yüzde (%)	41,6	43,8	42,0	39,9	42,5	41,9
Kuvvetli	Frekans (f)	54	63	54	54	36	261
	Yüzde (%)	5,6	6,9	6,4	5,4	5,4	6,0
Çok kuvvetli	Frekans (f)		3	3	3	1	10
	Yüzde (%)		,3	,4	,3	,2	,2
Aşırı	Frekans (f)				1		1
	Yüzde (%)				,1		,0

χ^2 :16.176; p: 0.441

Ocak aylarında alınan yağışlar incelendiğinde 5 istasyonda da, %51.2 ile %54.3 aralığında değişen oranda hafif yağış alındığı görülmektedir. Fark analizi sonuçlarına göre ocak aylarında alınan ortalama yağış sınıfları istasyonlara göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0.05$). Her ne kadar Tablo 2.1’deki analizlere göre miktar bakımından Ocak ayında istasyonlar arasındaki farklar anlamlı olsa da, sınıf bakımından farklar anlamlı değildir.

Şubat ayı yağış değerlerinin istasyonlara göre dağılımı ve fark analizi sonuçları Tablo 2.3’te verilmiştir.

Tablo 2. 3. Şubat ayı yağış değerlerinin istasyonlara göre dağılımı ve fark analizi sonuçları

Şubat		İstasyon					Toplam
		Florya	Sarıyer	Kumköy-Kilyos	Şile	Kadıköy Rıhtım	
Hafif	Frekans (f)	466	410	393	487	331	2087
	Yüzde (%)	56,4	54,0	56,5	59,9	56,2	56,7
Orta kuvvette	Frekans (f)	316	299	260	288	229	1392
	Yüzde (%)	38,3	39,4	37,4	35,4	38,9	37,8
Kuvvetli	Frekans (f)	42	49	42	35	29	197
	Yüzde (%)	5,1	6,5	6,0	4,3	4,9	5,4
Çok kuvvetli	Frekans (f)	2	1	0	2	0	5
	Yüzde (%)	,2	,1	,0	,2	,0	,1
Şiddetli	Frekans (f)	0	0	0	1	0	1
	Yüzde (%)	,0	,0	,0	,1	,0	,0

X^2 : 16.430; p: 0.423

Şubat aylarında alınan yağışlar incelendiğinde 5 istasyonda da, %54.0 ile %59.9 aralığında değişen hafif yağış alındığı görülmektedir. Fark analizi sonuçlarına göre, şubat aylarında alınan ortalama yağış sınıfları istasyonlara göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0.05$).

Mart ayı yağış değerlerinin istasyonlara göre dağılımı ve fark analizi sonuçları Tablo 2.4' te verilmiştir.

Tablo 2. 4. Mart ayı yağış değerlerinin istasyonlara göre dağılımı ve fark analizi sonuçları

Mart		İstasyon					Toplam
		Florya	Sarıyer	Kumköy-Kilyos	Şile	Kadıköy Rıhtım	
Hafif	Frekans (f)	396	334	335	411	276	1752
	Yüzde (%)	54,5	50,0	52,8	54,9	52,7	53,1
Orta kuvvette	Frekans (f)	296	299	251	296	221	1363
	Yüzde (%)	40,8	44,8	39,5	39,5	42,2	41,3
Kuvvetli	Frekans (f)	34	34	48	41	27	184
	Yüzde (%)	4,7	5,1	7,6	5,5	5,2	5,6
Çok kuvvetli	Frekans (f)	0	1	1	1	0	3
	Yüzde (%)	,0	,1	,2	,1	,0	,1

X^2 : 13.561; p: 0.330

Mart aylarında alınan yağışlar incelendiğinde 5 istasyonda da, %50.0 ile %54.9 aralığında değişen hafif yağış alındığı görülmektedir. Fark analizi sonuçlarına göre, mart aylarında alınan ortalama yağış sınıfları istasyonlara göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0.05$).

Nisan ayı yağış değerlerinin istasyonlara göre dağılımı ve fark analizi sonuçları Tablo 2.5' te verilmiştir.

Tablo 2. 5. Nisan ayı yağış değerlerinin istasyonlara göre dağılımı ve fark analizi sonuçları

Nisan		İstasyon					Toplam
		Florya	Sarıyer	Kumköy-Kilyos	Şile	Kadıköy Rıhtım	
Hafif	Frekans (f)	300	259	245	314	220	1338
	Yüzde (%)	55,6	56,1	54,3	58,6	54,7	56,0
Orta kuvvette	Frekans (f)	209	181	187	198	163	938
	Yüzde (%)	38,7	39,2	41,5	36,9	40,5	39,2
Kuvvetli	Frekans (f)	30	22	19	24	18	113
	Yüzde (%)	5,6	4,8	4,2	4,5	4,5	4,7
Çok kuvvetli	Frekans (f)	1	0	0	0	1	2
	Yüzde (%)	,2	,0	,0	,0	,2	,1

X^2 : 7.401; p: 0.830

Nisan aylarında alınan yağışlar incelendiğinde 5 istasyonda da, %54.3 ile %58.6 aralığında değişen hafif yağış alındığı görülmektedir. Fark analizi sonuçlarına göre, nisan aylarında alınan ortalama yağış sınıfları istasyonlara göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0.05$).

Mayıs ayı yağış değerlerinin istasyonlara göre dağılımı ve fark analizi sonuçları Tablo 2.6' da verilmiştir

Tablo 2. 6. Mayıs ayı yağış değerlerinin istasyonlara göre dağılımı ve fark analizi sonuçları

Mayıs		İstasyon					Toplam
		Florya	Sarıyer	Kumköy-Kilyos	Şile	Kadıköy Rıhtım	
Hafif	Frekans (f)	236	212	214	251	191	1104
	Yüzde (%)	60,5	59,9	59,3	59,1	65,6	60,6
Orta kuvvette	Frekans (f)	140	121	123	148	87	619
	Yüzde (%)	35,9	34,2	34,1	34,8	29,9	34,0
Kuvvetli	Frekans (f)	14	20	23	25	12	94
	Yüzde (%)	3,6	5,6	6,4	5,9	4,1	5,2
Çok kuvvetli	Frekans (f)	0	0	0	1	1	2
	Yüzde (%)	,0	,0	,0	,2	,3	,1
Şiddetli	Frekans (f)	0	1	1	0	0	2
	Yüzde (%)	,0	,3	,3	,0	,0	,1

X^2 : 15.293; p: 0.503

Mayıs aylarında alınan yağışlar incelendiğinde 5 istasyonda da, %59.1 ile %65.6 aralığında değişen hafif yağış alındığı görülmektedir. Fark analizi sonuçlarına göre, mayıs aylarında alınan ortalama yağış sınıfları istasyonlara göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0.05$).

Haziran ayı yağış değerlerinin istasyonlara göre dağılımı ve fark analizi sonuçları Tablo 2.7' de verilmiştir.

Tablo 2. 7. Haziran ayı yağış değerlerinin istasyonlara göre dağılımı ve fark analizi sonuçları

Haziran		İstasyon					Toplam
		Florya	Sarıyer	Kumköy-Kilyos	Şile	Kadıköy Rıhtım	
Hafif	Frekans (f)	182	154	158	205	137	836
	Yüzde (%)	54,8	52,2	56,8	59,8	58,1	56,3
Orta kuvvette	Frekans (f)	127	118	93	115	84	537
	Yüzde (%)	38,3	40,0	33,5	33,5	35,6	36,2
Kuvvetli	Frekans (f)	23	18	25	21	14	101
	Yüzde (%)	6,9	6,1	9,0	6,1	5,9	6,8
Çok kuvvetli	Frekans (f)	0	4	1	1	1	7
	Yüzde (%)	,0	1,4	,4	,3	,4	,5
Şiddetli	Frekans (f)	0	1	1	1	0	3
	Yüzde (%)	,0	,3	,4	,3	,0	,2

X^2 : 16.890; p: 0.393

Haziran aylarında alınan yağışlar incelendiğinde 5 istasyonda da, %52.2 ile %59.8 aralığında değişen hafif yağış alındığı görülmektedir. Fark analizi sonuçlarına göre, haziran aylarında alınan ortalama yağış sınıfları istasyonlara göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0.05$).

Temmuz ayı yağış değerlerinin istasyonlara göre dağılımı ve fark analizi sonuçları Tablo 2.8’ de verilmiştir.

Tablo 2. 8. Temmuz ayı yağış değerlerinin istasyonlara göre dağılımı ve fark analizi sonuçları

Temmuz		İstasyon					Toplam
		Florya	Sarıyer	Kumköy-Kilyos	Şile	Kadıköy Rıhtım	
Hafif	Frekans (f)	93	96	105	130	79	503
	Yüzde (%)	52,2	44,9	54,1	51,2	52,7	50,8
Orta kuvvette	Frekans (f)	63	89	69	90	55	366
	Yüzde (%)	35,4	41,6	35,6	35,4	36,7	37,0
Kuvvetli	Frekans (f)	18	22	18	30	13	101
	Yüzde (%)	10,1	10,3	9,3	11,8	8,7	10,2
Çok kuvvetli	Frekans (f)	4	5	2	1	3	15
	Yüzde (%)	2,2	2,3	1,0	,4	2,0	1,5
Şiddetli	Frekans (f)	0	1	0	2	0	3
	Yüzde (%)	,0	,5	,0	,8	,0	,3
Aşırı	Frekans (f)	0	1	0	1	0	2
	Yüzde (%)	,0	,5	,0	,4	,0	,2

X^2 : 17.484; p: 0.621

Temmuz aylarında alınan yağışlar incelendiğinde 5 istasyonda da, %44.9 ile %54.1 aralığında değişen hafif yağış alındığı görülmektedir. Fark analizi sonuçlarına göre, temmuz aylarında alınan ortalama yağış sınıfları istasyonlara göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0.05$).

Ağustos ayı yağış değerlerinin istasyonlara göre dağılımı ve fark analizi sonuçları Tablo 2.9’ da verilmiştir.

Tablo 2. 9. Ağustos ayı yağış değerlerinin istasyonlara göre dağılımı ve fark analizi sonuçları

Ağustos		İstasyon					Toplam
		Florya	Sarıyer	Kumköy-Kilyos	Şile	Kadıköy Rıhtım	
Hafif	Frekans (f)	96	95	94	127	85	497
	Yüzde (%)	50,3	41,1	41,6	43,5	50,3	44,8
Orta kuvvette	Frekans (f)	71	99	85	108	62	425
	Yüzde (%)	37,2	42,9	37,6	37,0	36,7	38,3
Kuvvetli	Frekans (f)	20	29	38	45	20	152
	Yüzde (%)	10,5	12,6	16,8	15,4	11,8	13,7
Çok kuvvetli	Frekans (f)	3	6	6	7	2	24
	Yüzde (%)	1,6	2,6	2,7	2,4	1,2	2,2
Şiddetli	Frekans (f)	1	2	3	3	0	9
	Yüzde (%)	,5	,9	1,3	1,0	,0	,8
Aşırı	Frekans (f)	0	0	0	2	0	2
	Yüzde (%)	,0	,0	,0	,7	,0	,2

X^2 : 20.403; p: 0.433

Ağustos ayında Sarıyer istasyonu için en fazla görülen yağış sınıfı %42.9 oranla orta kuvvette yağış olurken, diğer tüm istasyonlarda yine hafif yağış görülmüştür. Ancak bu fark istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermemektedir ($p>0.05$).

Eylül ayı yağış değerlerinin istasyonlara göre dağılımı ve fark analizi sonuçları Tablo 2.10' da verilmiştir.

Tablo 2. 10. Eylül ayı yağış değerlerinin istasyonlara göre dağılımı ve fark analizi sonuçları

Eylül		İstasyon					Toplam
		Florya	Sarıyer	Kumköy-Kilyos	Şile	Kadıköy Rıhtım	
Hafif	Frekans (f)	173	175	145	175	113	781
	Yüzde (%)	49,9	45,8	41,1	40,2	44,8	44,1
Orta kuvvette	Frekans (f)	138	153	142	170	114	717
	Yüzde (%)	39,8	40,1	40,2	39,1	45,2	40,5
Kuvvetli	Frekans (f)	32	41	52	71	21	217
	Yüzde (%)	9,2	10,7	14,7	16,3	8,3	12,3
Çok kuvvetli	Frekans (f)	3	7	7	12	2	31
	Yüzde (%)	,9	1,8	2,0	2,8	,8	1,8
Şiddetli	Frekans (f)	1	3	4	6	1	15
	Yüzde (%)	,3	,8	1,1	1,4	,4	,8
Aşırı	Frekans (f)	0	3	3	1	1	8
	Yüzde (%)	,0	,8	,8	,2	,4	,5

χ^2 : 36.170; p: 0.015

Eylül ayında Kadıköy Rıhtım istasyonu için yağış sınıfı en fazla orta kuvvette olurken (%45.2) diğer istasyonlarda hafif yağış yoğunluklu geçmiştir. Fark analizi sonuçlarına göre eylül aylarında alınan yağış sınıflarına göre gruplar arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$).

Ekim ayı yağış değerlerinin istasyonlara göre dağılımı ve fark analizi sonuçları Tablo 2.11’de verilmiştir.

Tablo 2. 11. Ekim ayı yağış değerlerinin istasyonlara göre dağılımı ve fark analizi sonuçları

Ekim		İstasyon					Toplam
		Florya	Sarıyer	Kumköy-Kilyos	Şile	Kadıköy Rıhtım	
Hafif	Frekans (f)	258	243	240	279	197	1217
	Yüzde (%)	48,8	43,9	45,2	42,0	47,6	45,2
Orta kuvvette	Frekans (f)	203	232	207	283	157	1082
	Yüzde (%)	38,4	42,0	39,0	42,6	37,9	40,2
Kuvvetli	Frekans (f)	57	63	70	85	50	325
	Yüzde (%)	10,8	11,4	13,2	12,8	12,1	12,1
Çok kuvvetli	Frekans (f)	9	10	10	14	8	51
	Yüzde (%)	1,7	1,8	1,9	2,1	1,9	1,9
Şiddetli	Frekans (f)	0	3	2	3	2	10
	Yüzde (%)	,0	,5	,4	,5	,5	,4
Aşırı	Frekans (f)	2	2	2	1	0	7
	Yüzde (%)	,4	,4	,4	,2	,0	,3

X^2 : 16.0667; p: 0.712

Ekim ayında Şile istasyonu %42.6 oranla en fazla orta kuvvette yağış alan istasyon olurken, diğer tüm istasyonlarda hafif yağış çoğunluktadır. Ancak bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0.05$). Kasım ayı yağış değerlerinin istasyonlara göre dağılımı ve fark analizi sonuçları Tablo 2.12’de verilmiştir.

Tablo 2. 12. Kasım ayı yağış değerlerinin istasyonlara göre dağılımı ve fark analizi sonuçları

Kasım		İstasyon					Toplam
		Florya	Sarıyer	Kumköy-Kilyos	Şile	Kadıköy Rıhtım	
Hafif	Frekans (f)	329	295	301	395	217	1537
	Yüzde (%)	47,2	43,4	47,7	49,1	42,9	46,3
Orta kuvvette	Frekans (f)	278	278	235	317	231	1339
	Yüzde (%)	39,9	40,9	37,2	39,4	45,7	40,4
Kuvvetli	Frekans (f)	84	99	90	85	53	411
	Yüzde (%)	12,1	14,6	14,3	10,6	10,5	12,4
Çok kuvvetli	Frekans (f)	5	6	4	8	4	27
	Yüzde (%)	,7	,9	,6	1,0	,8	,8
Şiddetli	Frekans (f)	1	1	1	0	1	4
	Yüzde (%)	,1	,1	,2	,0	,2	,1

X^2 : 20.549; p: 0.197

Kasım ayında Kadıköy Rıhtım istasyonu için en fazla yağış sınıfı %45.7 oranla orta kuvvette olurken, diğer istasyonlar için alınan yağış oranı en fazla hafif sınıfta toplanmaktadır. Fark analizi sonuçlarına göre, kasım aylarında alınan ortalama yağış sınıfları istasyonlara göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0.05$).

Aralık ayı yağış değerlerinin istasyonlara göre dağılımı ve fark analizi sonuçları Tablo 2.13'te verilmiştir.

Tablo 2. 13. Aralık ayı yağış değerlerinin istasyonlara göre dağılımı ve fark analizi sonuçları

Aralık		İstasyon					Toplam
		Florya	Sarıyer	Kumköy-Kilyos	Şile	Kadıköy Rıhtım	
Hafif	Frekans (f)	489	432	380	455	316	2072
	Yüzde (%)	50,1	46,7	45,8	46,5	45,9	47,1
Orta kuvvette	Frekans (f)	405	386	352	421	300	1864
	Yüzde (%)	41,5	41,7	42,5	43,0	43,6	42,4
Kuvvetli	Frekans (f)	77	100	87	96	67	427
	Yüzde (%)	7,9	10,8	10,5	9,8	9,7	9,7
Çok kuvvetli	Frekans (f)	6	7	10	6	5	34
	Yüzde (%)	,6	,8	1,2	,6	,7	,8
Aşırı	Frekans (f)	0	0	0	1	0	1
	Yüzde (%)	,0	,0	,0	,1	,0	,0

X^2 : 13.661; p :0.624

Aralık aylarında alınan yağışlar incelendiğinde 5 istasyonda da, %45.8 ile %50.1 aralığında değişen hafif yağış alındığı görülmektedir. Fark analizi sonuçlarına göre, Aralık aylarında alınan ortalama yağış sınıfları istasyonlara göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0.05$).

3.2 İstasyonlara ve Mevsimlere Göre Yağış Ortalamaları

İstasyonlara ve mevsimlere göre yağış ortalamalarının dağılımı ve fark analizi sonuçları Tablo 3.1’de verilmiştir.

Tablo 3. 1. İstasyonlara ve mevsimlere göre yağış ortalamalarının dağılımı ve fark analizi sonuçları

İstasyon	Florya		Sarıyer		Kumköy-Kilyos		Şile		Kadıköy Rıhtım		Toplam		X ²	p
	X	SS	X	SS	X	SS	X	SS	X	SS	X	SS		
Kış	5,35	4,16	6,07	4,82	6,42	5,26	6,10	5,83	5,21	4,24	5,84	4,93	10.125	0.038
İlkbahar	4,33	3,07	4,99	4,37	4,96	5,42	4,41	4,57	4,55	3,91	4,63	4,35	3.656	0.455
Yaz	3,27	2,26	7,39	6,63	8,44	7,92	6,08	7,55	4,91	2,61	6,40	6,54	4.016	0.404
Sonbahar	5,86	6,63	7,29	7,19	8,91	8,82	7,78	6,75	5,81	5,96	7,27	7,20	13.390	0.010

İlkbahar mevsiminde en fazla yağışı Sarıyer istasyonu alırken, diğer tüm mevsimlerde en fazla yağışı Kumköy-Kilyos istasyonu almıştır. Fark analizi sonuçlarına göre kış ve sonbahar mevsimlerinde alınan yağışlar istasyonlara göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermektedir ($p < 0.05$). Öte yandan ilkbahar ve yaz mevsimindeki yağışların dağılımı istasyonlara göre istasyonlara göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p > 0.05$).

Kış mevsiminde yağış dağılımının istasyonlara göre dağılımı ve fark analizi sonuçları Tablo 3.2’de verilmiştir.

Tablo 3. 2. Kış mevsimindeki yağış dağılımının istasyonlara göre dağılımı ve fark analizi sonuçları

Kış		İstasyon					
		Florya	Sarıyer	Kumköy-Kilyos	Şile	Kadıköy Rıhtım	Toplam
Hafif	Frekans (f)	199	191	161	201	168	920
	Yüzde (%)	62,8	57,2	59,2	60,7	65,4	60,9
Orta kuvvette	Frekans (f)	114	138	106	120	86	564
	Yüzde (%)	36,0	41,3	39,0	36,3	33,5	37,3
Kuvvetli	Frekans (f)	4	5	5	9	3	26
	Yüzde (%)	1,3	1,5	1,8	2,7	1,2	1,7
Çok kuvvetli	Frekans (f)	0	0	0	1	0	1
	Yüzde (%)	,0	,0	,0	,3	,0	,1

X²: 10.540; p: 0.569

Kış mevsiminde %57.2 ile %65.4 aralığında, değişen oranlarda çoğunlukla hafif kuvvette yağış alınmıştır. Fark analizi sonuçlarına göre, kış mevsiminde alınan yağış sınıfları arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0.05$).

İlkbahar mevsimindeki yağış dağılımının istasyonlara göre dağılımı ve fark analizi sonuçları Tablo 3.3’de verilmiştir.

Tablo 3. 3. İlkbahar mevsimindeki yağış dağılımının istasyonlara göre dağılımı ve fark analizi sonuçları

İlkbahar		İstasyon					Toplam
		Florya	Sarıyer	Kumköy-Kilyos	Şile	Kadıköy Rıhtım	
Hafif	Frekans (f)	46	52	39	74	44	255
	Yüzde (%)	67,6	68,4	63,9	74,0	72,1	69,7
Orta kuvvette	Frekans (f)	22	23	20	24	17	106
	Yüzde (%)	32,4	30,3	32,8	24,0	27,9	29,0
Kuvvetli	Frekans (f)	0	1	2	2	0	5
	Yüzde (%)	,0	1,3	3,3	2,0	,0	1,4

X^2 : 7.149; p: 0.521

İlkbahar mevsiminde %63.9 ile %74.0 arasında değişen oranlarda, yine hafif kuvvette yağış en fazla görülen sınıf olmuştur. Fark analizi sonuçlarına göre, ilkbahar mevsiminde alınan yağış sınıfları arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0.05$). Yaz mevsiminde yağış dağılımının istasyonlara göre dağılımı ve fark analizi sonuçları Tablo 3.4’de verilmiştir.

Tablo 3. 4. Yaz mevsimindeki yağış dağılımının istasyonlara göre dağılımı ve fark analizi sonuçları

Yaz		İstasyon					Total
		Florya	Sarıyer	Kumköy-Kilyos	Şile	Kadıköy Rıhtım	
Hafif	Frekans (f)	6	8	4	8	4	30
	Yüzde (%)	85,7	47,1	50,0	53,3	66,7	56,6
Orta kuvvette	Frekans (f)	1	7	3	6	2	19
	Yüzde (%)	14,3	41,2	37,5	40,0	33,3	35,8
Kuvvetli	Frekans (f)	0	2	1	1	0	4
	Yüzde (%)	,0	11,8	12,5	6,7	,0	7,5

X^2 : 5.319; p: 0.723

Yaz mevsiminde Sarıyer istasyonunda orta kuvvete yağış %41.2 olsa da diğer istasyonlarda hafif kuvvette yağış çoğunluktadır. Ancak fark analizi sonuçları, istasyonlar arasındaki bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını ortaya koymuştur ($p>0.05$).

Sonbahar mevsiminde yağış dağılımının istasyonlara göre dağılımı ve fark analizi sonuçları Tablo 3.5’de verilmiştir.

Tablo 3. 5. Sonbahar mevsimindeki yağış dağılımının istasyonlara göre dağılımı ve fark analizi sonuçları

Sonbahar		İstasyon					Toplam
		Florya	Sarıyer	Kumköy-Kilyos	Şile	Kadıköy Rıhtım	
Hafif	Frekans (f)	39	47	35	51	26	198
	Yüzde (%)	63,9	58,0	52,2	48,1	56,5	54,8
Orta kuvvette	Frekans (f)	19	31	23	48	18	139
	Yüzde (%)	31,1	38,3	34,3	45,3	39,1	38,5
Kuvvetli	Frekans (f)	3	3	9	7	2	24
	Yüzde (%)	4,9	3,7	13,4	6,6	4,3	6,6

X^2 : 10.025; p: 0.263

Sonbahar mevsiminde %48.1 ile %63.9 arasında değişen oranlarda, yine hafif kuvvette yağış en fazla görülen sınıf olmuştur. Fark analizi sonuçlarına göre, sonbahar mevsiminde de alınan yağış sınıfları arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0.05$).

3.3. Mevsimlik Yağış Ortalamalarına Etki Eden Faktörlere Yönelik Regresyon Analizi

Regresyon analizi, birkaç değişkenin bir değişken üzerindeki belirleyici etkisine bakmak için tercih edilir. Bu yöntem, mevsimler bazında meydana gelen toplam yağış ortalamasına yıl, gün ve istasyon farklılığının etkili olup olmadığını incelemek için kullanılmıştır. Yine burada da etkinin anlamlı olması için p değerinin 0.05 sınırının altında olması gereklidir. Tablodaki t değeri, p değerini bulmak için kullanılan regresyon t değeridir. B ve Beta ise etki düzeylerini kıyaslamada kullanılır.

R^2 ise modelin açıklama gücüdür. Örneğin kış için 0.002 sonucunun çıkması ve yüzdelik değerde $(0.002 \times 100) = \%0.2$ denk gelmektedir. Buda şu anlama gelir; kış dönemi yağışını yıl ve gün ile belirlemeye kalkarsak, yağışın $\%0.2$ 'sini doğru tahmin edilebileceği anlamına gelmektedir. F değeri ise tablodan p değerinin bulunmasını sağlayan Regresyon ANOVA değeridir. P değeri bu model için 0.05 sınırının üzerinde ise model anlamlı değildir. Yani kış yağışının sadece yıl, gün ve istasyonlara göre belirlenemeyeceğinin göstergesidir.

Mevsimlere göre yıl, istasyon ve günlük yağış farklarının etkisine yönelik regresyon analizi sonuçları Tablo 4.1'de verilmiştir.

Regresyon analizi sonuçlarına göre Kış, ilkbahar ve yaz mevsimlerinde istasyon farklılığı, yıl ve gün değişkenlerinin alınan yağış üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p > 0.05$). Öte yandan sonbahar mevsiminde gün ile alınan yağış arasında pozitif yönde bir ilişki vardır. ($p < 0.05$). Sonbahar aylarında, aylar içerisinde gün arttıkça, alınan yağış değeri de artmaktadır. Her dört regresyon analizinde olduğu gibi, zaman içerisinde alınan yağış miktarındaki değişim istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p > 0.05$).

Tablo 4. 1. Mevsimlere göre yıl, istasyon ve günlük yağış farklarının etkisine yönelik regresyon analizi sonuçları

	Standart olmayan katsayılar		Standart kaysayılar	t	p
	B	Std. Hata	Beta		
Kış					
Sabit	-4,124	11,581		-,356	,722
Yıl	,005	,006	,022	,889	,374
Gün	-,020	,015	-,033	-1,347	,178
İstasyon	-,016	,088	-,004	-,178	,858
R ² : 0.002; F: 0.866; p>0.05					
İlkbahar					
Sabit	12,255	19,764		,620	,536
Yıl	-,004	,010	-,018	-,370	,712
Gün	-,015	,026	-,028	-,571	,568
İstasyon	-,019	,156	-,006	-,125	,901
R ² : 0.001; F: 0.184; p>0.05					
Yaz					
Sabit	-82,481	83,991		-,982	,330
Yıl	,043	,042	,138	1,032	,307
Gün	,149	,114	,180	1,304	,197
İstasyon	,268	,718	,051	,373	,710
R ² : 0.039; F: 0.767; p>0.05					
Sonbahar					
Sabit	49,813	33,657		1,480	,140
Yıl	-,023	,017	-,068	-1,360	,175
Gün	,161	,040	,203	4,057	,000
İstasyon	,161	,271	,030	,596	,551
R ² : 0.044; F: 5.883; p<0.05					

3.4. Yıllık Kar Yağışı Değerinin İstasyonlar ve Zamanla İlişkisine Yönelik Regresyon Analizi Sonuçları

Yıllık kar yağışlı gün sayısının istasyonlara göre fark analizi sonuçları Tablo 5.1’de verilmiştir.

Tablo 5. 1. Yıllık kar yağışlı gün sayısının istasyonlara göre fark analizi sonuçları

İstasyon	Ortalama	Standart Sapma	X ²	p
Sarıyer	12,77	8,20		
Florya	11,16	6,89		
Kumköy-Kilyos	8,44	6,58	16.092	0.003
Şile	11,35	7,70		
Kadıköy Rıhtım	8,71	6,77		
Total	10,59	7,41		

Yıllık karlı gün sayısının en yüksek değeri Sarıyer’de olup, bunu sırasıyla Şile, Florya, Kadıköy Rıhtım ve Kumköy-Kilyos izlemektedir. Fark analizi sonuçlarına göre yıllık karlı gün sayısının istasyonlar arasındaki farkı istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$).

Yıllık kar yağışı değerinin istasyonlar ve zamanla ilişkisine yönelik regresyon analizi sonuçları Tablo 5.2’de verilmiştir.

Tablo 5. 2. Yıllık kar yağışı değerinin istasyonlar ve zamanla ilişkisine yönelik regresyon analizi sonuçları

	Standart olmayan katsayılar		Standart katsayılar	t	p
	B	Std. Hata	B		
Sabit	139,407	35,481		3,929	,000
Yıl	-,064	,018	-,185	-3,569	,000
İstasyon	-,688	,280	-,128	-2,459	,014

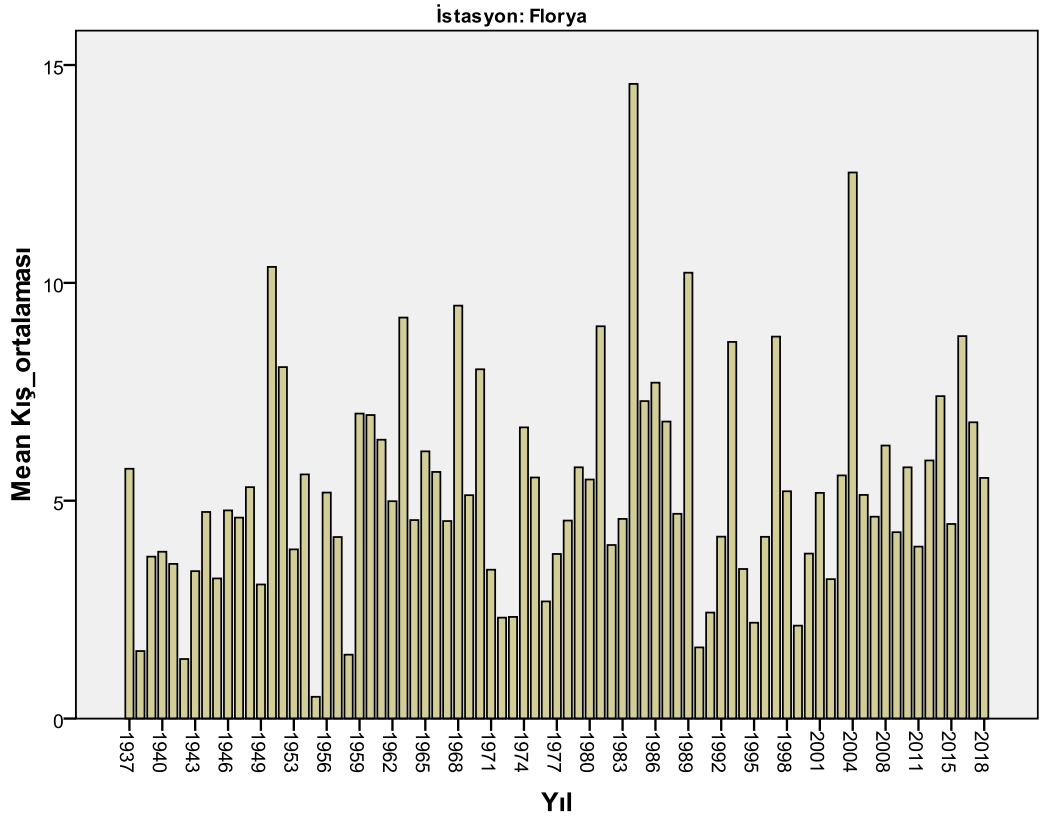
Regresyon analizi sonuçlarına göre hem yılın, hem de istasyonun yıllık alınan karlı gün sayısı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etkisi vardır ($p<0.05$). Yıl arttıkça, yıllık alınan karlı gün sayısı azalmıştır. Diğer bir ifadeyle, zaman içerisinde kar yağışı

alınan günler azalmaktadır. İstasyon ile aradaki negatif ilişki, Sarıyer, Florya, Kumköy- Kilyos, Şile ve Kadıköy Rıhtım sıralamasına göre Sarıyer'den Kadıköy Rıhtım'a gidildikçe, karlı gün sayısının azaldığını göstermektedir.

3.5. Mevsimlere Ve Yıllara Göre Yağış Ortalamalarının Değişimi

3.5.1. Kış Ayı Ortalamalarının Yıllara ve İstasyonlara Göre Değişimi

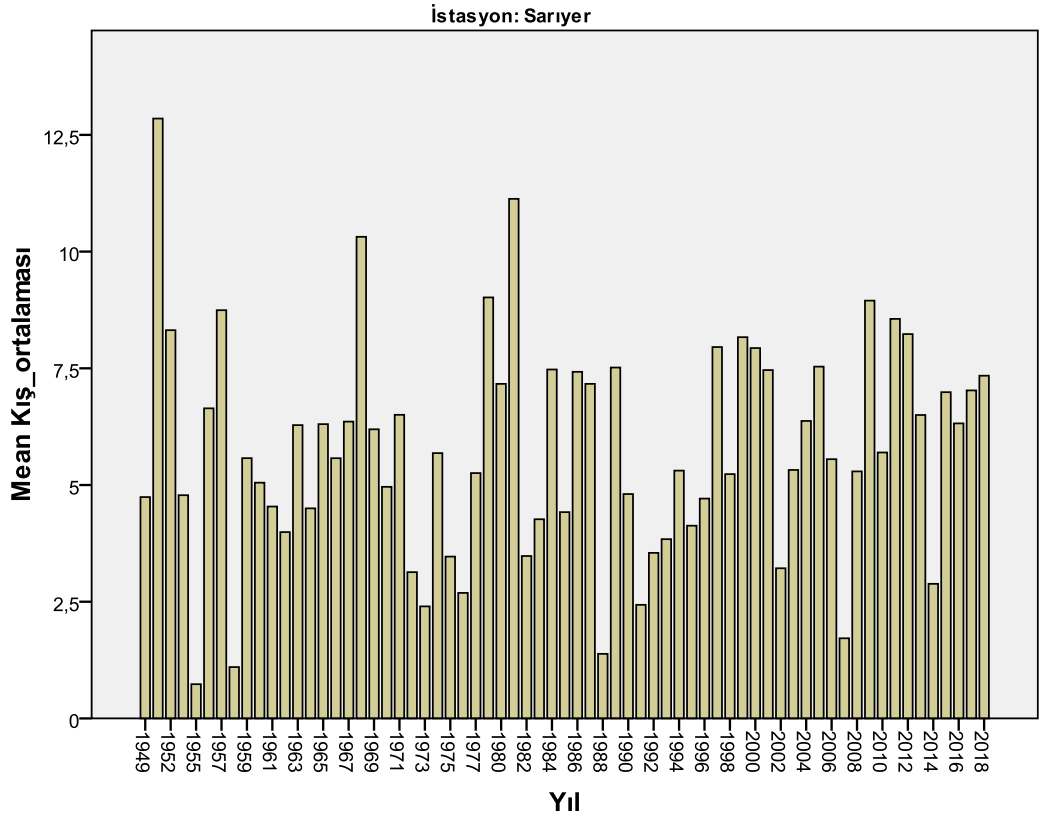
Florya istasyonunun kış ayı yağış dağılımının yıllara göre değişimi Şekil 5.1'de verilmiştir.



Şekil 5.1 Florya İstasyonunun Kış Ayı Yağış Dağılımının Yıllara Göre Değişimi

1949, 1983 ve 2004 yıllarında kış aylarında pik değerler almış olsa da, yağışlı gün sayısı bakımından anlamlı bir artış ya da azalış görülmemektedir. Belirtilen yıllar içerisinde kış aylarında ortalama yağışlı gün sayısı 5 gündür.

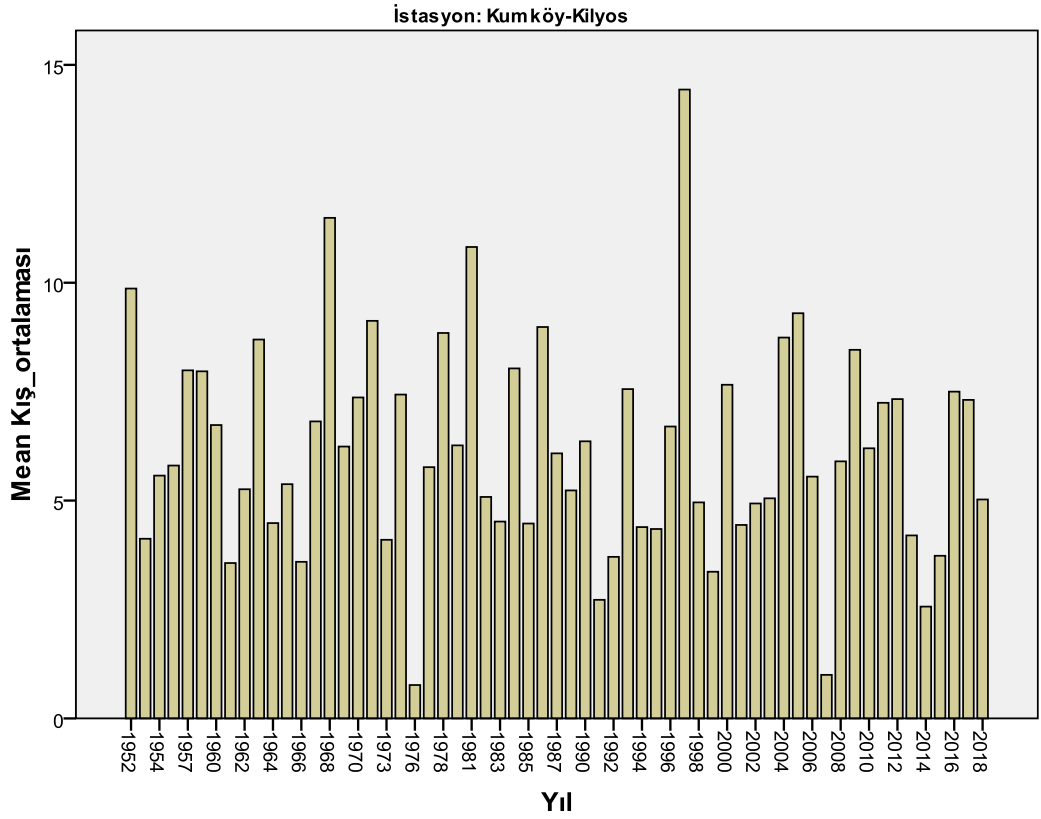
Sarıyer istasyonunun kış ayı yağış dağılımının yıllara göre değişimi Şekil 5.2'de verilmiştir.



Şekil 5.2 Sarıyer İstasyonunun Kış Ayı Yağış Dağılımının Yıllara Göre Değişimi

1950,1968 ve 1981 yıllarında kış aylarında pik değerler almış olsa da, zaman içerisinde yağışlı gün sayısı bakımından anlamlı bir artış ya da azalış görülmemektedir. Belirtilen yıllar içerisinde ortalama yağışlı gün sayısı 5 gündür.

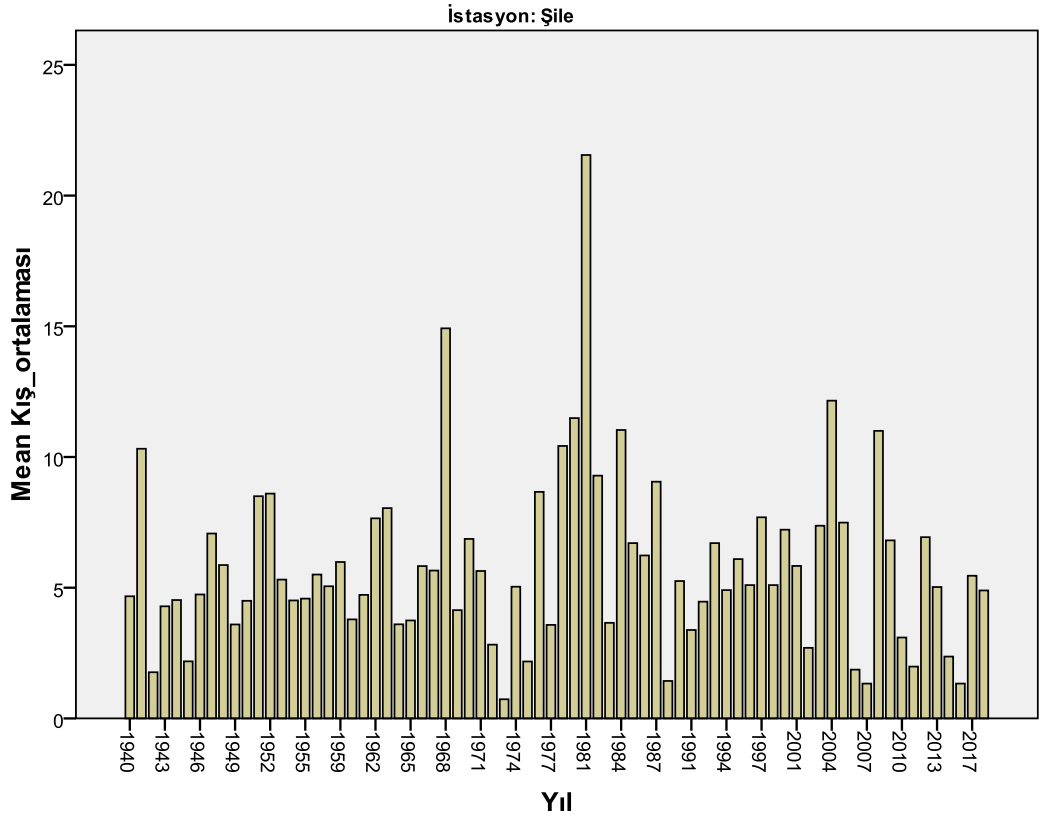
Kumköy-Kilyos istasyonunun kış ayı yağış dağılımının yıllara göre değişimi Şekil 5.3’de verilmiştir.



Şekil 5.3 Kumköy-Kilyos İstasyonunun Kış Ayı Yağış Dağılımının Yıllara Göre Değişimi

1968, 1981 ve 1997 yıllarında kış aylarında pik değerler almış olsa da zaman içerisinde yağışlı gün sayısı bakımından anlamlı bir artış ya da azalış görülmemektedir. Belirtilen yıllar içerisinde ortalama yağışlı gün sayısı 5 gündür.

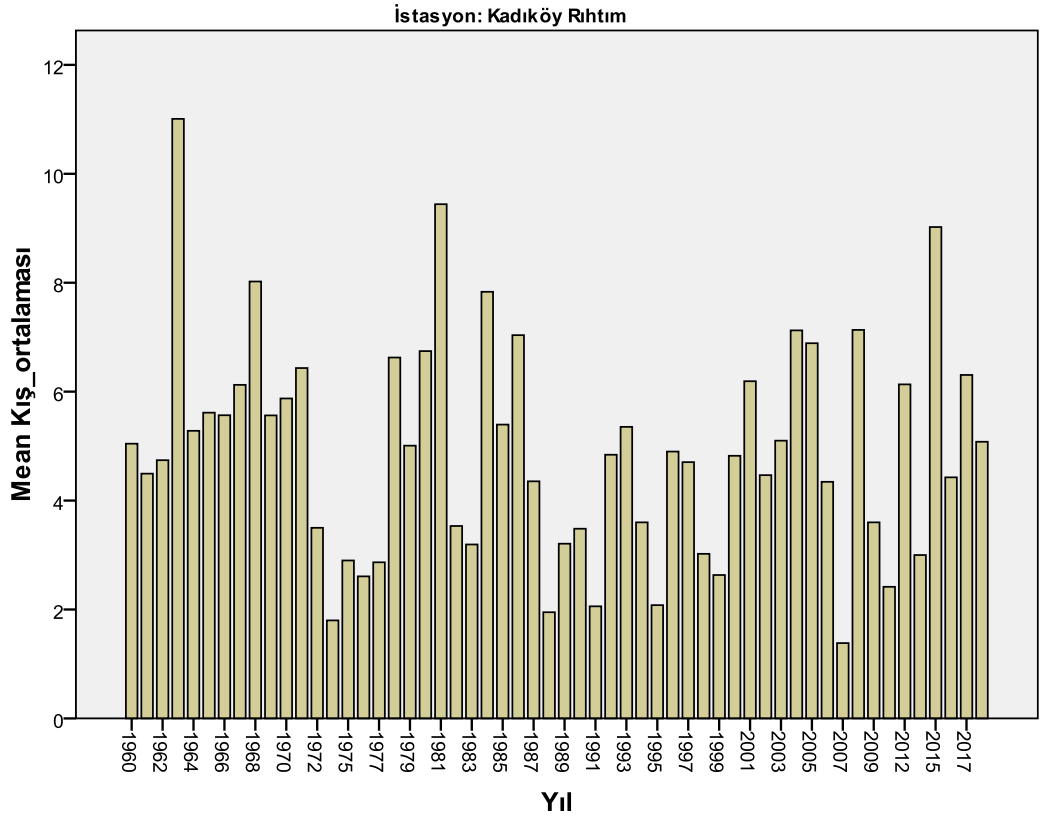
Şile istasyonunun kış ayı yağış dağılımının yıllara göre değişimi Şekil 5.4’de verilmiştir.



Şekil 5.4 Şile İstasyonunun Kış Ayı Yağış Dağılımının Yıllara Göre Değişimi

1968 ve 1981 yıllarında kış aylarında pik değerler almış olsa da zaman içerisinde yağışlı gün sayısı bakımından anlamlı bir artış ya da azalış görülmemektedir. Belirtilen yıllar içerisinde ortalama yağışlı gün sayısı 5 gündür.

Kadıköy Rıhtım istasyonunun kış ayı yağış dağılımının yıllara göre değişimi Şekil 5.5’de verilmiştir.

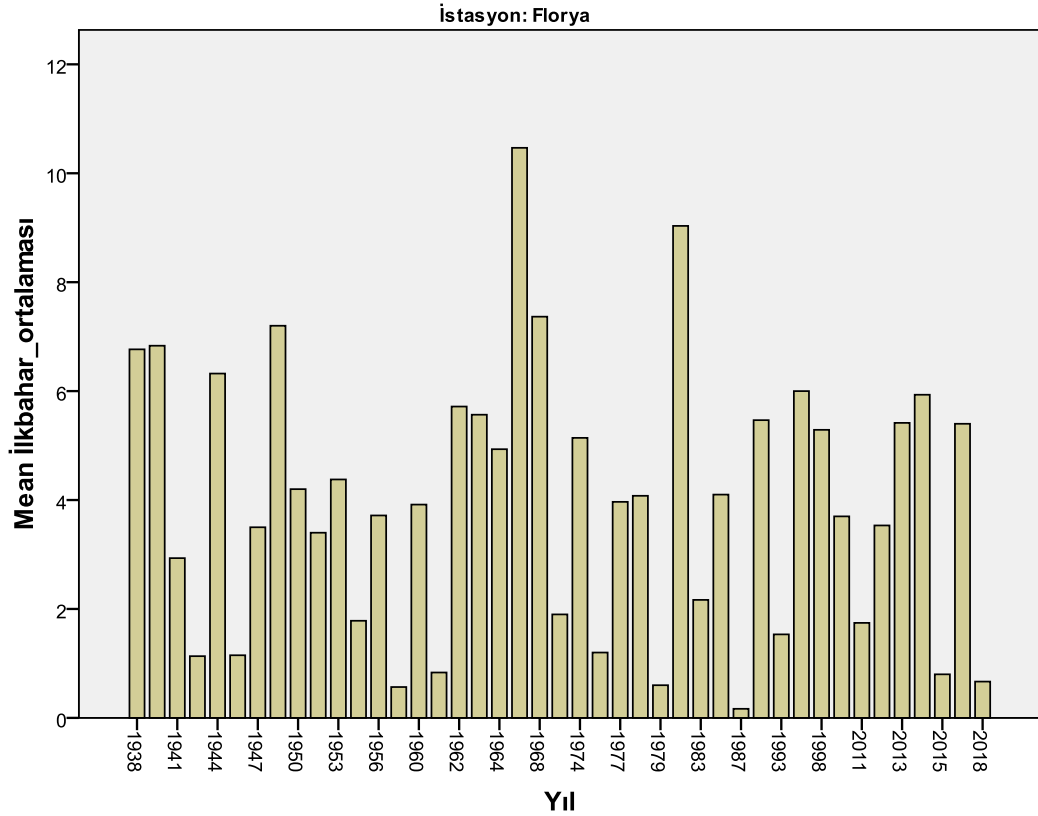


Şekil 5.5 Kadıköy Rıhtım İstasyonunun Kış Ayı Yağış Dağılımının Yıllara Göre Değişimi

1963,1982 ve 2015 yıllarında kış aylarında pik değerler almış olsa da zaman içerisinde yağışlı gün sayısı bakımından anlamlı bir artış ya da azalış görülmemektedir. Belirtilen yıllar içerisinde ortalama yağışlı gün sayısı 5 gündür.

3.5.2. İlkbahar Ayı Ortalamalarının Yıllara ve İstasyonlara Göre Değişimi

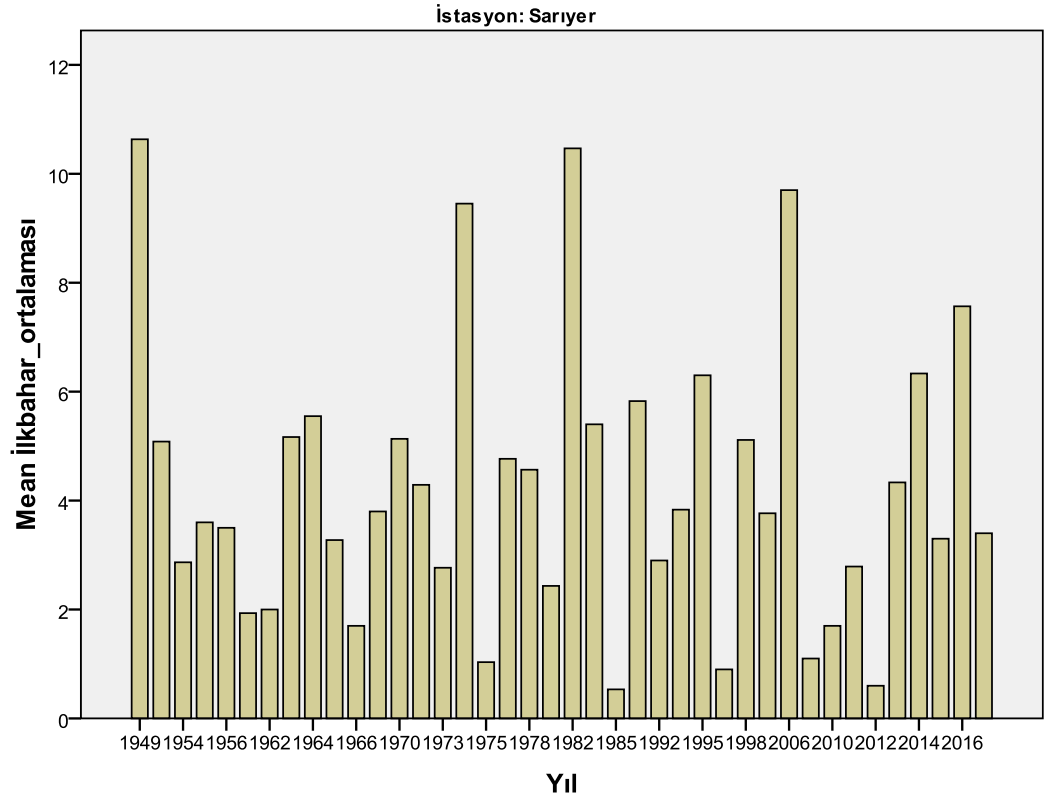
Florya istasyonunun ilkbahar ayı yağış dağılımının yıllara göre değişimi Şekil 6.1’de verilmiştir.



Şekil 6.1 Florya İstasyonunun İlkbahar Ayı Yağış Dağılımının Yıllara Göre Değişimi

1966 ve 1982 yıllarında ilkbahar aylarında pik değerler almış olsa da zaman içerisinde yağışlı gün sayısı bakımından anlamlı bir artış ya da azalış görülmemektedir. Belirtilen yıllar içerisinde ortalama yağışlı gün sayısı 5 gündür.

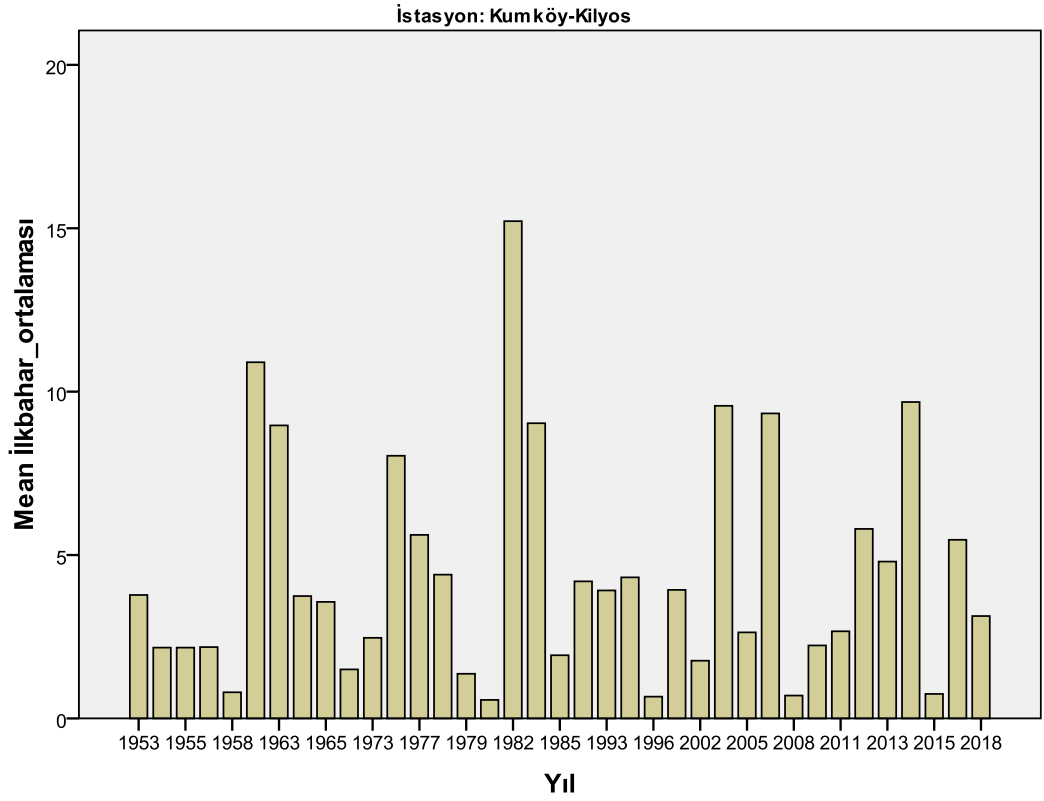
Sarıyer istasyonunun ilkbahar ayı yağış dağılımının yıllara göre değişimi Şekil 6.2’de verilmiştir.



Şekil 6.2 Sarıyer İstasyonunun İlkbahar Ayı Yağış Dağılımının Yıllara Göre Değişimi

1949, 1974, 1982 ve 2006 yıllarında ilkbahar aylarında pik değerler almış olsa da yağışlı gün sayısı bakımından anlamlı bir artış ya da azalış görülmemektedir. Belirtilen yıllar içerisinde ortalama yağışlı gün sayısı 5 gündür.

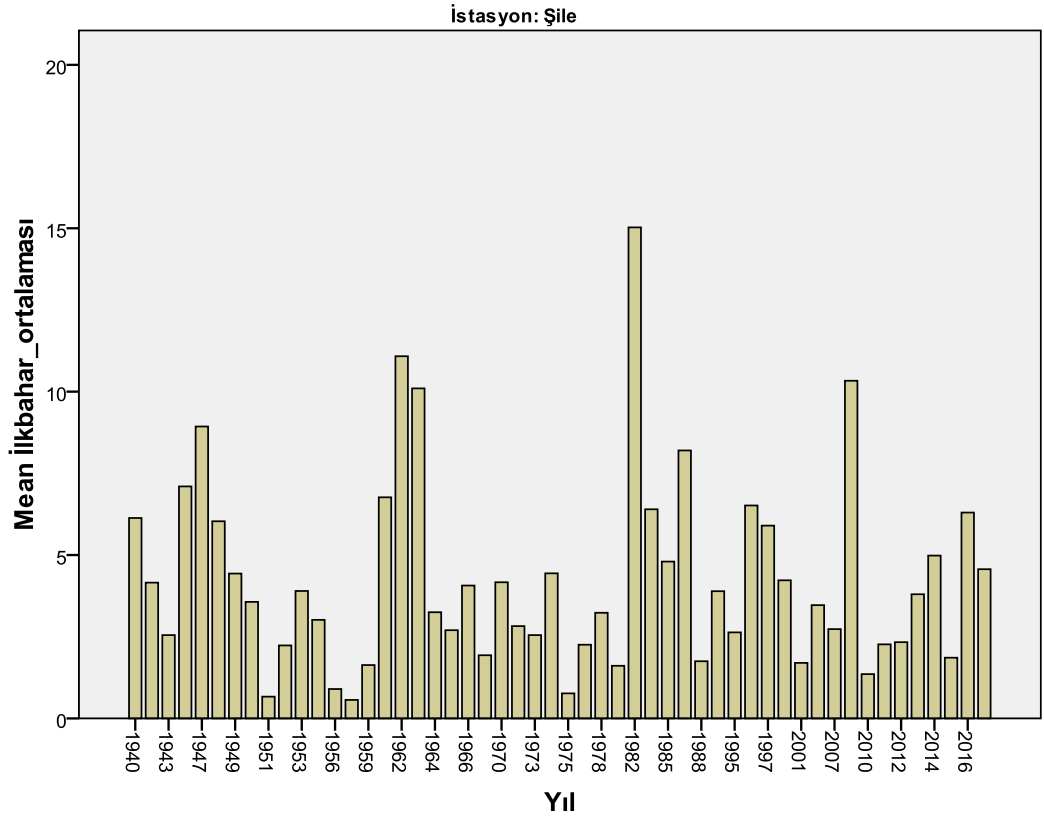
Kumköy-Kilyos istasyonunun ilkbahar ayı yağış dağılımının yıllara göre değişimi Şekil 6.3’de verilmiştir.



Şekil 6.3 Kumköy-Kilyos İstasyonunun İlkbahar Ayı Yağış Dağılımının Yıllara Göre Değişimi

1982 yılında ilkbahar aylarında pik değer almış olsa da yağışlı gün sayısı bakımından anlamlı bir artış ya da azalış görülmemektedir. Belirtilen yıllar içerisinde ortalama yağışlı gün sayısı 4 gündür.

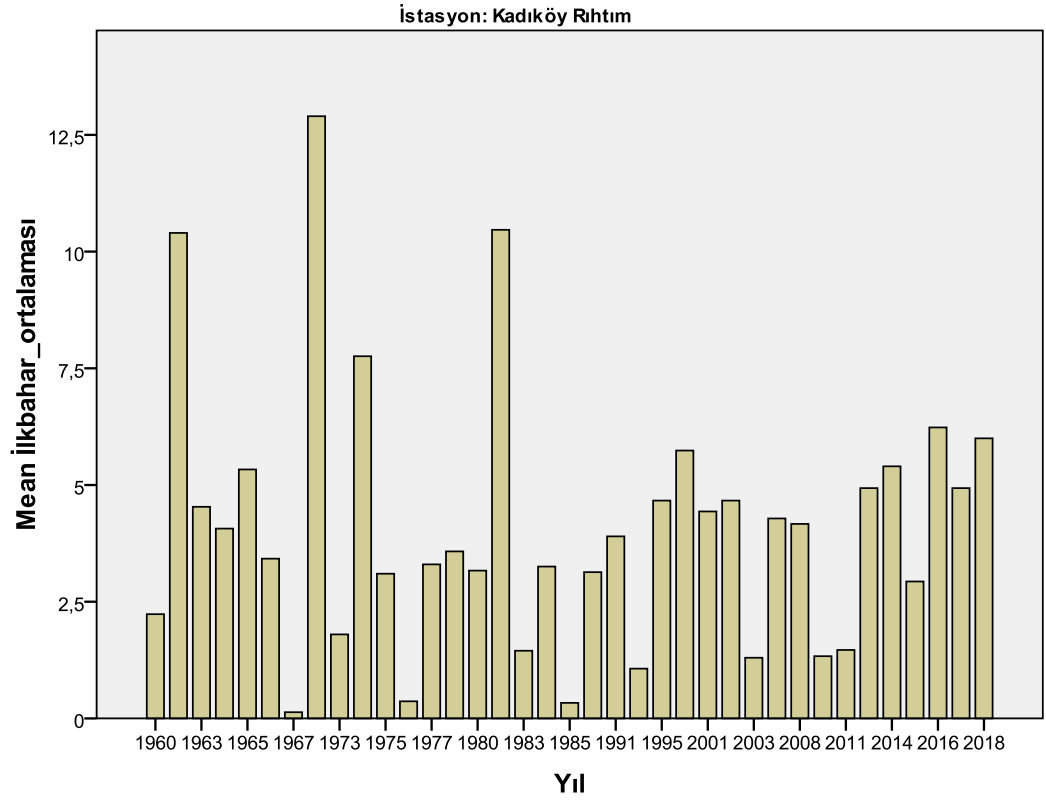
Şile istasyonunun ilkbahar ayı yağış dağılımının yıllara göre değişimi Şekil 6.4’de verilmiştir.



Şekil 6.4 Şile İstasyonunun İlkbahar Ayı Yağış Dağılımının Yıllara Göre Değişimi

1983 yılında ilkbahar aylarında bir pik değer almış olsa da yağışlı gün sayısı bakımından anlamlı bir artış ya da azalış görülmemektedir. Belirtilen yıllar içerisinde ortalama yağışlı gün sayısı 4 gündür.

Kadıköy Rıhtım istasyonunun ilkbahar ayı yağış dağılımının yıllara göre değişimi Şekil 6.5’de verilmiştir.

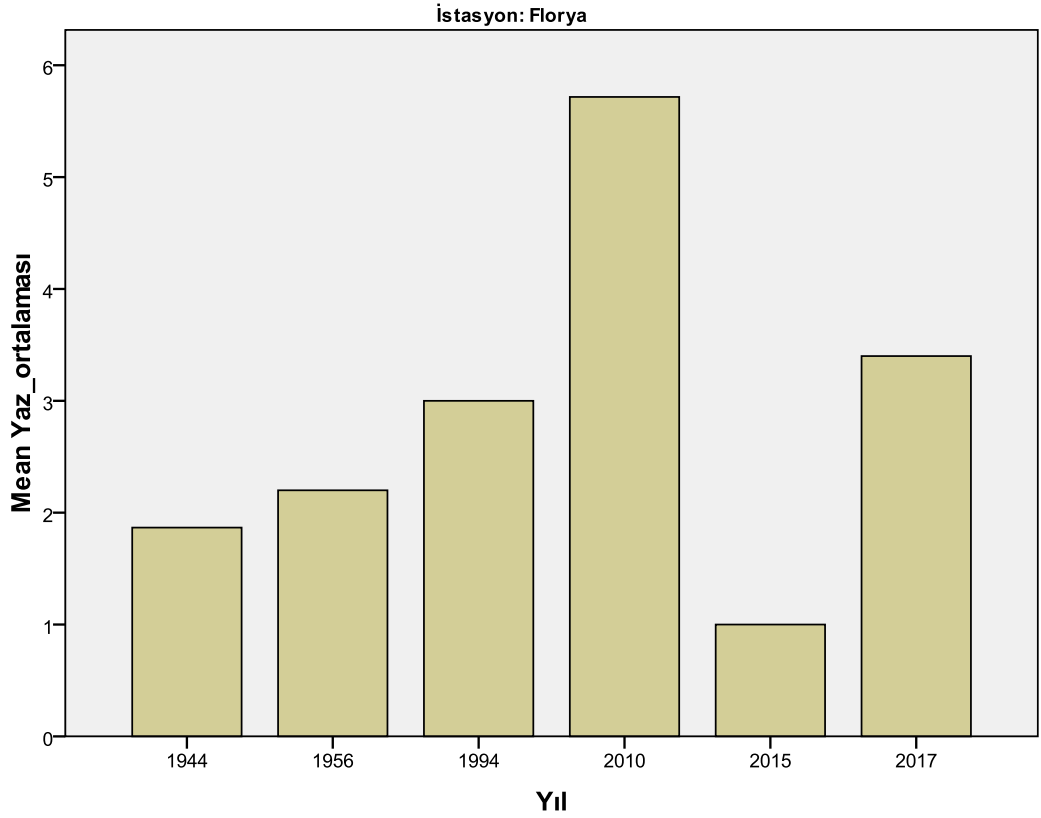


Şekil 6.5 Kadıköy Rıhtım İstasyonunun İlkbahar Ayı Yağış Dağılımının Yıllara Göre Değişimi

1961, 1970 ve 1982 yıllarında ilkbahar aylarında pik değerler almış olsa da yağışlı gün sayısı bakımından anlamlı bir artış ya da azalış görülmemektedir. Belirtilen yıllar içerisinde ortalama yağışlı gün sayısı 4 gündür.

3.5.3. Yaz Ayı Ortalamalarının Yıllara ve İstasyonlara Göre Değişimi

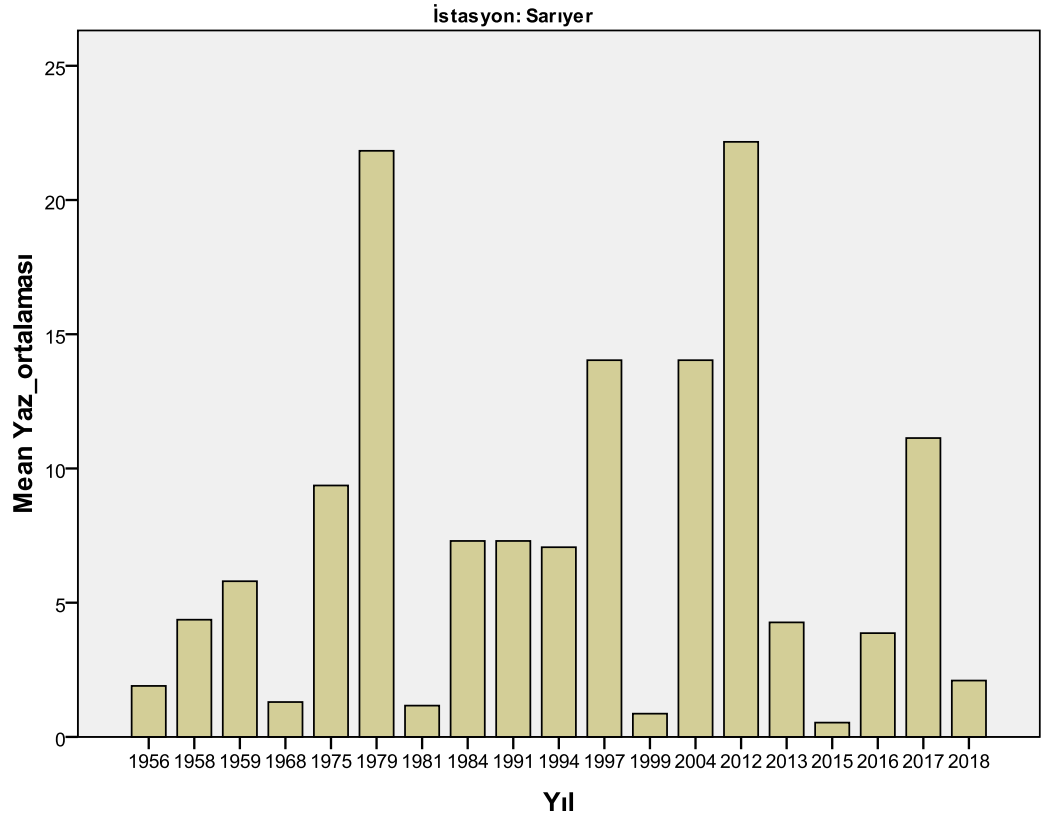
Florya istasyonunun yaz ayı yağış dağılımının yıllara göre değişimi Şekil 7.1’de verilmiştir.



Şekil 7.1 Florya İstasyonunun Yaz Ayı Yağış Dağılımının Yıllara Göre Değişimi

Florya istasyonunda yaz aylarında 1944 yılından 2010 yılına kadar ortalama yağışlı gün sayılarında bir artış görülmektedir. Bu durum yıllar içerisinde şehirleşmenin yoğun olarak görüldüğü İstanbul’un güney kesimlerinde, şehirleşmenin yaz yağışları üzerindeki etkisi ile açıklanabilir.

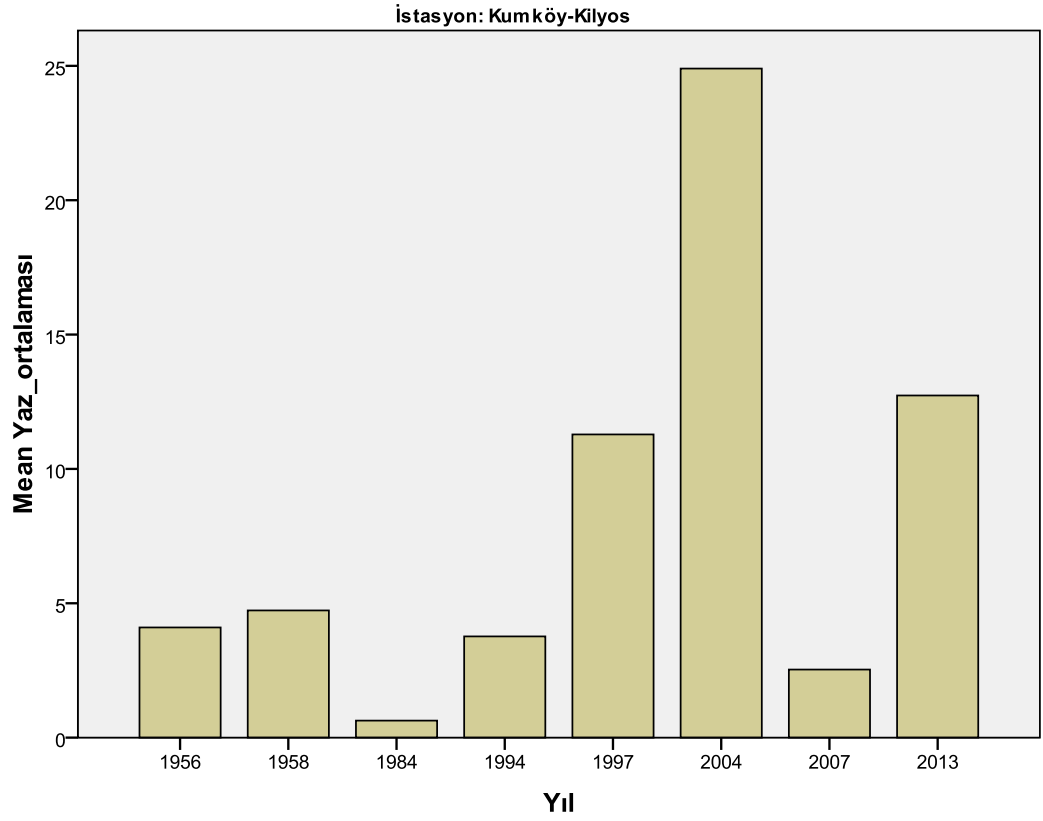
Sarıyer istasyonunun yaz ayı yağış dağılımının yıllara göre değişimi Şekil 7.2’de verilmiştir.



Şekil 7.2 Sarıyer İstasyonunun Yaz Ayı Yağış Dağılımının Yıllara Göre Değişimi

Sarıyer istasyonunda yaz aylarında 1979 ve 2012 yıllarında, pik değerler alınmış olursa da yağışlı gün sayısı bakımından anlamlı bir artış ya da azalış görülmemektedir.

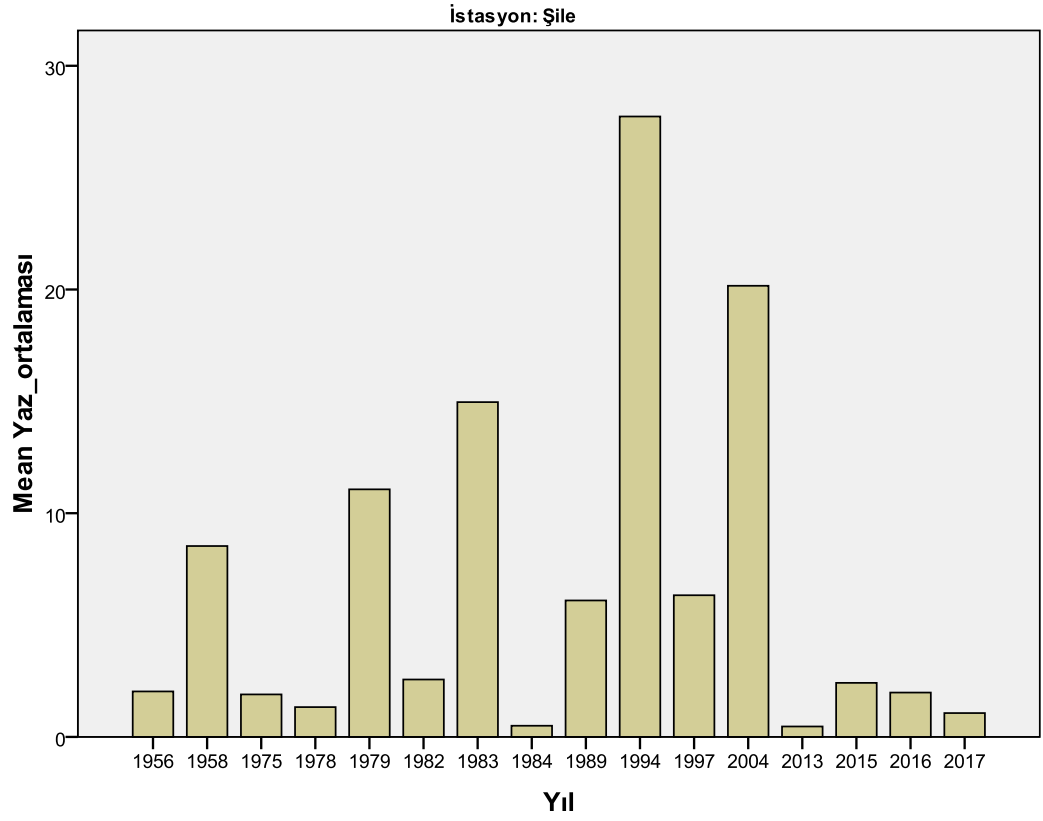
Kumköy-Kilyos istasyonunun yaz ayı yağış dağılımının yıllara göre değişimi Şekil 7.3’de verilmiştir.



Şekil 7.3 Kumköy-Kilyos İstasyonunun Yaz Ayı Yağış Dağılımının Yıllara Göre Değişimi

Kumköy-Kilyos istasyonunda yaz aylarında 2004 yılında pik değerler almış olsa da yağışlı gün sayısı bakımından anlamlı bir artış ya da azalış görülmemektedir. Belirtilen yıllar içerisinde ortalama yağışlı gün sayısı 5 gündür.

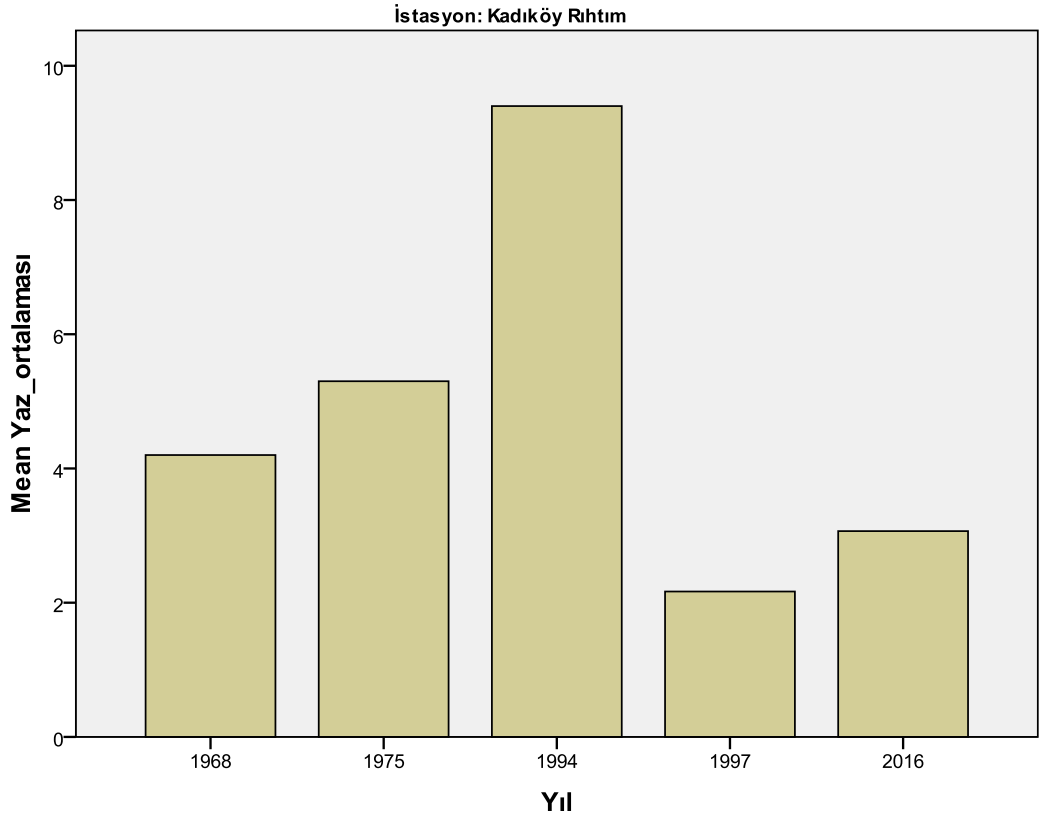
Şile istasyonunun yaz ayı yağış dağılımının yıllara göre değişimi Şekil 7.4’de verilmiştir.



Şekil 7.4 Şile İstasyonunun Yaz Ayı Yağış Dağılımının Yıllara Göre Değişimi

Şile istasyonunda yaz aylarında 1994 ve 2004 yıllarında pik değerler almış olsa da yağışlı gün sayısı bakımından, belirtilen yıllar içerisinde anlamlı bir artış ya da azalış görülmemektedir.

Kadıköy-Rıhtım istasyonunun yaz ayı yağış dağılımının yıllara göre değişimi Şekil 7.5’de verilmiştir.

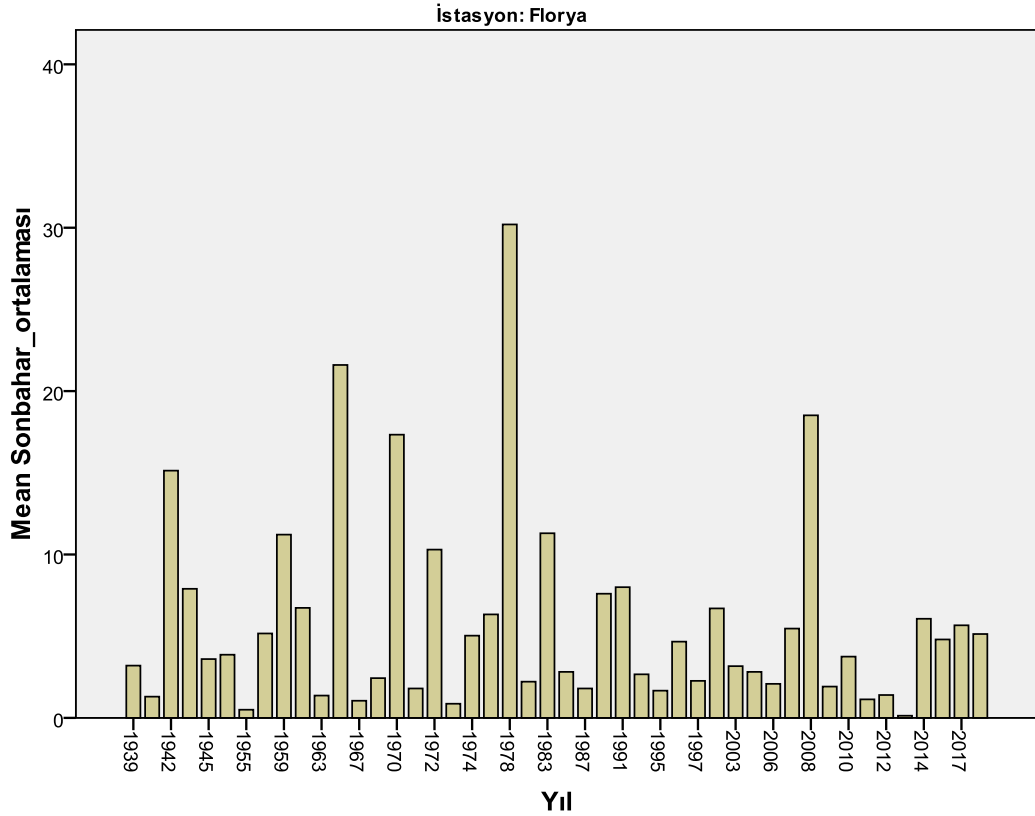


Şekil 7.5 Kadıköy-Rıhtım İstasyonunun Yaz Ayı Yağış Dağılımının Yıllara Göre Değişimi

Kadıköy-Rıhtım istasyonunda yaz aylarında 1968 yılından 1994 yılına kadar ortalama yağışlı gün sayılarında bir artış görülmektedir. Bu durum şehirleşmenin yoğun olarak görüldüğü, İstanbul'un güney kesiminde, şehirleşme etkisinin yaz yağışları üzerindeki etkisi ile açıklanabilir.

3.5.4. Sonbahar Ayı Ortalamalarının Yıllara ve İstasyonlara Göre Değişimi

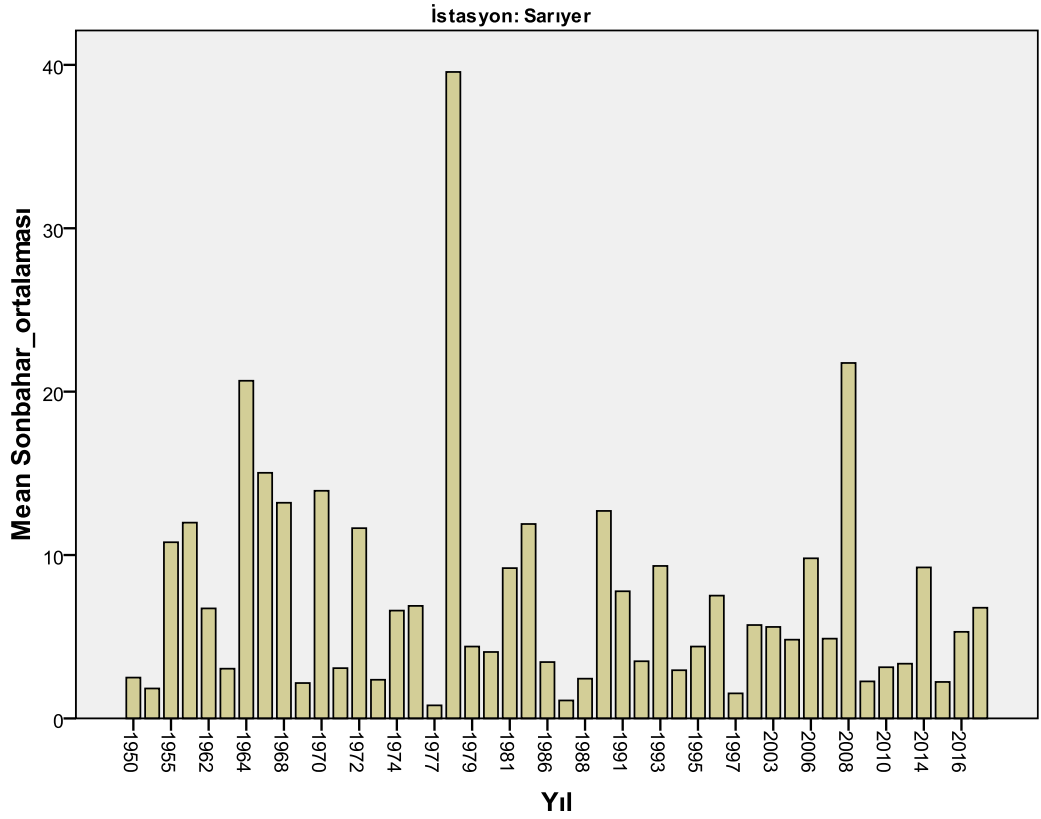
Florya istasyonunun sonbahar ayı yağış dağılımının yıllara göre değişimi Şekil 8.1’de verilmiştir.



Şekil 8.1 Florya İstasyonunun Sonbahar Ayı Yağış Dağılımının Yıllara Göre Değişimi

1966, 1978 ve 2008 yıllarında sonbahar aylarında pik değerler almış olsa da yağışlı gün sayısı bakımından anlamlı bir artış ya da azalış görülmemektedir. Belirtilen yıllar içerisinde ortalama yağışlı gün sayısı 5 gündür.

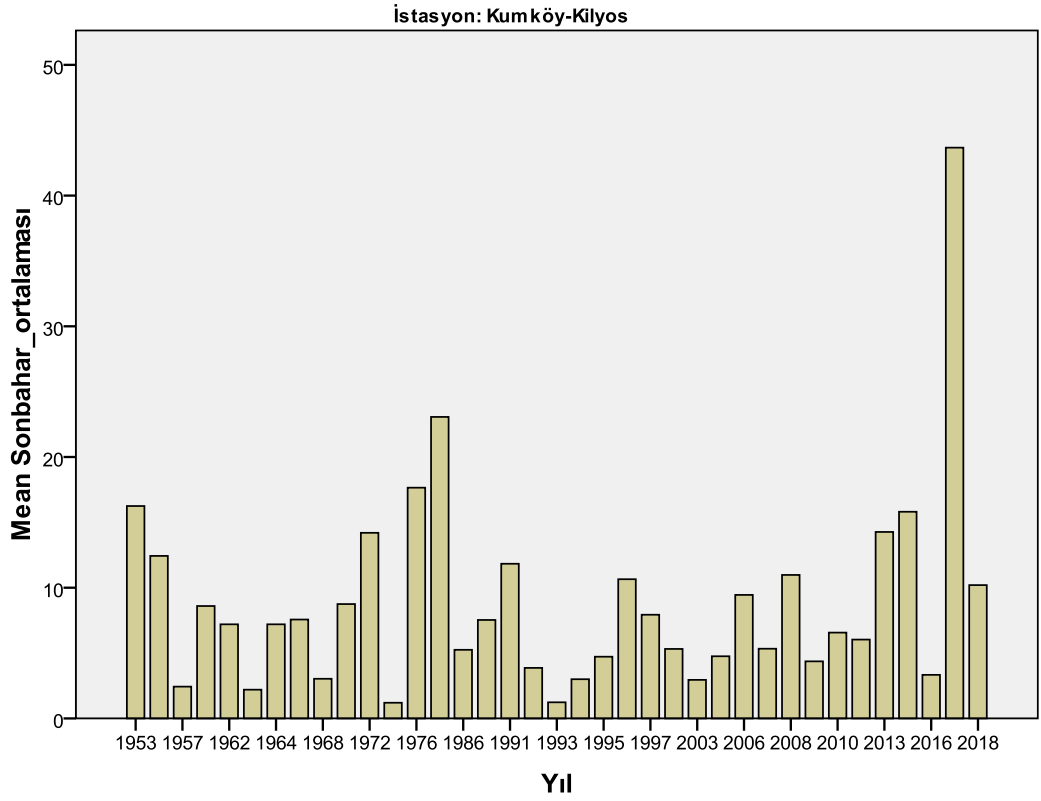
Sarıyer istasyonunun sonbahar ayı yağış dağılımının yıllara göre değişimi Şekil 8.2’de verilmiştir.



Şekil 8.2 Sarıyer İstasyonunun Sonbahar Ayı Yağış Dağılımının Yıllara Göre Değişimi

1964, 1978 ve 2008 yıllarında pik değerler almış olursa da yağışlı gün sayısı bakımından anlamlı bir artış ya da azalış görülmemektedir. Belirtilen yıllar içerisinde ortalama yağışlı gün sayısı 5 gündür.

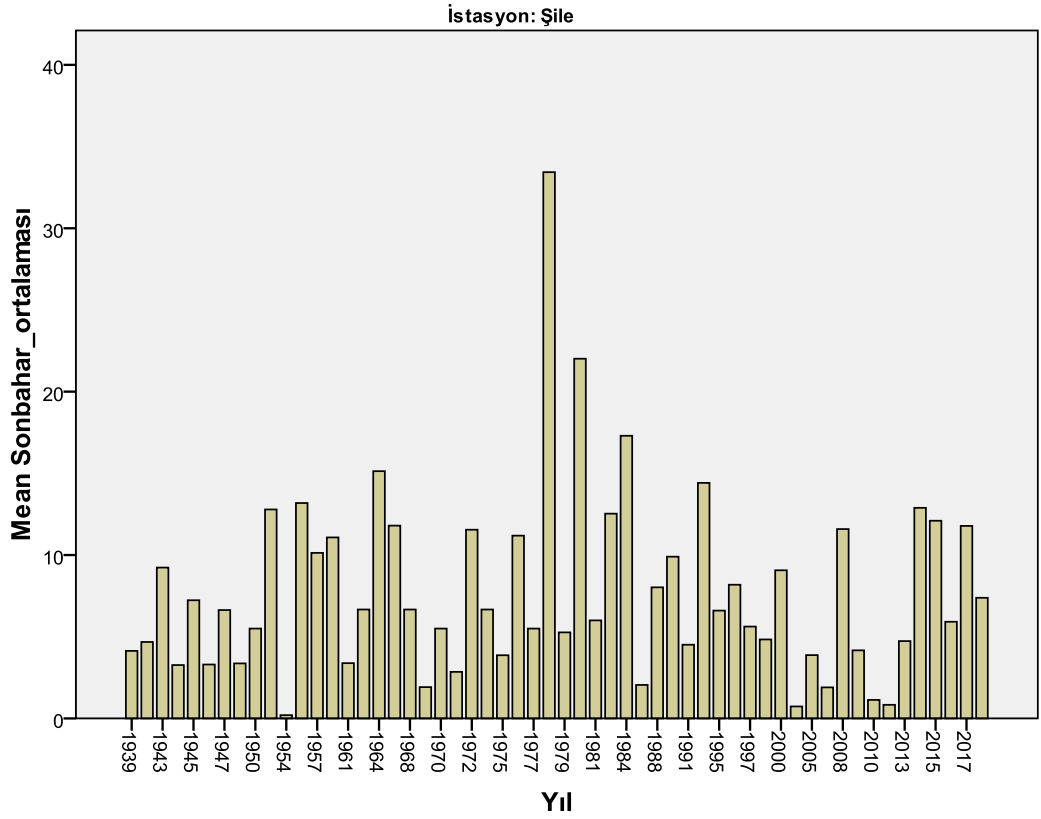
Kumköy-Kilyos istasyonunun sonbahar ayı yağış dağılımının yıllara göre değişimi Şekil 8.3’de verilmiştir.



Şekil 8.3 Kumköy-Kilyos İstasyonunun Sonbahar Ayı Yağış Dağılımının Yıllara Göre Değişimi

1953, 1985 ve 2017 yıllarında pik değerler almış olsa da yağışlı gün sayısı bakımından anlamlı bir artış ya da azalış görülmemektedir. Belirtilen yıllar içerisinde ortalama yağışlı gün sayısı 5 gündür.

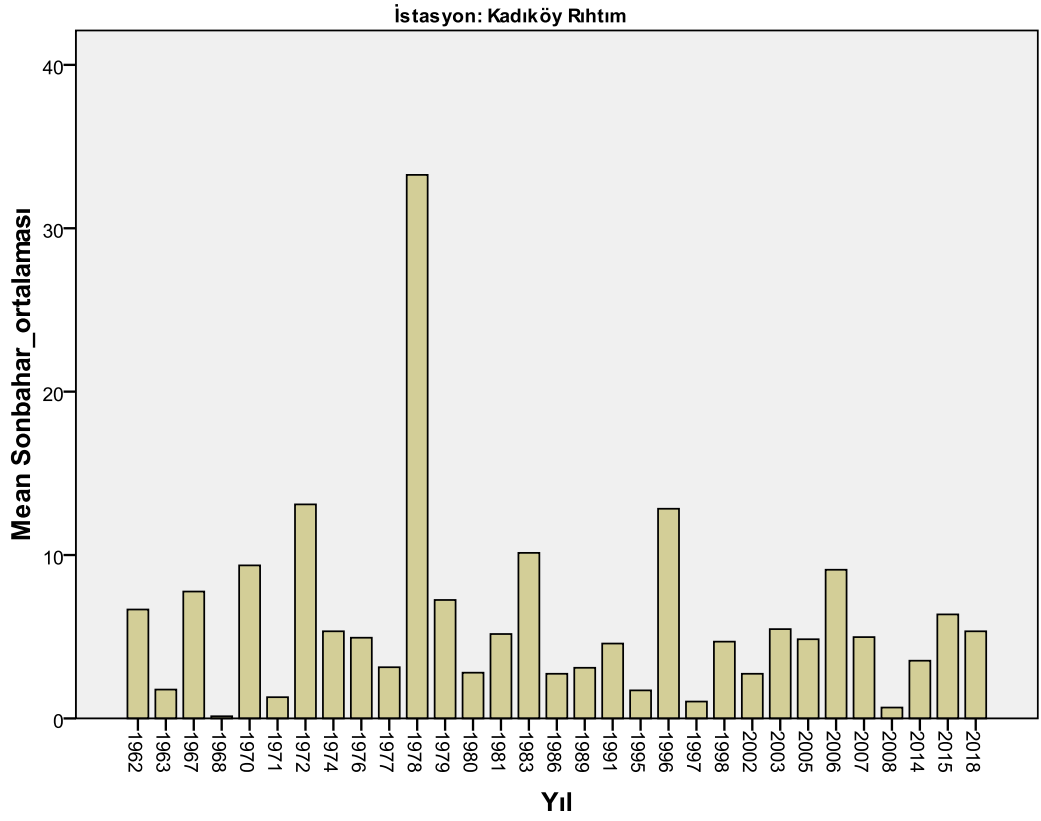
Şile istasyonunun sonbahar ayı yağış dağılımının yıllara göre değişimi Şekil 8.4’de verilmiştir.



Şekil 8.4 Şile İstasyonunun Sonbahar Ayı Yağış Dağılımının Yıllara Göre Değişimi

1965, 1978, 1980 ve 1984 yıllarında sonbahar aylarında pik değerler almış olsa da yağışlı gün sayısı bakımından anlamlı bir artış ya da azalış görülmemektedir. Belirtilen yıllar içerisinde ortalama yağışlı gün sayısı 5 gündür.

Kadıköy-Rıhtım istasyonunda sonbahar ayı yağış dağılımının yıllara göre değişimi Şekil 8.5’de verilmiştir.



Şekil 8.5 Kadıköy-Rıhtım İstasyonunun Sonbahar Ayı Yağış Dağılımının Yıllara Göre Değişimi

1972, 1978 ve 1986 yıllarında sonbahar aylarında pik değerler almış olsa da yağışlı gün sayısı bakımında anlamlı bir artış ya da azalış görülmemektedir. Belirtilen yıllar içerisinde ortalama yağışlı gün sayısı 5 gündür.

SONUÇ

Nüfus artışına bağlı olarak giderek artan şehirleşme, şehir ve yakın çevresinde meteorolojik koşullar ve iklim üzerinde önemli değişikliklere sebep olmaktadır. Şehirlerde ısıtma, trafik, sanayi sebebiyle artan enerji tüketimi, asfalt, beton gibi yapay örtüler, yüksek binaların ve bunlar arasında kalan caddelerin oluşturduğu şehir kanyonları, azalan yeşil alanlar iklim farklılaşmalarına neden olmaktadır.

Şehir iklimleri kırsal alanlardan farklılık göstermektedir. Bu fark, hava şartlarına, şehrin termofiziksel ve geometrik karakterine ve sahada bulunan insan merkezli nem ve ısı kaynaklarına göre artıp azalabilmektedir.

Nüfus artışı ve ekonomik gelişme sonucunda, İstanbul'da şehirleşmenin gelecek yıllarda daha da artacağı göz önünde bulundurulmalı, bunun sonucunda artan hava kirliliği, şehir ısı adası, sel riski gibi problemler dikkate alınmalı, altyapı ve planlama sistemleri gibi maliyet gerektiren yatırımlar için yağışların sıklık ve dağılımlarının belirlenmesi gereklidir.

Şehirleşmenin yağış üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla Meteoroloji Genel Müdürlüğünden 5 adet meteoroloji istasyonuna ait belirtilen yıllar içerisinde “günlük toplam yağışlar” ve “kar yağışlı gün sayısı” verileri sağlanmıştır. Günlük toplam yağışların istatistiki analizi için sınıflandırma olarak Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından kullanılan meteorolojik hadiselerin şiddetlerini belirten sınıflandırma kullanılmıştır.

Günlük toplam yağışların istatistiki analizi için nonparametrik bir yöntem olan Kruskal-Wallis H testi kullanılmıştır. Burada etkinin anlamlı olması için p değerinin 0.05 sınırının altında olması gereklidir. Bu analiz yöntemiyle 5 adet meteoroloji istasyonunun uzun yıllık verileri aylık ve mevsimsel olarak analiz edilmiştir. Bu analize göre; Ortalama değerler üzerinden yapılan tüm zamanlara yönelik veriler incelendiğinde, Nisan ayı yağış ortalaması Florya'da Ocak, Haziran, Temmuz ve Kasım ayı ortalamaları Sarıyer'de, Şubat, Mart, Mayıs, Ağustos, Eylül ve Aralık ayı ortalamaları Kumköy-Kilyos'ta, Ekim ayı ortalaması ise Şile'de daha yüksek düzeydedir. Fark analizi sonuçlarına göre; Nisan, Mayıs, Temmuz ve Ağustos aylarında istasyonlara göre alınan yağış değerleri arasındaki farklar istatistiksel olarak

anlamli değildir ($p>0.05$). Ocak Şubat, Mart, Haziran, Eylöl, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında ise yağış değerlerinin istasyonlar arasındaki farkları istatistiksel olarak anlamlidir ($p<0.05$).

Gölnlük toplam yağışlar için kullanılan Kruskall-Wallis H testinin aylara göre, yapılan yağış şiddetinin sınıfları değerlendirildiğinde; Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz ve Aralık aylarının bütöl istasyonlarda yağışın yüzdelik kısmının çoğu hafif şiddette yağış olarak alınmış, bunun sonucunda yağış istasyonlar bazında istatistiksel olarak anlamli farklılık göstermemektedir ($p>0.05$).

Ağustos ayında Sarıyer istasyonunda Orta Kuvvette yağış oranı %42.9 olurken diğer istasyonlarda hafif kuvvette yağış görölümüştür, fakat bu durum istatistiki olarak anlamli bir farklılık göstermemektedir ($p>0.05$).

Eylöl ayında Kadıköl Rıhtım istasyonunda %45.2 oranla orta kuvvette yağış olurken diğer istasyonlarda hafif yağış yoğunluklu geçmiştir. Fark analizi sonuçlarına göre eylöl aylarında alınan yağış sınıflarına göre gruplar arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlidir ($p<0.05$). Bu durum uzun yıllar ortalamasın da eylöl ayı içerisinde orta kuvvette yağışın anlamli olarak arttığını göstermektedir. Bu ayda alınan yağışların mevsimsel özellikler açısından konvektif karakterde olması beklenebilir.

Ekim ayında Şile istasyonunda %42.6 oranla en fazla orta kuvvette yağış olurken, diğer tüm istasyonlarda hafif yağış çoğunluktadır. Ancak bu farklılık istatistiksel olarak anlamli değildir ($p>0.05$).

Kasım ayında Kadıköl Rıhtım istasyonu için en fazla yağış sınıfı %45.7 oranla orta kuvvette olurken, diğer istasyonlar için alınan yağış oranı en fazla hafif sınıfta toplanmaktadır. Ancak fark analizi sonuçlarına göre, kasım aylarında alınan ortalama yağış sınıfları istasyonlara göre istatistiksel olarak anlamli farklılık göstermemektedir ($p>0.05$).

Kruskall-Wallis H testi istasyonlara ve mevsimlere göre yağış ortalamalarının dağılımı ve fark analizi sonuçlarına göre İlkbahar mevsiminde en fazla yağışı Sarıyer istasyonu alırken, diğer tüm mevsimlerde en fazla yağışı Kumköl-Kilyos istasyonu almıştır. Fark analizi sonuçlarına göre kış ve sonbahar mevsimlerinde alınan yağışlar istasyonlara göre istatistiksel olarak anlamli farklılık göstermektedir ($p<0.05$). Öte

yandan ilkbahar ve yaz mevsimindeki yağışların dağılımı istasyonlara göre istasyonlara göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0.05$). Her mevsimin fark analizi sonuçları ayrı incelendiğinde ise yağışların yüzdelik olarak çoğunluğu hafif yağış sınıfında görülmektedir. Bu durum yağış sınıfları arasındaki farklar bakımından bir anlamlılık göstermemektedir ($p>0.05$). Bu bağlamda mevsim bazında şehirleşme etkisinin yağış şiddetini arttırıcı bir etkisinden söz edilememektedir.

Mevsimler bazında olan toplam yağış ortalamasına yıl, gün ve istasyon farklılığının olup olmadığını incelemek için Regresyon analizi yapılmıştır. Yine burada etkinin anlamlı olması için p değerinin 0.05 sınırının altında olması gereklidir. Regresyon analizi sonuçlarına göre Kış, ilkbahar ve yaz mevsimlerinde istasyon farklılığı, yıl ve gün değişkenlerinin alınan yağış üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0.05$). Öte yandan sonbahar mevsiminde gün ile alınan yağış arasında pozitif yönde bir ilişki vardır. ($p<0.05$). Sonbahar aylarında, aylar içerisinde gün arttıkça, alınan yağış değeri de artmaktadır. Öte yandan her dört regresyon analizinde olduğu gibi, zaman içerisinde alınan yağış miktarındaki değişim istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0.05$).

Kar yağışlı gün sayıları üzerinde, yıllık kar yağışı değerinin istasyonlar ve zamanla ilişkisine yönelik yapılan analiz yöntemi olarak regresyon analizi kullanılmıştır. Bu sonuca göre; Yıllık karlı gün sayısının en yüksek değeri Sarıyer’de olup bunu sırasıyla Şile, Florya, Kadıköy Rıhtım ve Kumköy-Kilyos izlemektedir. Fark analizi sonuçlarına göre yıllık karlı gün sayısının istasyonlar arasındaki farkı istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$).

Regresyon analizi sonuçlarına göre; hem yılın hem de istasyonun yıllık alınan karlı gün sayısı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etkisi vardır ($p<0.05$). Yıl arttıkça, yıllık alınan karlı gün sayısı azalmıştır. Diğer bir ifadeyle zaman içerisinde, kar yağışı alınan günler azalmaktadır. Bu durum şehirleşmenin kar yağışı üzerinde azaltıcı etkisinin olduğunu göstermektedir. İstasyon ile aradaki negatif ilişki Sarıyer, Florya, Kumköy-Kilyos, Şile ve Kadıköy Rıhtım sıralamasına göre, Sarıyer’den Kadıköy Rıhtım’a gidildikçe karlı gün sayısının azaldığını göstermektedir.

Mevsimlere ve yıllara göre yağış ortalamalarının değişimi grafik bazında incelendiğinde; Kış aylarında 5 istasyonda yağışlı gün sayısı bakımından bazı yıllar pik değerler alınmış olsa da anlamlı bir artış ya da azalış görülmemektedir. Yine grafiklerde belirtilen yıllar içerisinde, ilkbahar aylarında 5 istasyonda belirli yıllar içerisinde pik değerler alınmış olsa da yağışlı gün sayısında anlamlı bir artış ya da azalış görülmemektedir.

Yaz aylarında yağışlı gün sayısı bakımından Florya istasyonunda 1944 ve 2010 yılları arasında düzenli bir artış görülmektedir ve istatistiksel olarak önemli değişiklikler saptanmıştır. Şehirleşmenin yaz yağışları üzerindeki etkisinden söz edilebilir. Yine Kadıköy-Rıhtım istasyonunda da 1968 ve 1994 yılları arasında yağışlı gün sayısı bakımından istatistiksel olarak bir artış saptanmıştır. Yaz aylarında diğer istasyonlarda ise bazı yıllar içerisinde pik değerler alınmış olsa da anlamlı bir artış ya da azalıştan söz edilemez. Sonbahar aylarında 5 istasyonda da yağışlı gün sayısı bakımından bazı yıllar pik değerler alınmış olsa da istatistiki olarak bir artış ya da azalıştan söz edilememektedir.

Şehirleşme etkisi, yağışlı gün sayıları bakımından incelendiğinde şehirleşmenin yoğun olarak görüldüğü İstanbul ilinin güney kısmında yer alan, Florya ve Kadıköy Rıhtım istasyonlarının yaz mevsimi yağışları üzerinde anlamlı artışlara neden olmuştur($p<0.05$). Bu iki istasyonda da yaz mevsimi aylarında yağışlı gün sayıları istatistik olarak anlamlı artış göstermiş, şehirleşme arttıkça yağışlı gün sayılarında doğrusal bir artış görülmektedir. Kar yağışlı gün sayısı üzerinde yapılan regresyon analizine göre; şehirleşme etkisinin kar yağışlı gün sayısı üzerinde de negatif etkisi görülmektedir. Günümüze doğru yaklaştıkça ve şehirleşme oranının artmasıyla birlikte, kar yağışlı gün sayısında bir azalma görülmektedir. Zaman içerisinde kar yağışı alınan günler azalmaktadır. Sonuç olarak şehirleşme etkisi yağışlı gün sayılarında bazı istasyonlarda yaz mevsimi yağışları üzerinde pozitif etki yaparken kar yağışlı gün sayısının da şehirleşme etkisine bağlı olarak yıllar arttıkça azalma görülmektedir.

KAYNAKÇA

- ATKINSON, B. W., 1968 “A preliminary investigation of the possible effect of London’s urban area on the distribution of thunder rainfall 1951-60” **Trans. Inst. Brit. Geogr**, 44,97-118
- ATKINSON, B.W., 1971 “The effect of an urban area on the precipitation from a moving thunderstorm” **Journal of Applied Meteorology (1962-1982)**, Vol. 10, No. 1 (February 1971), pp. 47-55
- BİRLEŞMİŞ MİLLETLER 2010 2009 “Dünya kentleşme beklentilerinin gözden geçirilmesi” **Birleşmiş Milletler Ekonomik ve Sosyal İşler Dairesi Nüfus Bölümü S.4**
- CHANDLER, T.J., 1965 “The climate of London. London, Hutchinson” 292 pp
- CHANGNON, S.A. 1978 “Urban effects on severe local storm at St. Louis” **Journal of Applied Meteorology Vol. 17**, No. 5 pp. 578-586
- CHANGNON, S..A 2001 “Assessment of historical thunderstorm data for urban effects: The Chicago case” **Climatic Change** 49:161-169
- CHANGNON, S.A., SEMONİN R.G., Huff F.A 1976 “A hypothesis for urban rainfall anomalies” **Journal of Applied Meteorology (1988-2005)** Vol. 30, No. 1 (January 1991), pp. 126-134
- CHANGNON, S.A., SHEALY, R., SCOTT, R., 1991 “Precipitation changes in fall, winter and spring caused by St. Louis” **Journal of Applied Meteorology (1988-2005)** Vol. 30, No. 1 (January 1991), pp. 126-134
- CHANGNON, S. A., Jr., 1968: “The La Porte weather anomaly. Fact or fiction”? **Bull. Amer. Meteor. Soc.**, 49, 4-11
- CHARTON, F. L., and J.R. HARMAN, 1973: “An additional comment on the La Porte precipitation anomaly”. **Bull. Amer. Meteor. Soc**, 54,26.
- ÇİÇEK, İ. 2003. “The Statistical Analysis of Precipitation in Ankara, Turkey” **Fırat Üniversitesi, Sosyal Bilimler Dergisi**, 13 (1), 1-20.

- ERKUŞ, M. Kemal., 2001 “İstanbul Yıllık Yağışların Kuraklık Analizi” **Tez (Yüksek Lisans) -- İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,**
- FRİTT, H. C., and W. C. ASHBY, 1973: Reply (to Charton and Harman). **Bull. Amer. Meteor. Soc.**, 54, 26-27
- FUKUI, E., 1977: “The Climate of Japan. Kodansha” 317 pp.
- GAMGAM, H 1998: “Parametrik Olmayan İstatistiksel Teknikler” **Gazi Üniv. Yay. No:140, Fen-Ed. Fak. Yay. No:21**
- HIDORE, J. J., 1971: “The effects of accidental weather modification on flow of Kankakee River” **Bull. Amer. Meteor. Soc.**, 52, 99-103
- HOLZMAN, B.G., 1971: “The La Porte precipitation fallacy”. **Science**, 172, 847
- HUFF, F. A., S. A. CHANGNON, JR., 1972: “Climatological assessment of urban effects on precipitation”, **Final Report. Part 2, National Science Foundation Grant GA-18781, Illinois State Water Survey**, 237 pp.
- İ.B.B. 2015-2019 “Stratejik Planı Stratejik Planı”, <http://www.İ.B.B.istanbul/tr-TR/Pages/AnaSayfa.aspx>
- JAUREGUİ, E., ROMALES E., 1996 “Urban Effects on Convective Precipitation in Mexico City”, **Atmospheric Environment Vol. 30, Issue 20, October 1996, Pages 3383-3389**
- KADIOĞLU, M., 1997 “Şehirleşmenin Marmara Bölgesindeki yağışlara etkisi”, **Su ve Çevre Sempozyumu’ 97, 2-5 Haziran 1997, TMMOB JMO, Genel yay No:46, İst Şub. Yay. No:1, 37-46**
- KİSHTAWAL , C.M., D. NİYOGİ, M. TEWARİ, R.A.PİELKE Sr., and J.M SHEPHERD, 2010: “Urbanization signature in the observed heavy rainfall climatology over India”, **Int.J. Climatol.**, 30, 1908-1916
- KUBAN, D. 2010. “İstanbul Bir Kent Tarihi”, **Türkiye İş Bankası**
- LANDSBERG, H.E., 1974, “Inadvertent atmospheric modification through urbanization”. **Weather and Climate Modification, Wiley**, 726-763

- LANDSBERG, H.E. 1981, "The Urban Climate. Academic Pres", **New York**.
- MARSH, M 1991, "Landscape Planning, Environmental Applications", **2nd Edition. New York, U.S.A.**
- METEOROLOJİ.G.MÜDÜRLÜĞÜ <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=A&m=ISTANBUL>
- NİYOĞİ, D., M. LEİ, C. KİSHTAWAL, P. SCHMİD, and M. SHEPHERD, 2017: "Urbanization Impacts on the Summer Heavy Rainfall Climatology over the Eastern United States", **Earth Interact.**, 21, 1–17,
- OGDEN, T. L., 1969: "The effect on rainfall of a large steelworks". **J Appl. Meteor.**, 8, 585-591.
- OKE, T., 1974. "Review of urban climatology" 1968-1973. **Tech Note No.134, WMO** 132 pp.
- ÖZKAN, İ. (2006). "İstanbul Metropolitan Alanında Uygulanan Konut Politikaları ve Levent Bölgelerine Etkisinin İrdelenmesi". **Yüksek Lisans Tezi**
- PARRY, M., 1956: "An urban rainstorm in the Reading area". **Weather**, 11, 41-48
- SANDERSON, M., GORSKİ, R. (1978) "The effect of Metropolitan Detroit-Windsor on Precipitation". **Journal of Applied Meteorology**, Vol. 17, Issue 4, pp.423-427
- SCHMİD, P.E., and D. NİYOĞİ, 2013: "Impact of city size on precipitation-modifying potential". **Geophys. Res. Lett.**, 40, 5263-5267,
- SHEPHERD, J.M., 2005: "A review of current investigations of urban-induced rainfall and recommendations for the future". **Earth Interact.**, 9,
- SİMMONDS I. And KAWAL J. 1986 "Day of the week variation of rainfall and maximum temperature in Malbourne Australia". **Arch. Met. Geophys. Biokl. Ser B** 36, 317-330
- SNAYERS, R. 1990 "On the Statistical Analysis of Series of Observation". **WMO Technical Note 143, Geneva**

TAYANÇ, M., TOROS, H. 1997, “Urbanization effects on regional climate change in the case of four large cities in Turkey”. **Climate Change** 35, 501-524

TÜİK. (2016). “İstanbul İl ve İlçe Nüfusları”.

UNITED NATIONS, 2010: “2009 Revision of world urbanization prospects. Population Division of the Department of Economic and Social Affairs of the United Nations”, 4 pp. [<http://esa.un.org/unpd/wup/Documents/WUP2009>]

USERİN, A. G., SANSARCI, S., KINALI F., YARIŞ, S. KIVANÇ, T., ARSLAN, M., TOPAL, A., 2012. “İstanbul’un Köyleri”. **İstanbul İl Özel İdaresi Yayını, İstanbul.**

YONETANI, T., 1982: “Increase in number of days with heavy precipitation in Tokyo Urban Area”, **J. Appl. Meteor.** (1982) **21** (10): 1466–1471.

ZHANG, Y., J. A. SMİTH, L. LUO, Z. WANG, and M. L. BAECK, 2014: “Urbanization and Rainfall Variability in the Beijing Metropolitan Region”. **J. Hydrometeor.**, 15, 2219–2235, <https://doi.org/10.1175/JHM-D-13-0180.1>.