T.C.
İSTANBUL TİCARET ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
SANAYİ POLİTİKALARI VE TEKNOLOJİ YÖNETİMİ ANABİLİM DALI
SANAYİ POLİTİKALARI VE TEKNOLOJİ YÖNETİMİ DOKTORA PROGRAMI

KAMU BİNALARI ENERJİ TÜKETİMLERİNİN BIN-DATA VE DERECE-SAAT YÖNTEMLERİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Doktora Tezi

Ali Sadık HEKİMOĞLU

İSTANBUL, 2025

T.C.
İSTANBUL TİCARET ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
SANAYİ POLİTİKALARI VE TEKNOLOJİ YÖNETİMİ ANABİLİM DALI
SANAYİ POLİTİKALARI VE TEKNOLOJİ YÖNETİMİ DOKTORA PROGRAMI

KAMU BİNALARI ENERJİ TÜKETİMLERİNİN BIN-DATA VE DERECE-SAAT YÖNTEMLERİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Doktora Tezi

Ali Sadık HEKİMOĞLU
100044084

Danışman: Prof. Dr. İsmail EKMEKÇİ

İSTANBUL, 2025

KABUL VE ONAY SAYFASI

Ali Sadık HEKİMOĞLU tarafından hazırlanan **" Kamu Binaları enerji Tüketimlerinin BIN-data ve Derece-saat Yöntemleri ile Değerlendirilmesi"** adlı tez çalışması 07/07/2025 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri önünde başarı ile savunularak, İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü **Sanayi Politikaları ve Teknoloji Yönetimi Anabilim Dalı**'nda **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman	**Prof. Dr. İsmail Ekmekçi** İstanbul Ticaret Üniversitesi	.....
Jüri Üyesi	**Doç. Dr. Sabri ÖZ** İstanbul Ticaret Üniversitesi	.....
Jüri Üyesi	**Prof. Dr. Murat KASIMOĞLU** İstanbul Ticaret Üniversitesi	.....
Jüri Üyesi	**Prof. Dr. Şaban PUSAT** Yıldız Teknik Üniversitesi	.....
Jüri Üyesi	**Prof. Dr. Ayhan ONAT** Marmara Üniversitesi	.....

ETİK BEYAN SAYFASI

Hazırlamış olduğum tez özgün bir çalışma olup YÖK ve İstanbul Ticaret Üniversitesi Lisansüstü Yönetmeliklerine uygun olarak hazırlanmıştır. Ayrıca, bu çalışmayı yaparken bilimsel etik kurallarına tamamıyla uyduğumu; yararlandığım tüm kaynakları gösterdiğimi ve hiçbir kaynaktan yaptığım ayrıntılı alıntı olmadığını beyan ederim. Bu tezin ihtiva ettiği tüm hususlar şahsi görüşüm olup İstanbul Ticaret Üniversitesi'nin resmi görüşünü yansıtmamaktadır.

Öğrenci Adı-Soyadı:

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda her zaman yardımcı olan değerli Danışman hocam Prof. Dr. İsmail EKMEKÇİ ve destekleriyle hep yanımda olan Doç. Dr. Sabri ÖZ hocalarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım boyunca çok uzak memleketlerinde olan, maddi ve manevi desteklerini benden hiç esirgemeyen ve her zorlukta destek olan Sevgili Annem Nur, abim Dr. Alinur HEKİMOĞLU (Anesteziyoloji ve Re-animasyon Uzmanı), ve Yurtdışındaki kardeşlerim, Kayınpederim ve başta mesai arkadaşlarım Yasin KAYIKÇI, Fatma TURAN, Hanife AKGÜMÜŞ olmak üzere katkısı olan tüm mesai arkadaşlarıma sonsuz teşekkürler, sevgi ve saygılarımı sunarım.

Doktora programı başlangıcından sonuna kadar hep yanımda bilgi ve deneyimlerim destekleriyle yanımda olan Dr. Adem KAYAR Abim ve Prof. Dr. Şaban PUSAT hocama sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ali Sadık HEKİMOĞLU
İSTANBUL, 2025

ÖZET

Bu tez, kamu binalarının enerji tüketimini değerlendirme yöntemlerini, model olarak İstanbul Beykoz Belediye Binası'nı ele alarak derinlemesine analiz etmektedir. Çalışmanın odak noktası, üç temel analiz yönteminin karşılaştırmalı bir değerlendirmesini yapmaktır: BIN-veri yöntemi, Derece-Saat yöntemi ve binanın 2021-2023 yılları arasındaki fiili fatura verilerine dayalı istatistiksel yöntem. Teorik hesaplamalar için 25 yıllık meteorolojik verilerden yararlanılmış; bu modellerden elde edilen sonuçlar, binanın gerçek doğal gaz ve elektrik tüketim verileriyle titizlikle kıyaslanarak yöntemlerin pratik geçerliliği sınanmıştır. Araştırma, her üç yöntemin de birbirine oldukça yakın ve tutarlı sonuçlar ürettiğini ortaya koymuştur. Özellikle kış aylarındaki ısıtma enerjisi ihtiyacı incelendiğinde, BIN yönteminin gerçek tüketimden cüzi miktarda düşük, Derece-Saat yönteminin ise bir miktar yüksek tahminler sunduğu belirlenmiştir. Bu bulgular ışığında, çalışma, BIN yönteminin, kamu binalarının mevcut enerji performansını doğruya en yakın şekilde tahmin etme ve enerji verimliliği potansiyelini ortaya koyma konusunda güvenilir, pratik ve etkin bir araç olduğu sonucuna varmaktadır. Tez, bu ampirik analizin yanı sıra, 'Web of Science' veritabanı kullanılarak gerçekleştirilen kapsamlı bir bibliyometrik analiz ile konunun akademik literatürdeki yerini ve araştırma eğilimlerini de haritalandırarak çalışmaya teorik bir zemin kazandırmaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Enerji Tüketim Analizi, Kamu Binası, BIN Yöntemi, Derece-Saat Yöntemi, Enerji Verimliliği*

ABSTRACT

This thesis presents a comprehensive analysis of energy consumption in public buildings, focusing on the Beykoz Municipal Building in Istanbul as a detailed case study. The primary objective is to conduct a comparative evaluation of three distinct methodologies for energy assessment: the BIN-data method, the Degree-Hour method, and a statistical method utilizing the building's actual natural gas and electricity bills from 2021 to 2023. Theoretical calculations for the BIN and Degree-Hour methods were performed using 25-year meteorological data. The outputs of these models were then meticulously benchmarked against empirical consumption data to ascertain their predictive accuracy and practical applicability. The findings demonstrate a strong correlation between all three methods, yielding closely aligned results. For winter heating requirements, the analysis revealed that the BIN method's estimates are marginally lower than actual usage, while the Degree-Hour method's projections are slightly higher. This rigorous comparison validates the BIN method as a highly reliable and practical tool for assessing energy performance and identifying efficiency potentials in public buildings. The empirical study is further supported by a thorough bibliometric analysis of the relevant academic literature, sourced from the Web of Science database, providing a broader scientific context.

Keywords: *Energy Consumption Analysis, Public Buildings, BIN Method, Degree-Hour Method, Energy Efficiency*

İÇİNDEKİLER

Sayfa No.

ETİK BEYAN SAYFASI iii
TEŞEKKÜR iv
ÖZET v
ABSTRACT vi
TABLOLAR LİSTESİ ix
ŞEKİLLER ve GRAFİKLER LİSTESİ xi
KISALTMALAR xv
GİRİŞ 1
BÖLÜM 1 LİTERATÜR TARAMASI VE BİBLİYOMETRİK ANALİZ 13
1.1. Literatür Taraması 13
1.2. Bibliyometrik Analiz 14
1.2.1. Yazarların Ortaklık Analizi 19
1.2.2. Yazarların Ortaklık ve Kurum veya Kuruluş arasındaki Analizi 22
1.2.3. Yazar ortaklık ve Ülkelerin arasındaki bağlantı Analizi 25
1.2.4. Anahtar Kelimeleri ile Eş Anlamı olan Analiz Tipi arasındaki Bağlantısı 30
1.2.5. Alıntı Analiz Tipleri İncelemesi 33
1.2.6. Ortak Alıntıların Analizi 59
BÖLÜM 2: DÜNYADAKİ KONUT SEKTÖRÜN ENERJİ TÜKETİMİ 65
2.1 Konut sektörün enerji Tüketiminin Dünya Piyasasındaki Etkisi 65
2.2. Sektörlere göre Dünyadaki konut sektörün Son enerji Tüketimi 67
2.3. Dünyadaki Gelişmiş Ülkelerin arası Konut Sektörün Enerji Tüketim Oranı 68
2.4. Türkiye'deki Konut Sektörün enerji Tüketimini İncelemesi 73
2.5. Türkiye'deki İlleri göre Enerji Tüketimi 74
BÖLÜM 3. YÖNTEMLER 77
3.1.BIN Yöntemi 77
3.2. Beykoz Belediye Binasının Enerji Tüketimini İstatistik Yöntemi ile İncelemesi 144
3.3. Derece-Saat Yöntemi 167
3.3.1. Kamu Binanın (Beykoz Belediye Binası) Enerji Tüketimini Derece Saat Yöntemi ile Hesaplanması 177
BÖLÜM 4 KAMU BİNANIN ENERJİ TÜKETİMLERİNİN BIN DATA VE DERECE SAAT YÖNTEMLERİ ARASINDA KIYASLAMASI 182
4.1. Beykoz Belediye Binasının Enerji Tüketimini Fatura Değerlerin üzerinden Hesaplanma ... 182

SONUÇ 191
KAYNAKÇA 194
EKLER 200
EK 1. Beykoz Belediye Binasının Enerji Tüketimini Ts 825 (2025) Standardına Uygun İzoder Programından İncelemesi 200

TABLOLAR LİSTESİ

Sayfa No.

Tablo 1. Ülkeleri göre Enerji Tüketimi 4
Tablo 2. Minimum yazar başı alıntı ile yazar başı makale gösterilen tablosu 19
Tablo 3. Yazarların 2 adet makalesinde bulun grup ve bağlantıları 20
Tablo 4. Yazar ortaklıkların ve kurumların arasındaki bağlantı tablosu 23
Tablo 5. Yazar ortaklık ve ülkelerin arasındaki bağlantıları gösterilen tablosu 26
Tablo 6. Ülkelerin bağlantılı olan grupları gösteren tablosu 28
Tablo 7. Ortak yazarlık bulunmayan ülkeleri gösteren tablosu 30
Tablo 8. Anahtar Kelimeleri ve eş anlamlı kelime analizi 32
Tablo 9. Anahtar Kelimeleri ve eş anlamlı kelime analizi bulunan grup sayısı 33
Tablo 10. Seçilen 50 adet makale yazar ve alıntı sayısını gösterilen tablosu 36
Tablo 11. Kaynakları kullanılmış makale sayısı ve alıntı sayısı 39
Tablo 12. Kaynakları kullanılmış yazarlar ve alıntı sayısı 39
Tablo 13. Alıntı ile kurumlar arasında ilişkili 6 kurum 43
Tablo 14. Alıntı ile kurumlar arasında bağlantılı ilişkili 3 kurum 44
Tablo 15. Bağımsız ilişkili kurumlar ve Alıntıları 46
Tablo 16. Ülkeleri ile alıntılar arasındaki bağlantısı ve makale sayısını gösteren tablosu 48
Tablo 17. Kaynakları ile Bibliyografik Bağlanma arası İlişki 52
Tablo 18. Bibliyografik bağlama ve Ülkelerin arasındaki makale sayıları 58
Tablo 19. Ülkelerin Grup ve Bağlantıları 58
Tablo 20. Alıntıları ilişkisi olan Kaynakların listesi 61
Tablo 21. Ortak yazarların alıntı 63
Tablo 22. 1973-2004 arası dünya enerji tüketimi ile ilgili küresel enerji tüketimi 66
Tablo 23. Dünyada Sektörleri göre Son Enerji Tüketimi (IEA, 2006) 68
Tablo 24. Ülkeleri göre Enerji Tüketim Oranları 70
Tablo 25. İstanbul ilin toplam N_{bin} Değerleri (Saat/Ay) 80
Tablo 26. İstanbul ili için gün içerisinde 12 farklı zaman aralıkları arasında gösteren Yıllık N_{bin} Değerleri (Saat/Yıl) 85
Tablo 27. İstanbul ilin Ocak ayın N_{bin} Değerleri (Saat/Yıl) 96
Tablo 28. İstanbul ilin Şubat ayın N_{bin} Değerleri (Saat/Yıl) 96
Tablo 29. İstanbul ilin Mart ayın N_{bin} Değerleri (Saat/Yıl) 97
Tablo 30. İstanbul ilin Nisan ayın N_{bin} Değerleri (Saat/Yıl) 98
Tablo 31. İstanbul ilin Mayıs ayın N_{bin} Değerleri (Saat/Yıl) 98
Tablo 32. İstanbul ilin Haziran ayın N_{bin} Değerleri (Saat/Yıl) 99
Tablo 33. İstanbul ilin Temmuz ayın N_{bin} Değerleri (Saat/Yıl) 100
Tablo 34. İstanbul ilin Ağustos ayın N_{bin} Değerleri (Saat/Yıl) 100
Tablo 35. İstanbul ilin Eylül ayın N_{bin} Değerleri (Saat/Yıl) 101
Tablo 36. İstanbul ilin Ekim ayın N_{bin} Değerleri (Saat/Yıl) 102
Tablo 37. İstanbul ilin Kasım ayın N_{bin} Değerleri (Saat/Yıl) 102
Tablo 38. İstanbul ilin Aralık ayın N_{bin} Değerleri (Saat/Yıl) 103
Tablo 39. Beykoz Belediye Binasının fiziksel ve termal özellikleri [67],[102]. 135
Tablo 40. Beykoz Belediye Binanın Isıtma için gerekli enerji miktarı (kWh) 137
Tablo 41. Beykoz Belediye Binanın Soğutma için gerekli Enerji Miktarı (kWh) 139

Tablo 42. Beykoz Belediye Binanın Kış Mevsiminde aylara göre Isınma için gerekli Enerji Miktarı (kWh).....140
Tablo 43. Beykoz Belediye Binanın Yaz Mevsiminde Aylara göre Soğutma için gerekli Enerji Miktarı (kWh).....141
Tablo 44. 2020 Yıllın Beykoz Belediye Binasının Doğalgaz Tüketimi Miktarı (Fatura).....144
Tablo 45. 2020 Yıllın Beykoz Belediye Binasının Elektrik Tüketimi Miktarı.....145
Tablo 46. 2021 Yıllında Beykoz Belediye Binanın Enerji Tüketimi Miktarı.....147
Tablo 47. 2022 Yıllında Beykoz Belediye Binanın Elektrik ve Doğalgaz Tüketimi Miktarı.....150
Tablo 48. 2023 Yıllında Beykoz Belediye Binanın Elektrik ve Doğalgaz Tüketimi Miktarı.....153
Tablo 49. Belediye Binanın Üç yıllık Enerji Tüketiminin Aylık Fatura Değerleri (Doğalgaz ve Elektrik).....162
Tablo 50. Belediye Binanın Üç yıllık Ortalama Enerji Tüketiminin Değerleri (Doğalgaz ve Elektrik).....163
Tablo 51. Kış mevsimdeki ayları göre ısıtma derece saat (HDH) hesaplaması.....168
Tablo 52. Yıllık ısıtma derece saat (HDH) hesaplaması.....171
Tablo 53. Yaz mevsimindeki soğutma derece saat (CDH) hesaplaması.....172
Tablo 54. Yıllık soğutma derece saat (CDH) hesaplaması.....174
Tablo 55. Kış mevsimindeki ısıtma için gerekli enerji miktarı hesaplaması.....177
Tablo 56. Yaz mevsimindeki soğutma için gerekli enerji miktarı hesaplaması.....179
Tablo 57. Belediye Binanın Üç yıllık Enerji Tüketiminin Aylık Fatura Değerleri (Doğalgaz ve Elektrik).....182
Tablo 58. Beykoz Belediye Binanın üç yıllık fatura değerlerine göre aylık ortalama Enerji (Doğalgaz) Tüketiminin Değerleri.....183
Tablo 59. Beykoz Belediye Binanın yıllık fatura değerlerine enerji Tüketiminin Değerleri.....184
Tablo 60. Beykoz Belediye Binanın Enerji Tüketimini yıllık fatura değerlerine enerji Tüketiminin Değerleri.....186

ŞEKİLLER ve GRAFİKLER LİSTESİ

Sayfa No.

Şekil 1. Uluslararası ve ulusal enerji tüketim araştırma belgeleri göre Binaların enerji tüketimi yüzdesi 5

Şekil 2. Anahtar kelime kullanarak web of science sitesinden bulunan toplam 39.531 adet makale 15

Şekil 3. Binaların Enerji tüketimi ile ilgili makalelerin en yüksek atıf alan ilk 100 adet makale taraması..... 16

Şekil 4. Binaların enerji tüketimi ile ilgili makalelerinden alınan sonucu Vos. Viewer Program için verilen Not Defteri..... 17

Şekil 5. Bibliyometrik analizi için seçilecek veri..... 18

Şekil 6. Ortak yazarlar ve yazar başı makale ve atıflar..... 21

Şekil 7. Yazar Ortaklık ve Kurumların arasındaki bağlantıları gösteren şekli..... 23

Şekil 8.1. Ülkelerin arasında bir biri ile yazar ortaklık olarak güçlü bağlantılı olan 9 ülke..... 27

Şekil 8.2. Ülkelerin arasında bir biri ile yazar ortaklık bulunmayan ülkeler..... 29

Şekil 9. Anahtar Kelime ile Eşanlam kelimelerin arasındaki benzerliği analizi..... 31

Şekil 10. Yazarların Makale ile Alıntı arasındaki bağlantılı gösteren şekili..... 34

Şekil 11. Bağımsız Yazarlar ve Makaleleri..... 35

Şekil 12. Makalelerinde bulunan Alıntı ve Kaynak arasındaki bağlantılı etkileri gösteren şekil..... 37

Şekil 13. Makalelerinde bulunan bağımsız Kaynakların bağlantılı etkileri gösteren şekil..... 38

Şekil 14.a. Alıntılara bağlı olarak ortak yazarları..... 41

Şekil 14.b. Bağımsız yazarlar ile Alıntılar arasındaki ilişkileri..... 42

Şekil 15.a. Kurumlar ve alıntılı kaynakları arasında bağlantılı ilişkileri gösteren şekili..... 44

Şekil 15.b. Bağımsız Kurum/Kuruluşlar ile Alıntılar arası ilişki..... 45

Şekil 16. Ülkeleri ile Alıntı arası analizi gösteren şekli..... 47

Şekil 17. Bibliyografik bağlanma ve Makale arasındaki ilişkisi..... 50

Şekil 18. Bağımsız yazarların makaleleri ile bibliyografik bağlanmaların arasındaki ilişkisi..... 51

Şekil 19. Kaynakları ile Bibliyografik Birleşimlerin arası ilişkileri gösteren şekil..... 53

Şekil 20. Bibliyografik bağlanma ile yazarları (bağlı) arası ilişiki..... 54

Şekil 21. Bağımsız yazarların bibliyografik bağlanma ilişkisi..... 55

Şekil 22. Kurumları ile bibliyografik bağlanma arası ilişki..... 56

Şekil 23. Bibliyografik bağlanma ile Ülkelerin arası ilişkisi..... 57

Şekil 24. Referans ile alıntı arasın ilişkileri analizi.....59
Şekil 25. Kaynakları ile Alıntı arasındaki ilişki.....60
Şekil 26. Alıntı ve ortak alıntı yapılmış yazarların ilişkisi.....62
Şekil 27. Alıntı ve alıntı yapılmış bağımsız yazarların ilişkisi.....64
Şekil 28. Dünya Enerji Tüketim Oranı.....69
Şekil 29. Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) bulunan bölgeleri gösteren haritası.....74
Şekil 30. Türkiye'nin coğrafi bölgeleri gösteren haritası.....75
Şekil 31. İstanbul ili Yıl içerisindeki toplam Nbin Değerlerini gösteren Grafik.....86
Şekil 32. İstanbul ili için Toplam Aylık ve Yıllık Bin Değerlerinin Değişimi gösteren grafik.....87
Şekil 33. İstanbul ili için Toplam Yıl içerisinde sıcaklık dereceleri göre Tekrarlanan süreleri gösteren grafik.....88
Şekil 34. İstanbul ili için Toplam Yıl içerisinde sıcaklık derece -6ºC ile 34 ºC arasında ortalama tekrarlanan saat ortalamasını gösteren grafik.....91
Şekil 35. İstanbul ili için Aylara göre Yıl içerisinde f.arklı sıcaklıklarında tekrarlama süreleri gösteren grafik.....92
Şekil 36. İstanbul ilin Yıllık Toplam N_{bin} değerler (saat/yıl) olarak 12 ayın zaman dilimleri içinde gösteren grafik.....94
Şekil 37. İstanbul ilin Ocak Ayın Toplam N_{bin} değerler (saat/yıl) gösteren grafik.....104
Şekil 38. İstanbul ilin Şubat Ayın Toplam N_{bin} değerler (saat/yıl) gösteren grafik.....105
Şekil 39. İstanbul ilin Mart Ayın Toplam N_{bin} değerler (saat/yıl) gösteren grafik.....106
Şekil 40. İstanbul ilin Nisan Ayın Toplam N_{bin} değerler (saat/yıl) gösteren grafik.....107
Şekil 41. İstanbul ilin Mayıs Ayın Toplam N_{bin} değerler (saat/yıl) gösteren grafik.....108
Şekil 42. İstanbul ilin Haziran Ayın Toplam N_{bin} değerler (saat/yıl) gösteren grafik.....109
Şekil 43. İstanbul ilin Temmuz Ayın Toplam N_{bin} değerler (saat/yıl) gösteren grafik.....110
Şekil 44. İstanbul ilin Ağustos Ayın Toplam N_{bin} değerler (saat/yıl) gösteren grafik.....111
Şekil 45. İstanbul ilin Eylül Ayın Toplam N_{bin} değerler (saat/yıl) gösteren grafik.....112
Şekil 46. İstanbul ilin Ekim Ayın Toplam N_{bin} değerler (saat/yıl) gösteren grafik.....113
Şekil 47. İstanbul ilin Kasım Ayın Toplam N_{bin} değerler (saat/yıl) gösteren grafik.....114
Şekil 48. İstanbul ilin Aralık Ayın Toplam N_{bin} değerler (saat/yıl) gösteren grafik.....115
Şekil 49. Ocak ayın BIN Sıcaklığın süresi.....116
Şekil 50. Şubat ayın BIN Sıcaklığın süresi.....117
Şekil 51. Mart ayın BIN Sıcaklığın süresi.....118

Şekil 52. Nisan ayın BIN Sıcaklığın süresi 119

Şekil 53. Mayıs ayın BIN Sıcaklığın süresi 120

Şekil 54. Haziran ayın BIN Sıcaklığın süresi 121

Şekil 55. Temmuz ayın BIN Sıcaklığın süresi 122

Şekil 56. Ağustos ayın BIN Sıcaklığın süresi 123

Şekil 57. Eylül ayın BIN Sıcaklığın süresi 124

Şekil 58. Ekim ayın BIN Sıcaklığın süresi 125

Şekil 59 Kasım ayın BIN Sıcaklığın süresi 126

Şekil 60. Aralık ayın BIN Sıcaklığın süresi 127

Şekil 61. İstanbul için Isınma amacıyla (Kasım ayından Nisan ayın'a kadar) tüketilen toplam Nbin (saat/ay) 128

Şekil 62. İstanbul için soğutma amacıyla (Mayıs ayından Ekim ayın'a kadar) tüketilen toplam Nbin (saat/ay) 129

Şekil 63. Beykoz Belediyesi Başkanlığı Binası (Ana hizmet Binası) 131

Şekil 64. Beykoz Belediyesi Başkanlık Binası yan cepheleri (Ana hizmet Binası) 133

Şekil 65. Beykoz Belediye binasının Kış Aylarında Isınma için gerekli Enerji tüketimi (kWh) 138

Şekil 66. Beykoz Belediye binasının Yaz mevsimde Soğutma için gerekli Enerji tüketim miktarı (kWh) 140

Şekil 67. Beykoz Belediyesi Başkanlık Binası ön cephesi (Ana hizmet Binası) 143

Şekil 68. 2020 Yıllında ayları göre Doğalgaz Tüketimi Miktarı değişimi 145

Şekil 69. 2020 Yıllında ayları göre Elektrik Tüketimi Miktarı değişimi 146

Şekil 70. 2021 Yıllında Beykoz Belediyesi Başkanlık Binanın ayları göre Doğalgaz Tüketimi Miktarı değişimi 148

Şekil 71. 2021 Yıllında Beykoz Belediyesi Binanın ayları göre Elektrik Tüketimi Miktarı değişimi 149

Şekil 72. 2022 Yıllında Beykoz Belediyesi Binanın Doğalgaz Tüketimi Miktarı değişimi 151

Şekil 73. 2022 Yıllında Beykoz Belediyesi Binanın Elektrik Tüketimi Miktarı değişimi 152

Şekil 74. 2023 Yıllında Beykoz Belediyesi Binanın ayları göre Doğalgaz Tüketimi Miktarı değişimi 154

Şekil 75. 2023 Yıllında Beykoz Belediyesi Binanın ayları göre Elektrik Tüketimi Miktarı değişimi 155

Şekil 76. Beykoz Belediyesi Binanın 2020 – 2023 yılların arası Enerji Tüketimi 160

Şekil 77. İstanbul İlin Kış Mevsiminde Aylara göre HDH değerleri 169

Şekil 78. İstanbul İlin Aylara göre yıllık HDH 170

Şekil 79. İstanbul İlin Yaz Mevsiminde Aylara göre CDH değerleri 173

Şekil 80. İstanbul İlin Aylara göre yıllık CDH 175

Şekil 81. Beykoz belediye binasının kış mevsimindeki aylara göre enerji tüketimi 178

Şekil 82. Beykoz belediye binasının Yaz mevsimindeki aylara göre enerji tüketimi 180

Şekil 83. Beykoz belediye binasının fatura değerlerine göre aylık enerji tüketimi (kWh). 185

Şekil 84. Beykoz belediye binasının Kış mevsim için gerekli enerji tüketim miktarı kıyaslanması değerlerine göre aylık enerji tüketimi (kWh). 188

KISALTMALAR

A : Alanı

ABD : Amerika Birleşik Devletleri

ANS : Yapay Sinir Ağı

BM : BIN Yöntemi

BTM : Aşağıdan Yukarıya Yaklaşım Yöntemi (Bottom-Up Approach)

CDD : Soğutma Derece Gün

CDH : Soğutma Derece Saat

COP : Binada kullanılan soğutma sisteminin etkinlik katsayısı

DHM : Derece-Saat yöntemi

DHW : Evsel Sıcak Suyu

DMI : Devlet Meteoroloji İşleri

F_{top} : Toplam Yıllık Doğalgaz Kullanım Miktarı

GAP : Güneydoğu Anadolu Projesi

GSYİH : Gayri Safi Yurtiçi Hasılası etimi

H : Alt ısıl değeri

HDD : Isınma Derece Gün

HDH : Isınma Derece Saat

HVAC : Soğutma-Isıtma, havalandırma ve iklimlendirme

IEA : Uluslararası enerji ajansı

İY : İstatistiksel Yöntemi

K : Binanın toplam ısı transfer katsayısı

Kcal : Enerji Birimi

Kj/m³ : Enerji Birimi

K_{tot} : Binanın toplam ısı geçişi

KTAT : Koşullu Talep Analizi Teknik

kWh : Enerji tüketimi birimi (kilovat saat)

m³ : Hacim Birimi (doğalgaz kullanım miktarı için kullanılır)

MY : Mühendislik Yöntemi

Qbin : Enerji Tüketiminin Değeri (BIN yöntem uygulamasından bulunan değeri)

Qc : Derece saat yöntemi uygulamasından Soğutmak için gerekli enerji miktarı

Qh : Derece saat yöntemi uygulamasından Isıtmak için gerekli enerji miktarı

$Q_{top,c}$: Toplam Yıllık Soğutma için kullanılan Enerji Miktarı

$Q_{top,h}$: Toplam Yıllık Isınma için kullanılan Enerji Miktarı

RT : Regresyon Teknik

T_b : Dış hava sıcaklık değerin denge noktası

TDM : Yukarıdan Aşağı yaklaşım yöntemi (Top-Down Approach)

TEP : Ton Eşdeğer Petrol Hesaplaması

$T_{o,i}$: Dış ortamında bulunan kuru uçlu sıcaklığı ($T_{o\ i}$)

TS : Türk Standart Enstitüsü

TÜİK : Türkiye İstatistik Kurumu

TYM : Tipik Meteoroloji Yılı

UK : Birleşik Krallık: İngiltere

ÜYDY : Ürün Yaşam Döngüsü Yönetimi

V : Doğalgaz hacmi

VRF : Değişken Soğutucu Akış, merkezi klima sistemleri

VRV : Değişken Soğutucu Hacım, merkezi klima sistemleri

W/°C : Binanın Isı geçişi Birimi

WECR : Dünya Enerji Tüketim Oranı

YZ : Yapay Zekâ

Σ.U : Toplam Isı Geçirgen Katsayısı

η : Isıtma ve soğutma sistem verimliliğin katsayısı

GİRİŞ

Günümüzde teknoloji kullanımı yükseltmesi ve dünya nüfusun çoğalması ile birlikte insanların enerji tüketim miktarı yükselmektedir. İhtiyacımız olan enerji talepleri karşılayabilmemiz için çeşitli teknoloji yöntemleri kullanılmaktadır. Enerji tüketimi yükselmesi ile birlikte enerji kaynakları gittikçe azalmaktadır.

Bu durumda enerji tasarruf, enerji verimliliği, çeşitli enerji kaynakları, enerji tüketim modelleri ve yaklaşımları ve enerji tasarruf yöntemleri yoğun bir şekilde araştırmaktadır. Bilim insanların söylemlerini göre dünyanın enerji kaynaklar hızlıca azalmaya devam etmektedir. Bu çalışmada kamu binaların enerji tasarruf ve enerjini verimliliği bir şekilde kullanılabilmemiz için enerji tüketim yaklaşımlar modellerin üzerinde bir çalışma yapılmaktadır (Yaka vd., 2015).

İş yapabilmek kabiliyeti olarak tanımlanan "enerji" kelimesi, insan hayatında en önemli bir faktörlerden biri olmaktadır. İnsanların yaşam kalite yükselmesi ile birlikte enerji tüketimi yükselmektedir. Çok hızla kentsel dönüşüme geçmesi aynı zamanda bir şehrin değeri yükselmektedir.

Dünya nüfusun sürekli çoğalması ile enerji talebi devamlı artmaktadır. Yerleşim yerlerin ve bir il veya ilçenin kentseleşmesi ile bina (konut) sektörün enerji talebi yükseltmektedir. Ulaşım sektör, sanayi sektör, tarım sektör, hizmet sektör ve benzer sektörler gibi konut sektörün enerji tüketimin bugünlerde en önemli bir konu olarak ortaya çıkmaktadır. Küresel olarak gelişmiş ülkelerinde binaların enerji tüketiminde hem konutsal binalar ve ticari binaların %20 ile %40 arasında düzenli şekilde artmaktadır (Alkhalaf & Yan, 2018).

İnsanlar ilk olarak kendileri çeşitli hava durumu ve iklim değişikliğinden, çeşitli doğal felaketler, güneş, yağmur, sıcak, soğuk ve bezer dışardan gelebilecek her türü durumlardan kendilerine koruyabilmesi için barınak olarak binalar, evleri yapılmıştır. Zaman geçtikçe teknoloji gelişmesiyle birlikte iklim değişimleri göre yapı malzemelerin kalitesi ve yerleşim bölgeler hızlı bir şekilde gelişmektedir. Dünyanın her bölgede bulunan iklimi göre barınakları ve binaları inşa edilmektedir.

İnsanların yaşam kalite gelişmesi ile birlikte binaların yapısal, binalarında kullanılan enerji sistemleri, enerji akışı ve enerji talebi ve enerji kullanım gelişmektedir. Binaların enerji verimliliği performansları yükseltebilmesi, termal konforları sağlayabilmesi, enerji tasarruf ve enerji tüketimi verimliliği gibi konularda yoğun çalışmaları yapılmaktadır.

Dünyada binaların termal konforlarına göre çeşitli enerji kaynakları kullanılmaktadır. Türkiye'de kullanılan enerji kaynakları ise il, ilçe ve bölgelerine göre değişmektedir. Genelde, elektrik, doğalgaz, kömür ve bezer katı yakıt ve sıvı yakıt gibi enerji kaynakları kullanarak aydınlatma, havalandırma, iklimlendirme, soğutma ve ısıtma gibi işlemlerin için evsel ve ticari ekipmanları kullanarak enerji tüketimi gerçekleştirmektedir.

Enerji tüketim sektörler olan ulaşım, sanayi, hizmet, tarım ve inşaat sektörler dışında bina sektörü en çok enerji tüketim sektörlerden biri olarak ortaya çıkmakta olup bina sektörün enerji tüketimini düşürme potansiyeli ise sanayi ve ulaşım sektörlerinden daha kolay olmaktadır.

Bu çalışmada kamu binaların enerji tüketimini güncel teknik modeller üzerinde uygulanan yaklaşımlar üzerinden incelemektedir. Kamu binalarında çok çeşitli binalar vardır. Belediye binalar, Polis Karakol, Üniversiteler, İtfaiye Binalar, Meclis Binalar, Okullar (lise, Orta, İlkokulu ve Ana okullar), Gençlik merkezi, Emniyet Müdürlüğü Binalar, Bakanlığı binalar, Hastaneler, Sağlığı Ocakları, Kültür Merkezleri, Futbol Sahalar, Kapalı Spor Salonlar, adliye binalar, Bakım evleri, Öğrenci Yurdular, kamu üretim tesisleri, kütüphaneler, Belediye Düğün salonlar ve sosyal tesisler ve benzer binalar kamu binaları listesinde bulunmaktadır. Kamu binalarında elektrik, doğalgaz, yenilenebilir enerji kaynakları, sıvı yakıt ve benzer çeşitli enerji kaynakları kullanılmaktadır (Alkhalaf & Yan, 2018).

Kamu binaların enerji tüketimi konuda çalışmaları başlarken genel olarak sanayi, tarım, hizmet ve ulaşım gibi tüm sektörlerin %16 ile %50 arası enerji tüketimi bina yâda konut sektörlerinde olduğunu bulunmaktadır, Şekil 1. de gösterilmiş gibi sıcak iklimli ülkelerinde enerji tüketimi diğer ülkeleri göre daha fazla olup Türkiye'de ve dünya çarpında ortalama enerji tüketimin %31 bina sektörlerinde olduğunu göstermektedir. Ülkemizde dış ülkelerinden enerji alınmakta olduğu için enerji tüketimi konusunda çeşitli modeller ve yaklaşımları uygulanmaktadır.

Enerji tüketimi milli gelirleri etkilemekte olduğundan dolayı enerji tüketimi azaltabilmemiz için çeşitli yöntemleri denemek gerekmektedir. Enerji dağıtım hatlar, enerji verimliliği ve enerji tasarruf konular ülkemizde ve dünya çarpında en önemli bir konu olarak gözükmektedir. Enerji kullanımı bağlı olarak iklim değişikliği, yüksek enerji ücreti ve enerji dağıtım ve enerji talebi konularında insanların ciddi bir ilgisini çekmektedir.

Enerji tüketiminde dünya ekonominde etkileyen üç ana sektörlerinde endüstriyel sektörü, ulaşın sektörü ve bina (konut) sektörler bulunmaktadır. Binalar ise çok büyük bir miktar enerji tüketmekte olduğunu dünya çarpında bu konu ile ilgili tartışmaları devam etmektedir. Enerji tüketimin üzerinde verimliliği şekilde kullanımı önermektedir.

Enerji tüketimin ile ilgili çok çeşitli sektörlerinde kullanımlarına göre inceleyebilmektedir. Konut sektör dışında ticari sektörü, sanayi ve teknoloji sektörü, tarım sektörü ve ulaşım sektörü gibi diğer önemli sektörleri enerji tüketimi göre konut sektörün enerji tüketimi günümüzde daha iyi anlaşabilmesi mümkün değildir. Bahsedilen diğer önemli sektörlerin enerji tüketimi ise daha merkezi sistemi gibi belirleyebilir ve tüketilen enerjiyi belgelendirilebilmesi ve hususi menfaatlerine göre ve incelemesi mümkündür. Konut sektörün içerisinde çok fazlasıyla belirtisiz yerleşen enerji tüketimi nedeni aşağıdaki gibi konularından kaynaklanmaktadır.

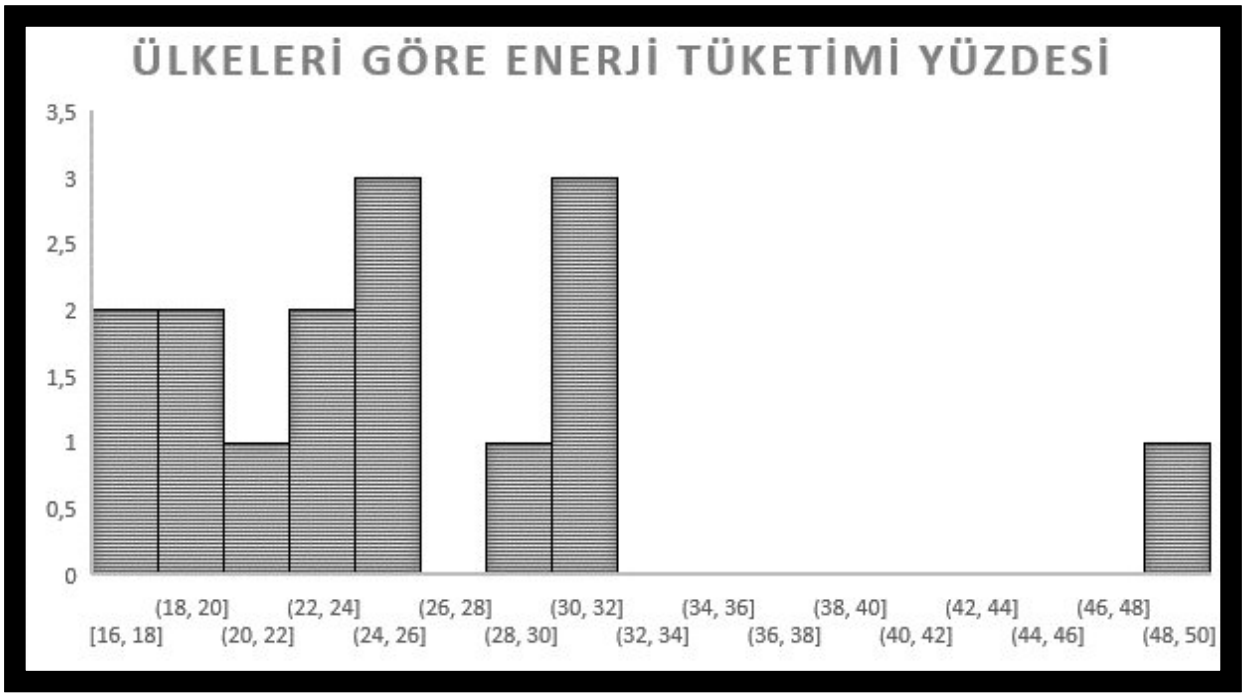
Tablo 1.de gösterilmiş gibi en çok enerji tüketimi oranı % 50 olan Sudi Arabistan olup, ikinci sırasında Türkiye, İngiltere ve dünyanın diğer ülkeler yer almaktadır ve enerji tüketim oranı %31 cıvalarında bulunmaktadır. Özellikle, bina sektöründe kullanılan enerjinin alternatif kaynakları ve modern teknolojileri kullanarak yenilenebilir enerji çeşitleri olan rüzgâr enerji, güneş enerji, hidro-elektrik enerji, dalga enerji ve çöp gaz, biyogaz gibi ikincil enerji kullanımı için talepleri bulunmaktadır (Saidur vd., 2007).

Tablo 1. Ülkeleri göre Enerji Tüketimi

Ülkeler	Enerji Tüketim Oranı (%)
Japonya	26
Malezya	19
Sudi Arabistan	50
Ürdün	29
Türkiye	31
İtalya	17
Norveç	21
İsveç	19
Finlandiya	16
Brezilya	26
Meksika	23
ABD	25
Kanada	24
Bileşik Kraliyet(UK)	31
Dünya	31

Kaynak. Saidur, R., Masjuki, H. H., & Jamaluddin M. Y. (2007).

Dünya çarpında enerji tüketim oranı %16 ile en düşük oranı olarak İtalya görünmektedir. Dünyadaki ülkeleri göre konut sektörün enerji tüketimi oranı ve yüzdeleri Şekil 1. deki gibi gösterilmiştir.



Şekil 1. Uluslararası ve ulusal enerji tüketim araştırma belgeleri göre Binaların enerji tüketimi yüzdesi (Saidur vd., 2007).

Beykoz belediyesi olarak enerji verimliliği ve enerji tasarruf konusunda yoğun bir çalışma başlatmıştır. Her bu ana sektörlerin enerji tüketimini ve enerji verimliliği sağlayabilmesi, gelecekte enerji konusunda sorun yaşamaması için çok çeşitli yöntemleri ve yöntemlerin yaklaşımların üzerinde çalışmalar başlamıştır. Enerji kaynakların değişikliği ve enerji fiyatların yükseltmesi ile bağlı olarak enerji üretimi geliştirmeyi çalışmaktadır. Bu çalışmalar, sadece enerji azalması ile değil, yeni sistem geliştirmesi için önemli bir konu olup az enerji tüketimi ile çok iş yapabilmek konularında çalışmaları yapılmaktadır (Al-Homoud, 2001).

Konut sektörün içerisinde yerleşen enerji tüketimi belirlemesi çok zordur. Enerji tüketimini düşürmesinde ve yüksek düzeyinde düzenlemesi ve belgelendirmesi konuda uzmanlaşması nedeniyle konut sektörün enerji tüketimi daha önce belirlemiş olduğu çeşitli faktörlerinden de dolayı tahmin etmek çok zor olduğu konusunda daha iyi anlaşılmaktadır. Konut sektörün

içinde gömülmüş enerji tüketimi geniş kapsamı olarak belirlememek nedenler aşağıdaki gibidir:

- Evlerinde gerekli ve etkili enerji tüketimi %100 civarında değişmektedir.

- Binalarında kullanılan enerji ikincil enerjidir. İkincil enerji bina sakinlerin yaşam standartlarını destekleyen enerji tüketim sistem olup uygun kullanım şekilde tüketilen kullanıcıları tarafından alınan enerjisidir. İkincil enerjinin son kullanımları aşağıdaki gibi gruplar ayrılabilmektedir.

1) Konut sektöründe yapısal boyutların, yapısal şekil, yalıtım malzemelerin kaplamaları gibi çeşitli geniş kapsamında her taraftan sarılmaktadır. Bu durumda enerji tüketimi miktarı tahmin etmek yâda hesaplaması çok zor ve mümkün olmama durumlarda olabilmektedir.

2) Binada oturan bina sakinlerin alışkanlıklar çok geniş kapsamında değişmektedir. Bazen insanlar ise evin dışına çıksa da evin içerisinde elektrikler açık kalmaktadır. Bu alışkanlıklar aslında evlerindeki enerji tüketimi %100 etkilemektedir (Seryak, 2003).

3) Evlerinde kullanılan ev atletleri ve kişisel özel kullanımları bağlı olarak enerji tüketimini batkımızda özel konuların başarı şekilde toplamış limit değeri yâda enerji dağıtımı incelebilmektedir.

4) Evlerinde son kullanımların maliyet detay ölçümü ise fahiş fiyatlarında bulunmaktadır.

Binalarında kullanılan enerji ikincil enerjidir. İkincil enerji bina sakinlerin yaşam standartlarını destekleyen enerji tüketim sistem olup uygun kullanım şekilde tüketilen kullanıcıları tarafından alınan enerjisidir. İkincil enerjinin son kullanımları aşağıdaki gibi gruplar ayrılabilmektedir.

- Isıtma –Soğutma Alanı: gerekli enerji miktarı desteklemesi için binaların dış kabuğundan geçerek ısı kaybılar ısı iletimi (conduction) ve ısı yayma (radiation) gibi

hava fıltrasyon yâda ventilasyon gibi yaşam alanlarda bakımları yaparak ısı kaybılar önermesi ve daha rahat ve huzurlu sıcaklık ve hava kalitesini sağlanması

- Evsel Sıcak Suyu (DHW) : bina sakınlar ve kullanılan ev aletlerin için uygun sıcaklıkta ve rahat bir şekilde sıcak su sağlayabilmesi için gerekli enerji (Swan & Ugursal, 2009)
- Aydınlatma ve ev aletleri: aletleri kullanabilmesi için tüketilen enerji miktarı (Örnek: buz dolap ve kahve makine) ve aydınlatma için gerekli enerji miktarı (Özdemir & Onat, 2024).

Bu çalışmanın amacı, konut sektörü enerji tüketimin yöntemleri için kullanılan çeşitli yöntem tekniklerinin güncel bir incelemesini yapılmaktadır. Aşağıdaki gibi üç farklı yöntemi ile ayrı ayrı olarak incelebilmektedir.

1. BIN Yöntem

2. İstatistik Yöntem ve

3. Derece-Saat Yöntemleri üzerinden incelemektedir.

Konut sektörün enerji tüketim yöntemlerinde kullanılmış enerjinin kullanılan verilerin hesaplaması ve enerji tüketimin simülasyonu yapılmasına bağlıdır. Binaların enerji tüketim yaklaşım modellerinde enerji girdi miktarını yani tüketilen enerji miktarını sayısal olarak belirlemek için girdi veri parametrelerin bir fonksiyon olarak gerekli enerji miktarı hesaplayabilmektedir. Yukarıdan aşağıya yaklaşım modeli enerji tüketim miktarı göre talep edilecek enerji miktarı tahmin edebilmesi için kullanmaktadır.

Bu yaklaşım modelinde enerji fiyatın eski tarihsel verileri göre geliştirebilmektedir. Bu durumda Gayrisafi Yurtiçi Hâsıla, büyüyen nüfusu ve yüklenen enerji miktarı göre geliştirebilmektedir. Yılları göre brüt olarak enerji tüketimi miktarı tahmin ederek bir bölge için gerekli enerji miktarı talep edilmek konusunda faydası olmaktadır.

Bu modelinde enerji tüketimi bakarak, enerji sektörü tam olarak konut sektörü içerisinde gömülmüş olduğu söyleyebilmektedir. Bu yaklaşım modelinde kesinlikle kişisel olarak değil

bölgesel olarak enerji tüketimi miktarı belirtmektedir. Konut sektörün toplam enerji tüketimi bu modeli kullanarak tahmin edebilmektedir. Evsel sektörün diğer özellikleri ise enerji tüketim duruma göre çeşitli nedenlerinden dolayı değişmektedir. Ekonomi ve teknoloji ile ilgili durumlar bu yaklaşım modeli bağlıdır (Krarti & Hajiah, 2011).

Fakat son kullanıcıların enerji talebi ve enerji tüketimlerin tahmin edilebilecek model olarak Aşağıdan Yukarıya yaklaşım Modeline kullanılmaktadır. Bu yaklaşım modelinde enerji tüketimi belirlemek için evlerinde kişisel yani bireysel yâda toplumsal olarak enerji tüketim miktarlarını hesaplanmaktadır. Bu hesaplamadan bulunan sonuçlarını belirtilerek ulusal yâda bölgesel olarak enerji tüketimi tahmin edebilmektedir. Bu modelinde son kullanıcıların tüketilen enerji miktarı, kişilerinden alınan bilgileri göre geliştirebilmektedir ve enerji talebini tahmin etmek konusun daha iyi bilgileri geliştirmiştir.

Enerji son kullanımların güncel bilgileri bu yaklaşım modeli kullanarak analiz edilebilmek ve tahmin edebilmektedir. Açıkçası bu yaklaşım modelinde son kullanıcının enerji tüketimi detayları ve depolanma gerektiği enerji miktarı ve talep edilecek enerji miktarı tahmin edebilmesi için kolay bir yaklaşım model olarak belirlemektedir (Aydinalp-Koksal & Ugursal, 2008).

Aşağıdan Yukarıya Yaklaşım Modelinde iki değişik yöntem kullanmaktadır.

1. Mühendislik yöntemi (MY)

2. İstatistik Yöntemidir (İY)

İstatistiksel yönetimde kullanılan metodolojinin temeli ise enerji tüketimi tahmin edebilmesi veya belirlemesi için bir bölgesel bilgi sisteminden bütün şehrindeki konutların enerji tüketimini tahmin edebilmektedir. Binaların enerji taleplerine enerjinin korunma prensipleri olan fizik kuralarından veya istatistiksel modellerinden belirleyebilmektedir.

İstatistiksel modeli genelde tarihsel bilgileri bağlıdır. Bireysel son kullanıcıların evsel enerji tüketimine yüklemede kullanılan regresyonu analiz tipleri bağlıdır. Literatürde istatistik yöntemlerin çoğunun amacı binaların bireysel enerji tüketimi ile binaların çeşitli özellikleri

bağlı olan ailelerin arasında yapılan anlaşması ve binalarında oturan bina sakinlerin alışkanlıkların arasındaki bağlantılı bir analizidir.

Ayrıca bu modellerinde yapay çeşitli bilgilerin tümünü birden aynı anda işleme tabi tutan bilgisayar işlev türü (Artificial Neural Networks - ANS) içeren zaman seri modeller bulunmaktadır. Sonuç olarak bu modelinde binaların enerji tüketimi ile son kullanıcıların aradaki bağlantıları geliştirmektedir (Soto & Jentsch, 2016).

İstatistik modelinde diğer modellerine göre enerji tüketimi belirlemesi daha kolay ve hiçbir fiziksel bilgi gerek yoktur. Örnek binanın yüksekliği, katsayısı, taban alanı ve bezer bilgileri bulunması zorunlu değildir. Ayrıca termodinamik denklemler olana ısı geçiş hesaplamalar, ısı kaybı ve yalıtım, yâda yapısal hiçbir veri bulunası gerek yoktur. Bu istatistik yönteminde genelde bu yöntem sadece enerji tüketimin belirli bir miktarı bulunan bir sistem üzerinden bulunan verileri algılamakla oluşan özel bir fonksiyonudur (Zhao & Magoules, 2012).

İstatistik modelinde aşağıdaki 3 tane iyi belgelendirilme tekniği vardır.

1. Regresyon Teknik (RT)

2. Koşullu Talep Analizi Teknik (KTAT)ve

3. Yapay Sinir Ağları (Artificial Neural Ağı) Teknik dir.

Mühendislik Yöntemler (MY) ise enerji tüketimi, enerjinin son kullanımları bağlı olarak kesin ve net belirleyebilmektedir. Enerji tüketimi, kullanılmış enerji miktarı, ekipmanların kullanımları, ısı geçişleri, ısıtma sistemi, soğutma sistemi ve termodinamik uygulamaları gibi konulara bağlıdır. Mühendislik Yönetiminde (MY) bina veya evlerin özellikleri ve son kullanımların enerji tüketim miktarları hesaplayarak alınan bilgilerinden bağlıdır. Bu bilgilerin içerisinde ısı transferi tipi ve diğer özellikleri, termodinamik prensiplerin göre enerji tüketimi belirlemek daha mümkün olmaktadır. Enerji tüketiminde yeni teknoloji kullanılması ve çeşitli yöntemleri kullanılması Mühendislik Yöntemine güçlendirilmektedir (Swan & Ugursal, 2009).

Ayrıca Mühendislik Yönetim'de Isıtma, soğutma, havalandırma, iklimlendirme, aydınlatma, sıcak su ve ev aletlerin enerji tüketimi ayrı ayrı olarak hesaplamaktadır. Binaların enerji tüketimine Mühendislik yöntem uygularken bina içinde kullanılan tüm aletleri ve kullanım tipine göre enerji tüketim miktarı tahmin edebilmek daha kolay olduğunu belirlemektedir.
Bu çalışmada Beykoz Belediyesinin sınırların içerisinde bulunan Beykoz Belediyesinden enerji tüketim konusunda ilgilenen toplam 68 kamu bina bulunmaktadır. Bu binaların arasından 8 adet bina üzerinde araştırma yaparak bu 8 adet binanın enerji tüketimleri incelemiştir. Beykoz Belediyesi Ana Hizmet Binasının enerji tüketimi üzerinden çalışmaktadır. Enerji tüketimi incelenirken 2020 yılından 2023 yılın ortasına kadar zaman dilimindeki enerji tüketimin faturaların üzerinden incelemiştir. Enerji tüketimine İstatistik yönetimi ve Mühendislik yöntemlerin üzerinden incelemiştir.

İstatistik Yöntem kullanırken 2020 yıllından 2023 yılların arasındaki faturalarından alınan verileri göre belirlemektedir. Mühendislik yöntemine kullanırken bina içerisinde kullanılan tüm ev aletler, cihazlar, ısıtma, soğutma sistemleri, havalandırma ve iklimlendirme sitemlerinde kullanılan tüm sistemleri belirlemiştir. Ayrıca, İstatistik Yöntemi ve Mühendislik Yöntemlerin arasındasın çeşitli farkları incelemiştir.

BIN yöntemi ve derece-saat yöntemleri ile ilgili çalışmalarında, tipik meteoroloji yılın (TYM) metodolojik verileri kullanarak, Türkiye'nin tüm illerinin ait BIN verilerinde belirtilen kuru termometre sıcaklıkları güvenilir bir tahmin yöntemi olarak kullanmaktadır. İstanbul ili Göztepe istasyonda ölçülen verileri kullanılmıştır. BIN verilerinden alınan bilgileri göre İstanbul için -6ºC ile 38ºC arasında 2 derece aralıklı olarak her 2 saat içi, günde 12 dilim olarak hesaplanmıştır. Derece-saat verileri kullanarak yıl içerisinden toplam 8760 saatin sıcaklık dereceleri ayrıtılı olarak hesaplanmış (Bulut vd., 2002).

Bu çalışmada, Beykoz Belediyesi sınırların içerisinde bulunan kamu binaların enerji verimliliğini arttırmaya ve binaların enerji performansların daha iyileştirmeyi yönelik yapılması gereken konulara incelenmekte, Beykoz'da, İstanbul'da, Türkiye'de ve dünya genelinde yapmış binalara enerji verimlilik çalışmalara araştırmaktadır.

Bu çalışmanın temel amacı, kamu binaların enerji tüketimi maliyetleri düşürebilecek yöntemleri uygulama şekilleri belirlemesidir. Ayrıca, enerji tasarruf, enerji verimliliği konuların üzerinde çalışmaları yapılıp en uygun yöntemleri belirlemesidir. Kamu binaların

enerji tüketimi incelerken, binaların bulunduğu bölgeleri, yapısal özellikleri, hava durumu, binada kullanılan malzemeleri cinsi ve benzer konuları dikkatine alınmaktadır. Kamu binaların enerji tüketimi hesaplaya bilmesi için binaların iç mekânların bulunan ısıtma ve soğutma tesisatları, klima sistemi, havalandırma sistemleri, sıhhi tesisatlarındaki yalıtım ve benzer sistemlerin ısı kazanç ve ısı kaybı hesapların üzerinden işlem yapılmaktadır (Özdemir vd., 2024) .

Bu çalışmanın amacımız binalarında ikame eden insanların yaşam kalitesine ve binaların termal konforu arttırmaktır. Mevsimlerine göre kış aylarında binanın çevreyi ısıtmak için enerji harcama yapılırken, yaz aylarında binanın ve çevreyi soğutmak için kullanılmaktadır (Büyük & Eryaşar, 2024). Ülkemiz'de enerji üretimi sınırlı olmasından enerji verimliliği ile ilgili ve alternatif enerji kaynakları bulnması, kamu binalarda enerji kullanımı ve kaynakların tasarrufu, için çeşitli yöntemlerinde çalışılmaktadır. Günümüzde yeni inşa edilen yapıların iklim değişiklikleri, hava durumu vb. koşullara uygun olarak tasarlanmaktadır (Demirsoy & Sözen, 2024).

Bu çalışmada, enerji kazanç ve enerji kaybı konusunda Derece-Saat yöntem ve BIN yöntemlerin ne kadar önemli olduğunu belirlemek istemektedir. Günümüzde konut sektörün enerji tüketimi çok önemli bir konu olarak ortaya çıkmasıyla birlikte çok ülkelerin toplam enerji tüketimin %23 ile %35 arası konut sektörlerin enerji tüketimi olduğu görünmektedir (ASHRAE, 1995). 1970 yılın sonrasında enerji krizi ile birlikte gelişmiş ülkelerin ve gelişmekte olan ülkelerin enerji talebi yoğun bir şeklide artmıştır (Global Climate Report, 2018). Enerji tüketimi hiç olmazsa olmaz haline gelmiştir . Bugünlerinde teknoloji gelişmesi ile birlikte alternatif enerjileri araştırması, alternatif enerjileri bulunması gibi çeşitli enerji araştırmalar dünyadaki çok ülkelerin enerji konusuna çözüm olarak görünmektedir (Pérez-Andreu vd., 2018).

Ülkemizde, toplam enerji tüketiminin %75 civarında ise evlerin içerisinde ısıtma işlemleri için kullanılmaktadır. Ülkemizin sosyal yaşamı yükselmesi ile enerji talepleri büyümektedir ve enerji tüketimi en önemi konularından biri olarak görünen ülkelerinden biri olarak ortaya çıkmaktadır. Çevresel sorunların çoğalması ve yakıt kaynakların miktarı azalması, yenilenebilir enerji kaynakların kullanımı yükselmesi gibi faktörlerinden dolayı binaların enerji verimliliğinde enerji tasarrufu en önemli çözümlerinden biri olarak görünmektedir (Diz vd., 2023).

Ülkemizde, toplam enerji tüketiminin %75 civarında ise evlerin içerisinde ısıtma işlemleri için kullanılmaktadır. Ülkemizin sosyal yaşamı yükselmesi ile enerji talepleri büyümektedir ve enerji tüketimi en önemi konularından biri olarak görünen ülkelerinden biri olarak ortaya çıkmaktadır. Çevresel sorunların çoğalması ve yakıt kaynakların miktarı azalması, yenilenebilir enerji kaynakların kullanımı yükselmesi gibi faktörlerinden dolayı binaların enerji verimliliğinde enerji tasarrufu en önemli çözümlerinden biri olarak görünmektedir.

Bu çalışmada, BIN yöntemi, Derece-Saat yöntemi (DHM) ve İstatistik yöntemleri kullanarak enerji soğutma ve ısıtma için gerekli enerji tüketim miktarını hesaplanmaktadır. Bu hesaplamasından enerji tasarrufu, az enerji kullanımında fazla iş yapılması ve verimliliği şekilde kullanılması konusunda bilgilendirilmektedir.

Bu çalışması, kamu binaların enerji tüketimi ve enerji tasarrufu için oldukça çok faydalı bir kaynak olmasına amaçlanmaktadır. Sonuç olarak bu çalışmanın amacı enerji tüketimi maliyetleri azaltabilecek yöntemleri uygulamasında çok fayda sağlanmış olduğu belirlemektedir.

BÖLÜM 1 LİTERATÜR TARAMASI VE BİBLİYOMETRİK ANALİZ

Bu bölümde literatür taraması yapılmış ve özellikle, web of science portalından elde edilen veriler ışığında vosviwer programı kullanılarak bibliyometrik analiz gerçekleştirilmiştir.

11.1. Literatür Taraması

Kamu binaların enerji tüketimi ile ilgili literatür tarama yapılırken öncelikle dünyadaki enerji tüketimini incelemesi gerekmektedir. Perez-Lombard vd., 2008, yapmış olduğu çalışmada, Binaların enerji tüketim bilgilerin üzerinde bir çalışma yapmıştır. Binaların enerji tüketimi Amerikan ekonomiye nasıl etkilemiş olduğundan bahsedilmiştir. Amerikan binaların enerji tükerji tüketimi ise tüm ülkesinin enerji tüketimin %40ı yakın olduğunu belirtilmiştir (Perez-Lombard vd., 2008).

Bu çalışmada, ülkemizin kamu binalarında hacarnan enerji miktarını ve enerji verimiliği için gerekli çalışmaları ile ilgili konularından bahsedilmiştir. Ayrıca mesken ve ticari amacı ile kullanılan binaları enerji tüketimini tahmin edilebilecek yöntemleri ile ilgili çalışmaları yapılmıştır.

Kamu binaların enerji tüketimini dünya çarpında çok çeşitli yöntemleri uygulayarak düşük maliyetli yöntemleri araştırmaktadır. Swan vd., 2008, yapmış olduğu çalışmada konut sektörün enerji tüketimi üzerinde bir çalışma yapılmıştır. Kanada'daki mesken olarak kullanmakta olan bir binanın enerji tüketimini yukarıdan aşağı (top-down) yaklaşım modeli ve aşağıdan yukarıya (bottom-up) yaklaşım modellerin üzerinde inceleme yapılmıştır (Swan vd., 2008).

Bu yaklaşım modeller bizim çalışmalarımızda uygun çözüm bulamamasından dolayı başka yöntemlerin üzerinden deneme yapılmıştır. BIN yöntemi ve derece-saat yöntemleri üzerinden çalışmaları yapılmıştır (Swan vd., 2008).

Ülkemizin genelinde 6 şehrin ortam sıcaklarına göre Pusat S., 2019, BIN data üzerinde çalışmaları yapılmıştır. BIN data ile çalışmasından altı şehrin ortam sıcaklıkları ve yıllık BIN hava veri değerleri tahmin etmiştir. Bizim çalışmamızda kamu binamızın enerji tüketimini için BIN yöntemine kullanmıştır.

BIN yönteminde 25 yıllık Tipik Meteorolojik Yıllın (TYM) verileri kullanılmıştır. İstanbul ilinin Göztepe istasyondan alınan verileri kullanılmıştır. Bu BIN data yönteminden alınan verileri kullanarak Beykoz Belediye Binasının enerji tüketimini hesaplanmıştır (Pusat, 2019).

Enerji tüketimi ile ilgili araştırmaları yapılan ortak yazarlar, makaleler, anahtar kelimeleri ile ilgi Şekil 2' de bibliyometrik analiz yapılmıştır.

21.2. Bibliyometrik Analiz

Bibliyometrik analizi çok önemli analiz yöntemlerinden biridir. İstatistik analizi yöntemi kullanarak bir araştırma için bulunan verileri değerlendirerek alınan sonuçlarından önemli konuları, atıf sayısı, yazarlar, yazarların etkiler ve yazarların farklı cümleler, farklı konuları ulaşabilmektedir. Bu durumda bibliyometrik analiz yaparak çalışma veya araştırma alanındaki her türlü çalışma alanları anlaşılmıştır (Chiu, 2007). Bibliyometrik analizi makalelerin için en uygun bilgi bulabilen bir analizi olarak tanımlayabilmektedir ve ilk olarak 1969 yılında dergilerin için doküman incelerken bulunmuş olup literatür tarama için kullanılan verilerin incelemesi ve belirlemesi için kullanılmıştır (Broadus, 1987).

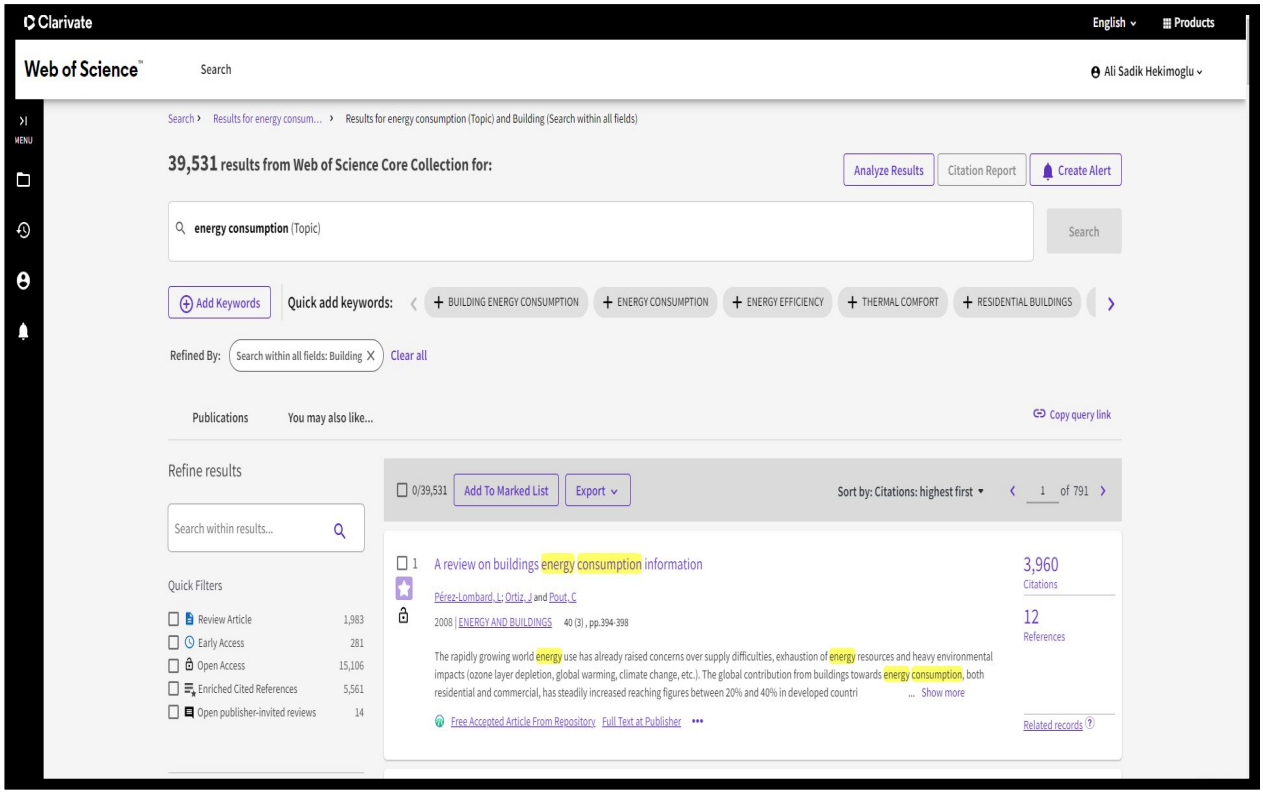
Bibliyometrik analizin ile çalışmamıza devam etmemizin amacı ise hazırlamak istediğimiz tezimiz için gerekli makale, dergi ve diğer gerekli verilerin bağlı konular ve konuları ile ilgili araştırmaları daha iyi anlayabilmemiz için amaçlanmıştır. Ayrıca, anahtar kelimelerin arasındaki bağlantıları, yazarlar ve kurumların arasında bağlantıları anlayabilmektedir. Makaleler veya dergileri araştırmadan önce konunun ne olacağını karar vermesi çok önemlidir.

Bibliyometrik analizi yapılırken öncelikle Web of Secince sitesinden araştırması yapmasında gerekli fayda sağlanmış olduğunu görülmüştür. Tarama yaparken en az bir anahtar kelimesi yani araştırmamız gerekli konuyu en yakın kelimelerinden birine yazarak arama yapılmaktadır.

Bu çalışmada öncelikle tarama yapılırken anahtar kelime olarak enerji tüketimi "energy consumption" ve ikinci kelime olarak bina "building" olarak arama yapılmıştır. Kullanılan

web sitesi ise, https://www.webofscience.com/wos/woscc/summary/e5a4a5fd-3717-4ecf-adc4-16abae660007-b4e18368/times-cited-descend . Bu makalelerinden en çok atıf bulunanları öncelik vererek ilk 100 adet makaleyi seçilebilmemiz için atıf konusu olan kısmında "sort by: Citations kısmında "the highest" olanı seçerek en yüksek atıf alanı bulabilmektedir. Bu çalışmada en yüksek atıf alan makalesi "A review on buildings energy consumption information" olup toplam 3960 atıf ve 12 adet referans bulunmaktadır. Bu makaleler 1 sayfasında ancak 50 adet bulunmaktadır. Makalelerin tikle ve "Add to the Marked list" kutusuna açık dosya adını yazıp kaydetmek ve inceleme yapmak istediğiniz makale sayısına örnek: 1-100'a kadar yazması gerekmektedir.

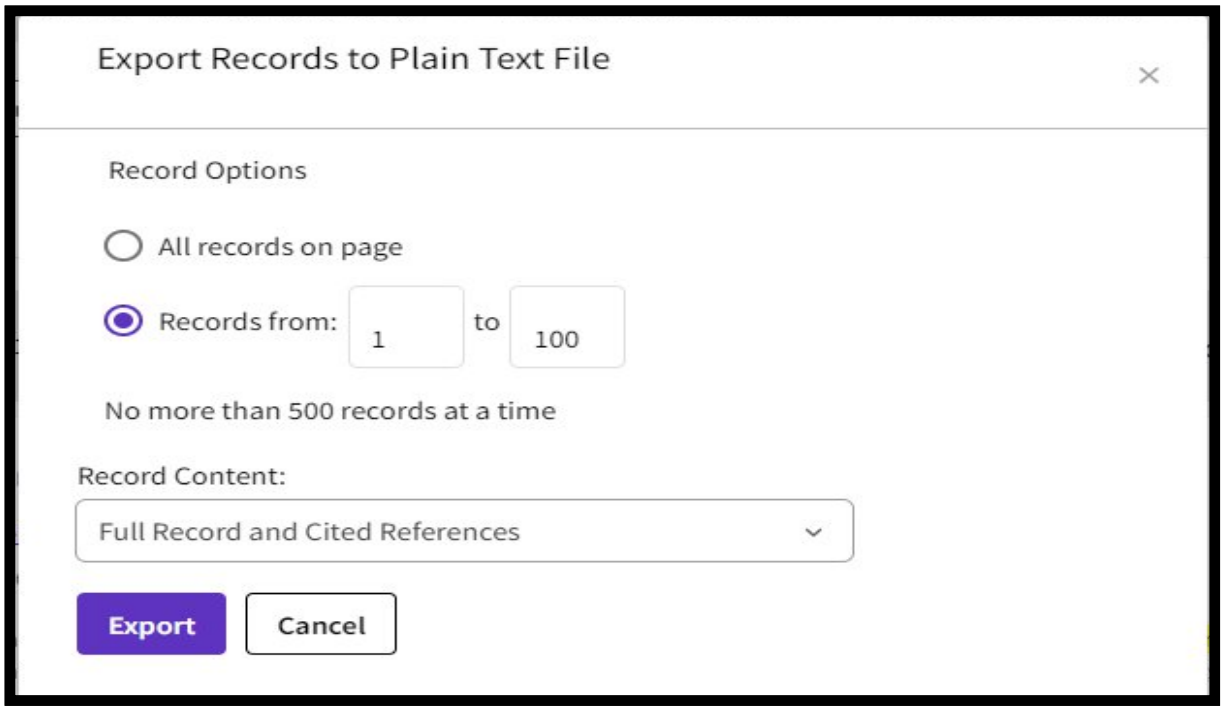
İlk taramasında Şekil 2'de gösterilmiş olduğu gibi toplam **39,531** adet makale bulunmaktadır.



Şekil 2. Anahtar kelime kullanarak web of science sitesinden bulunan toplam 39.531 adet makale (WoS, 2024)

Şekil 2'de de görüldüğü gibi, 39,531 adet çalışma içerisinde, en çok atıf yapılan çalışma, 3960 atıf ile tek katmanlı transistörlerin iki boyutlu çalışmaları yapılmıştır (Zengin vd., 2023).

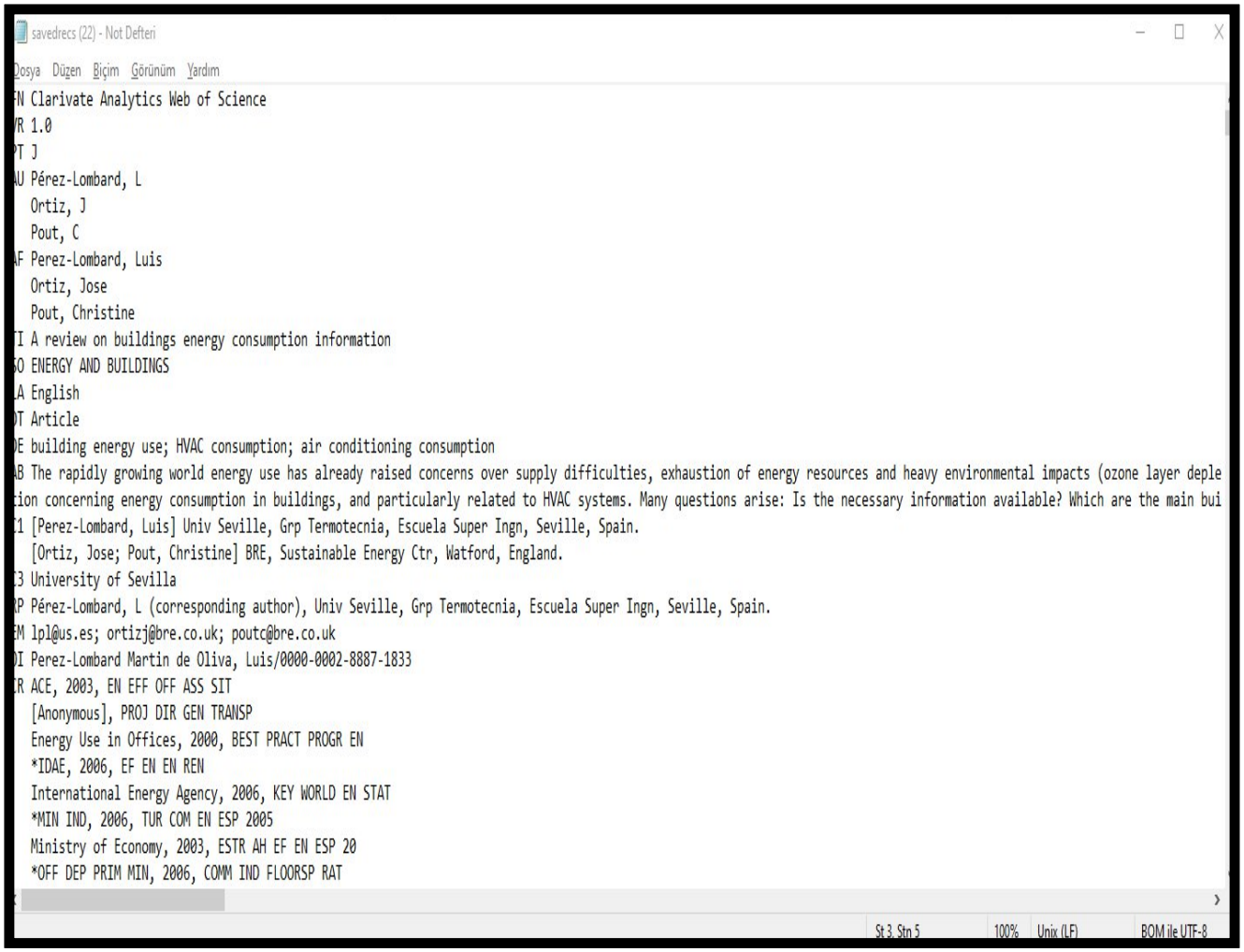
Daha sonra “export” kutusundan “plain text file” ile çalıştırmadan önce add to marked list’ te kaydetmiş olduğu dosyayı seçmek zorunludur. Daha sonra programı çalıştırınca Şekil 3.te gösterilmiştir



Şekil 3. Binaların Enerji tüketimi ile ilgili makalelerin en yüksek atıf alan ilk 100 adet makale taraması (WoS, 2024)

Şekil 3’te.gösterilmiş gibi en fazla atıf yapılmış ilk 100 adet makalesine kaydedilmiştir. Bu şekilde kaydederken ilk en çok atıf yapılmış 1 den 100 adet makele seçilmiş olup Şekil 3’te gösterilmiş gibi “full record and cited referans”, tam kayıtlı ve atıflı referans bulunan makaleleri bulunmaktadır.

Bu yöntemi ile referansları not defter file olarak aşağıda Şekil 4.te gösterilmiş gibi kaydedilmektedir.

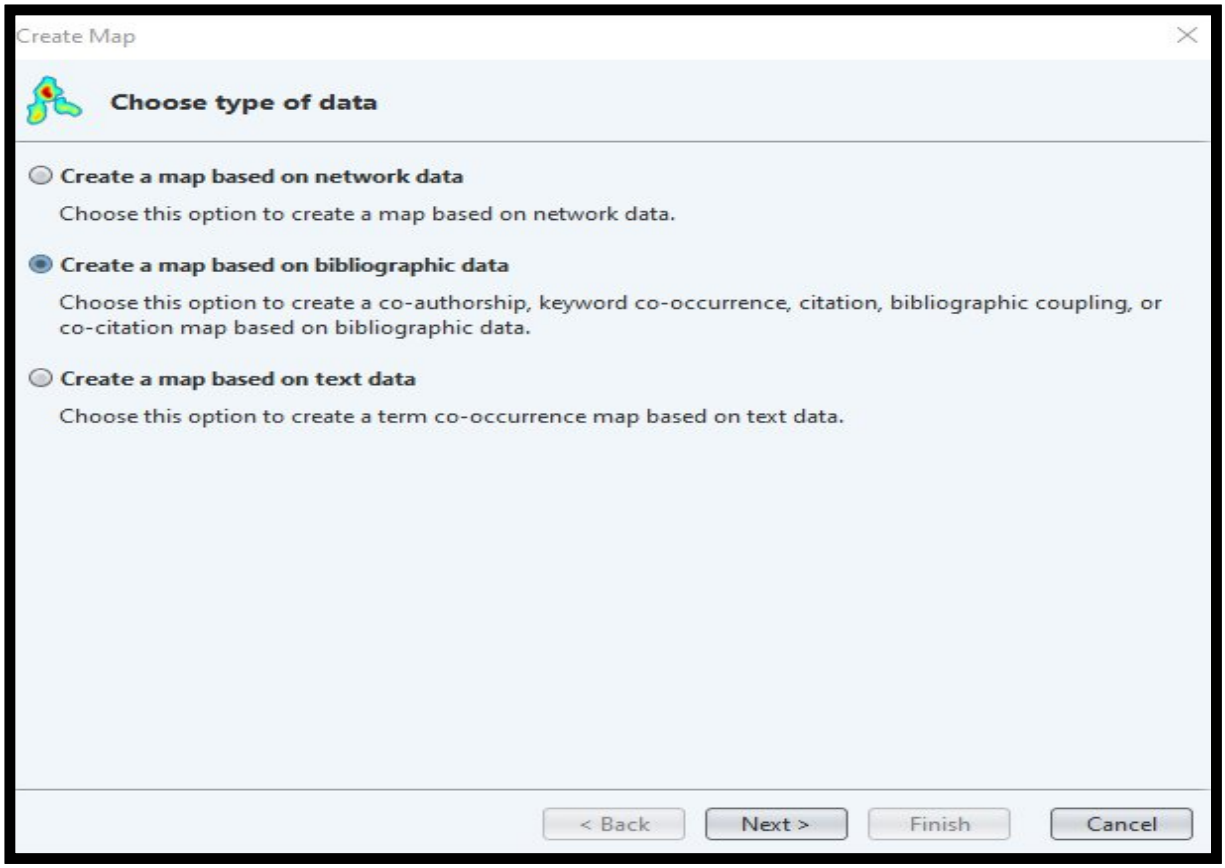


Şekil 4. Binaların enerji tüketimi ile ilgili makalelerinden alınan sonucu Vos. Viewer Program için verilen Not Defteri
(WoS, 2024)

Şekil 4' te gösterilmiş gibi not defterinde kaydedilmekteedir.

Bir taraftanda VOSviewer sürüm 1.6.19 programında alınan "web of secince" den alınan "savedrecs(22)" adılı not defteri çalıştırarak gerekli bilgileri alabilmektedir.

Vosviewer programından ilk olarak "file" kısmında "Map" harita resim ve bilgi diye iki bölüm bulunmaktadır. İlk aşamasında "Map" harita bölümünde "create" butonu tikleyecektir. Daha sonra Map bölümünde "create map", şekil yarat tablosunda veri tipini seç bulunmaktadır. Şekil 5.te gösterilmiş gibi 3. Tipi veri bulunmaktadır.



Şekil 5. Bibliyometrik analizi için seçilecek veri
(WoS, 2024)

Şekil 5'te gösterilmiş gibi 3 tipi veri bulunmaktadır. Bu verilerinden birine seçerek gerekli işlemleri yapılmaktadır. Veriler aşağıdaki gibidir.

1. Ağ üzerindeki verileri göre bir şekil yaratmak

2. Bibliyografik veri üzerinden şekil yaratmak

3. Metin üzerindeki verileri göre şekil yaratmak diye üç tipi veri den birini seçip çalışma yapabilmektedir.

Bibliyografik çalışmamız için 2.seçenekte olan "create a map based on bibliographic data" kısmine seçilmektir. Daha sonra "choose data source", veri kaynakların seçenekler bulunmaktadır. Bu çalışmada 3 tipi veri kaynak var, bu seçenekleri aşağıdaki gibi incelenmektedir.

1. Bibliyometrik veri taban dosyasından verileri okuması

2. Referans yönetici dosyalarından veri okuması ve

3. Uygulama Programları, API(Application Programming Interface) diye üç kaynak bulunmaktadır.

Analiz kısmında analiz tipi ve analiz birim olarak bulunmaktadır. Sayım yönteminde tam sayılması ve parçalı sayılması diye iki şekli bulunmaktadır. Bu işlemleri yapılırken maksimum sayıdaki yazar başında kaç doküman olduğu belirlemesi gerekmektedir.

Maksimum yazar başında doküman sayısı olarak "61" yazılırken eşik değer (Threshold) seçim yapılabilmesi için yazarın minimum doküman olarak "2" ve en az yazar başı atıf sayısı "1" yazarak, 404 yazar ve 12 eşik buluşmuş olduğunu görünmektedir (WoS, 2024).

1.2.1. Yazarların Ortaklık Analizi

Bu analizi tipinde, ortak Yazarlar (Co-authorship) ve birim analizi olarak yazar (Author) ile eşleştirmektedir. Yazar sayıları incelerken 12 yazarın her birinin toplam yüksek değerindeki yazarları ile olan bağlantıları hesaplayabilmektedir. Seçilen analizinden yazar sayısı ve alıntı sayıların bağlantıları incelenmektedir. Bu çalışmada, yazar ve ortak makale sayılı Tablo 2'de gösterilmiş gibi incelenmektedir.

Tablo 2. *Minimum yazar başı alıntı ile yazar başı makale gösterilen tablosu*

No.	Yazarlar	Makale Sayısı	Alıntı Sayısı	Toplam Bağlantı Gücü
1	Alfonso ARANDA USON	2	1160	2
2	Fatemah JOMEHZADEH	2	1620	2
3	Payam NEJAT	2	1620	2
4	Ignacio ZABALZA BRİBİAN	2	1160	2
5	Luisa F. CABEZA	2	1290	0
6	Fariborz HAGHIGHAT	2	894	0
7	S.A. KALOGİROU	2	1430	0

No.	Yazarlar	Makale Sayısı	Alıntı Sayısı	Toplam Bağlantı Gücü
8	Abedeen Mustafa OMER	2	1548	0
9	B.J. ROLLS	2	955	0
10	R. SAİDUR	2	1162	0
11	M. SANTAMOURIS	2	1040	0
12	H. WONG, S. PHİLİP	2	1578	0

(WoS, 2024)

Tablo 2'de yazarların makale sayısı ve alıntıların arasındaki bağlantıları incelenmiştir. Yazarların toplam 2 adet makale bulunmaktadır.

Yazarların makalesi ile grupların arasındaki bağlantıları aşağıdaki Tablo 3'te gösterilmiştir.

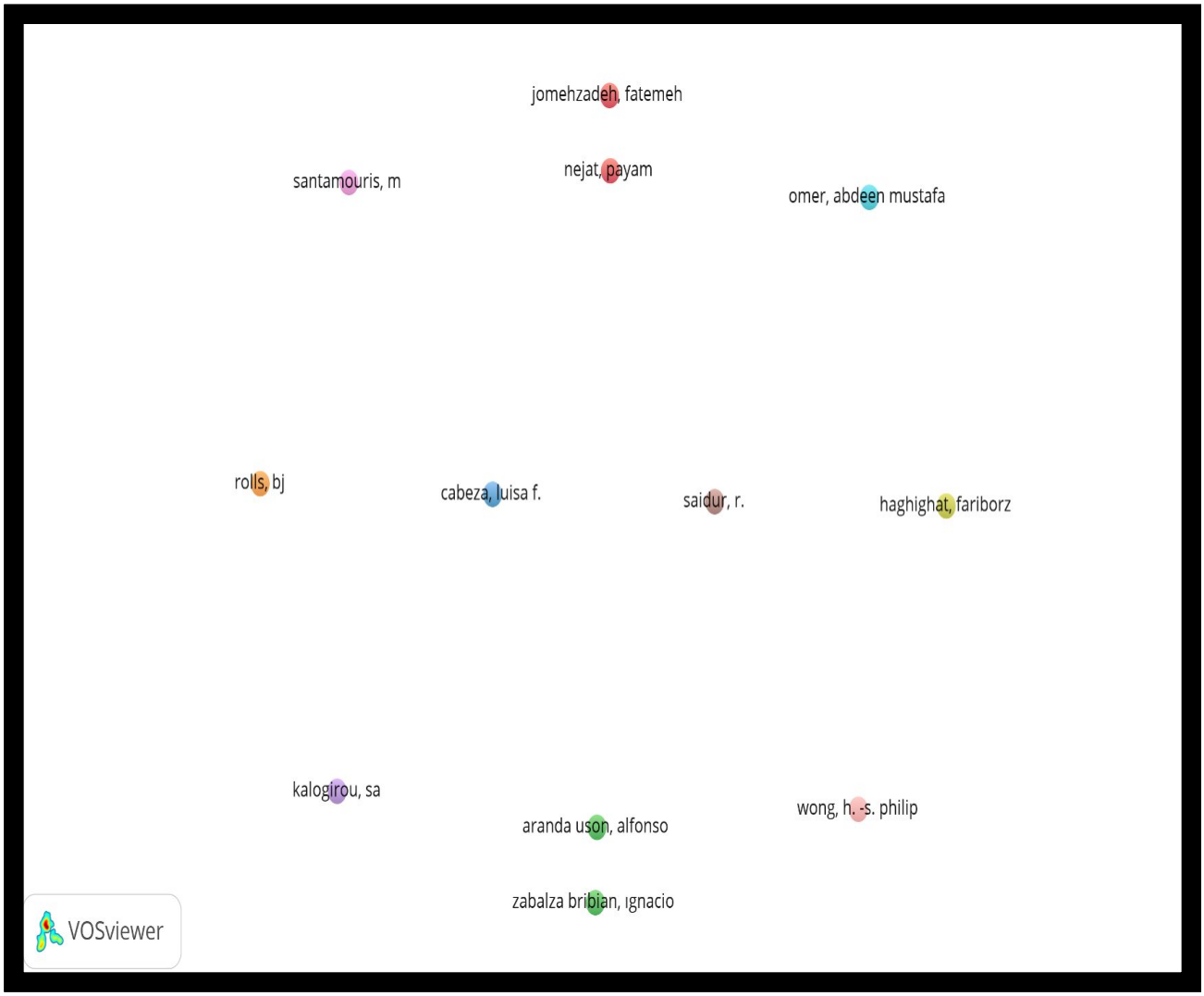
Tablo 3. Yazarların 2 adet makalesinde bulun grup ve bağlantıları

No.	Yazar	Makale Sayısı	Grup(Cluster)	Bağlantı(Link)	Toplam Bağlantı Gücü
1	Alfonso ARANDA USON	2	2	1	2
2	Fatemah JOMEHZADEH	2	1	1	2
3	Payam NEJAT	2	1	1	2
4	Ignacio ZABALZA BRİBİAN	2	2	1	2
5	Luisa F. CABEZA	2	3	0	0
6	Fariborz HAGHIGHAT	2	4	0	0
7	S.A. KALOGİROU	2	5	0	0
8	Abedeen Mustafa OMER	2	6	0	0
9	B.J. ROLLS	2	7	0	0
10	R. SAİDUR	2	8	0	0
11	M. SANTAMOURIS	2	9	0	0
12	H. WONG, S. PHİLİP	2	10	0	0

(WoS, 2024)

Tablo 3’te gösterilmiş gibi toplam 12 yazarın 2’şer makalenin gruplarınlarında ve bağlatıların gücünü incelenmiştir. Bu minimum 2 adet makale incelesinde toplam 12 yazarın 10 grup, 2 bağlantı ve toplam 4 bağlantı gücü bulunmaktadır.

Yazarların ortak makaleleri ve atıfların bağlantıları Şekil 6’de gösterilmiştir.



Şekil 6. Ortak yazarlar ve yazar başı makale ve atıflar
(WoS, 2024)

Yazarları ile makale aralarındaki ilişkileri Tablo 2’de ve yazarları ile bağlantı linklerin arasında olan ilişkileri Tablo 3’te gösterilmiştir. Tolam bağlantılı 12kişi bulunmaktadır. Bağlantıları şekil 6’de gösterilmiş inceleyebilmektedir.

Tablo 2.ve 3 te belirtilen 1. Grupta 2no’lu ve 3’no yazar, 2. Grupta 1’nolu ve 4’nolu yazar, kalan 8 grupta birer kişi yazar bulunmaktadır.

1.2.2. Yazarların Ortaklık ve Kurum veya Kuruluş arasındaki Analizi

Bu analizi yapılırken en çok makale başı kurum veya kuruluşu belirme gerekmektedir. Bu çalışmada "61" adet olarak belirlemiştir. Her kurumum en az 3 adet makale seçilirken 153 kurum ve 6 bağlantı nokta bulunmaktadır. Bu çalışmada en az 2 adet kurumun makalesine seçilmiştir ve toplam 153 kuruluş veya kurum, 24 bağlantı bulunmaktadır. Toplam 24 kuruluş seçilmiştir. Her bir kuruluşun yazar ortaklık ve kuruluşların arasındaki bağlantı gücünü hesaplanmıştır. Bu çalışmada şekil 7. ve tablo 3.te gösterilmiş gibi toplam 24 kurum, 20 grup ve 4 bağlantı bulunmaktadır. Grup 1., 2.,3., ve 4.lerinde ikişer kurum ve diğer kalan 16 grubunda birer tane kurum bulunmaktadır. Grup 1, 6, 7 ve 11de 3er tane makale, grup 13te 5 adet makale ve diğer kalan gruplarında birer tane makale görünmektedir. Ayrıntılı bağlantıları Şekil 7'de gösterilmiştir.

Şekil 7. Yazar Ortaklık ve Kurumların arasındaki bağlantıları gösteren şekli (WoS, 2024)

Kurumları yada kuruluşlar ile yazarların arası ilişkileri Şekil 7'de gösterilmiş gibi incelenmiştir. Detay bağlantıları Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4. Yazar ortaklıkların ve kurumların arasındaki bağlantı tablosu

No.	Kuruluş/Kurum	Makale Sayısı	Alıntı Sayısı	Grup(Cluster)	Bağlantı/Link	Toplam Bağlantı Gücü
1	Ecole Polytech Fed Lausanne	2	1182	2	1	1
2	Stanford Üniversitesi	3	2012	1	1	1
3	Tsinghua Üniversitesi	3	1656	1	1	1
4	UCL	2	1285	4	1	1
5	California Berkeley Üniversitesi	2	1219	2	1	1
6	Sheffield Üniversitesi	2	1107	3	1	1
7	Malazya Teknik Üniversitesi	2	1620	3	1	1
8	İllinois Üniversitesi	2	1566	4	1	1
9	Cardiff Üniversitesi	2	938	5	0	0
10	Hongkong Şehir Üniversitesi	3	1722	6	0	0
11	Concordia Üniversitesi	3	1358	7	0	0
12	Delf Üniversitesi	2	1057	8	0	0
13	Harvard Üniversitesi	2	2058	9	0	0
14	Yüksek Teknoloji Enstitüt	2	1430	10	0	0
15	Singapur Ulusal Üniversitesi	3	1593	11	0	0
16	Oak Ridge Ulusal Lab.	2	1365	12	0	0
17	Penn Şehir Üniversitesi	5	3790	13	0	0
18	Atina Üniversitesi	2	1109	14	0	0
19	Cambridge Üniversite	2	2374	15	0	0

20	İleida Üniversitesi	2	1290	16	0	0
21	Malaya Üniversitesi	2	1162	17	0	0
22	Perugia Üniversitesi	2	976	18	0	0
23	Toronto Üniversitesi	2	2025	19	0	0
24	Zaragoza Üniversitesi	2	1160	20	0	0

(WoS, 2024).

Tablo 4'te Kurumlar veya kuruluşları ile makale saysı ve alıntıların arası ilişkileri incelenmiştir. En çok alıntı alınan Penn Şehir Üniversitesinde toplam alıntı sayısı 3790 ve ortak makale sayısı 5 adet bulunmaktadır.

1.2.3. Yazar ortaklık ve Ülkelerin arasındaki bağlantı Analizi

Bu çalışmaya başlayabilmesi için öncelikle maksimum makale başındaki ülke sayısını belirlememiz gerekmektedir. Bu çalışma için "61" olarak belirlemiştir. Eşik seçeneklerinde bir ülke başında en az düşen makale sayısı "5", 34 ülkede toplam 7 adet eşik bulunmuştur.

Ülke başı düşen makale sayısını "3" olarak belirlerken 34 ülkede toplam 14 adet eşik bulunmaktadır. Bu durumda genel olarak 34 ülkede ülke başı 1 makale yapılırken 34 ülke bulunmaktadır. Bu durumda toplam 14 ülke seçilmiştir.

Bu 14 ülkeden her birinin yazar ortaklık olarak ülkelerin arası bir biri ile güçlü bir şekilde bağlantı vardır. Bu seçilmiş ülkeleri Tablo 5.te gösterilmiştir. 14 ülkesinde bazen ülkeler ise bir biri ile bağlantısı yoktur. En çok bağlantı olan 9 ülke bulunmaktadır.

Ülkeleri göre incelemesinde ABD 'de toplam 36 makale, Çin de 15 adet, Almanyada 5 adet, İngilterrede 12 adet, Australyada 4 adet, Hollandada 4 adet, İsviçrede 3 adet, Malezyada 6 adet Kıbriste 3 adet, Yunanistanda 3 adet, İspanyada 5 adet, Kanadada 6 adetSıngapurda 3 adet, ve Hindistanda 3 adet ortak makale bulunmaktadır.

Yazar ortaklıkları ile ülkelerin arası ve makele sayıların arasındaki bağlantıları Tablo 5'te gösterilmiştir.

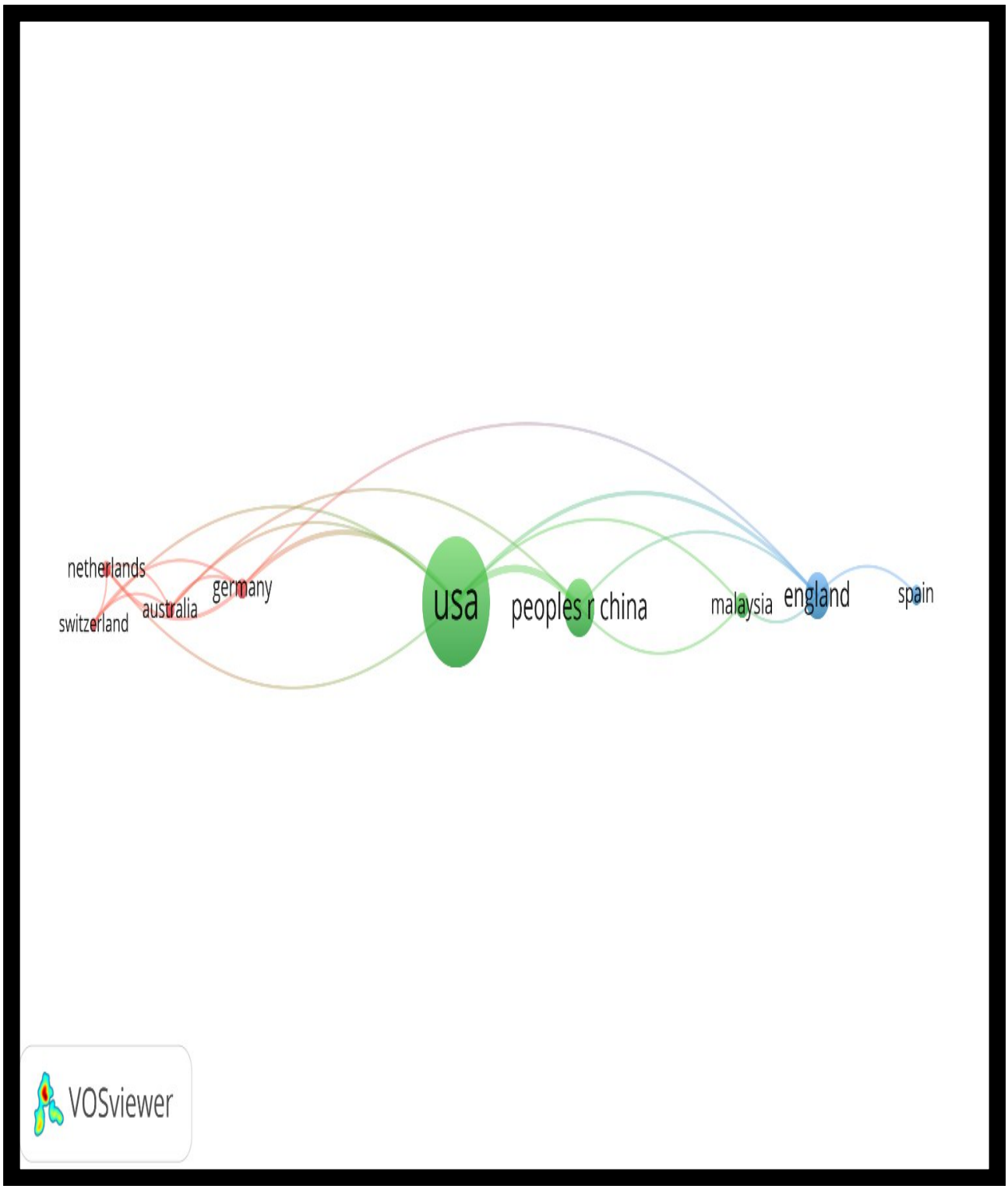
Tablo 5. Yazar ortaklık ve ülkelerin arasındaki bağlantıları gösterilen tablosu

No.	Ülkeler	Makale Sayısı	Alıntı Sayısı	Grup(Cluster)	Ortak Bağlantılı	Bağlantı/Link	Toplam Bağlantı Gücü
1	ABD	36	26419	2	Var	7	15
2	Çin	15	8702	2	Var	4	9
3	Almanya	5	4355	1	Var	5	8
4	İngilterre	12	11378	3	Var	5	6
5	Australya	4	3747	1	Var	5	5
6	Hollanda	4	2261	1	Var	4	5
7	İsviçre	3	1705	1	Var	4	4
8	Malezya	6	3745	2	Var	3	3
9	Kıbris	3	1941	3	Yok	1	1
10	Yunanistan	3	1551	3	Yok	0	1
11	İspanya	5	6410	3	Var	1	1
12	Kanada	6	4582	5	Yok	0	0
13	Singapur	3	1593	6	Yok	0	0
14	Hindistan	3	2612	7	Yok	0	0

(WoS, 2024)

Ülkelerin arası yazar ortaklıkların makalelerin ve alıntıların arası bağlantıları Tablo 5'te incelenmiştir. En çok yazarların arası makale ortaklık ve alıntı olan ülke Çin'dir. En düşük alıntı olan ülke ise İngilterre olarak incelenmiştir.

Ülkelerin arası yazar ortaklıkların makalelerin bağlantı gücünü Şekil 8.1'de gösterilmiştir.



Şekil 8.1. Ülkelerin arasında bir biri ile yazar ortaklık olarak güçlü bağlantılı olan 9 ülke (WoS, 2024)

Yazar ortaklık ve ülkelerin arasındaki bağlantıları incelemesinde 9 ülkenin bir biri ile güçlü bağlantı bulunmaktadır. Bu 9 ülkenin 3 grup, 19 bağlantı ve toplam bağlantı gücü 28 olduğunun görünmektedir.

En fazla alıntı alınan makelerin ortak ülkesi olan Çin'de 4 adet bağlantı link bulunmakta olup, 9 adet toplam bağlantı gücü bulunmaktadır. En az alıntı alınan makalelerin ortak ülkesi olan İngilterrede 5 adet bağlantı link bulunmakta olup 6 adet toplam bağlantı gücü görünmektedir.

Ülkelerin bağlantılı olan grupları Tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo 6. Ülkelerin bağlantılı olan grupları gösteren tablosu

No	Grup No. (Cluster)	toplam ülke sayısı	Ülkeler
1	Grup 1	4	Australya, Almanya,Hollanda ve İsviçre
2	Grup 2	3	Malezya, Çin ve ABD
3	Grup 3	2	İngilterre ve İspanya

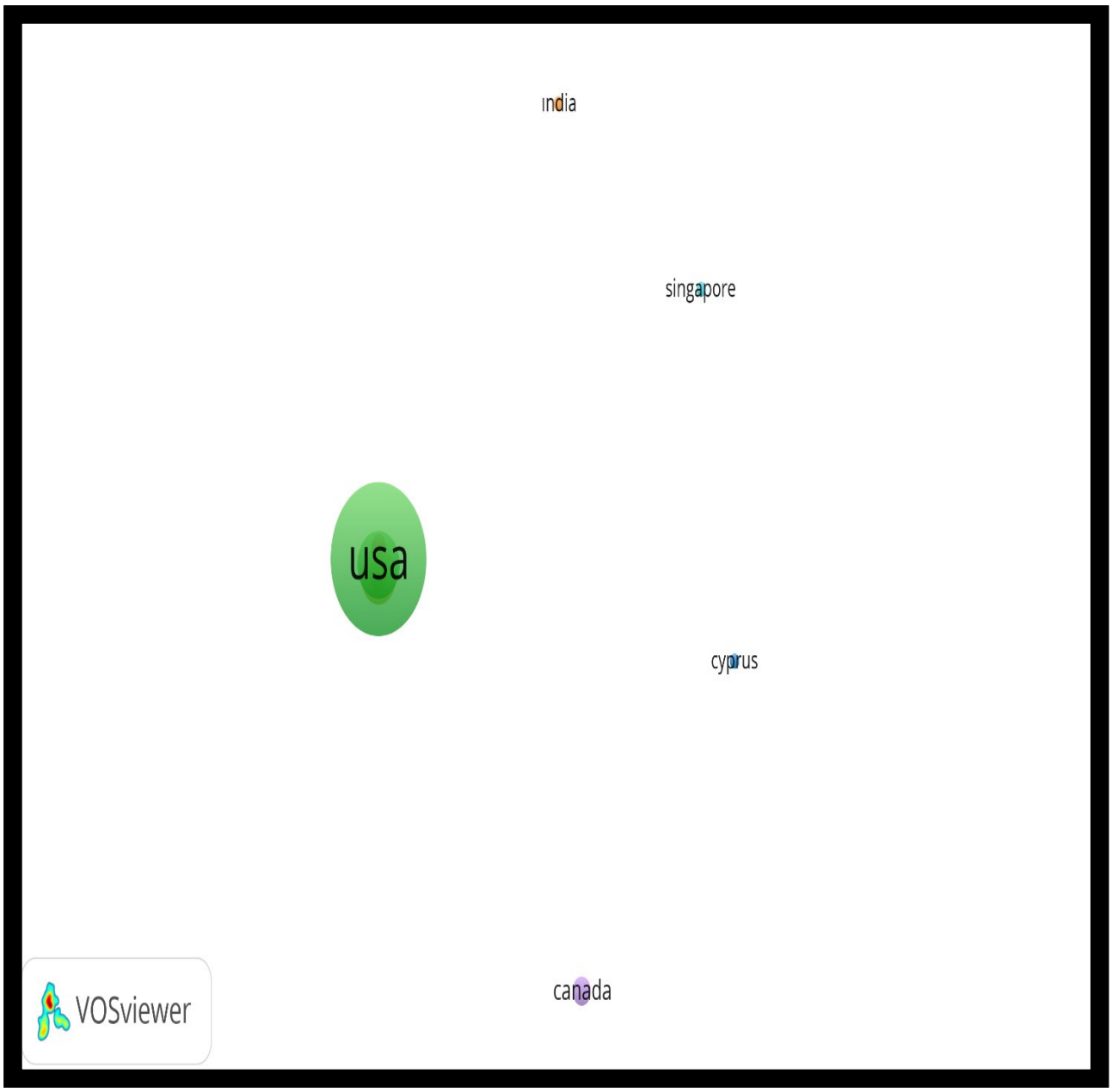
(WoS, 2024)

Bu çalışmada, Tablo 6'da gösterilen grup 1de bulunan Australya da ortak 4 makale ve 5 bağlantı, Almanya ise 5 ortak makale ve 5 bağlantı, Hollanda ise 4 makale ve 4 bağlantı ve İsviçre ise 3 makale ve 4 bağlantı bulunmaktadır.

Grup 2 de bulunan ülkelerinden ABD ise en çok makale toplam 36 adet olup 7 adet bağlantı bulunmaktadır. Fakat Çin ise 15 adet makale ve 4 bağlantı, Malezya ise 6 adet makale ve 3 adet bağlantı bulunmaktadır.

Grup 3, İngiltere'nin 12 makale 5 bağlantı bulup İspanya ise 5 makale ve 1 bağlantı bulunmaktadır.

Ortak yazar bulunmayan toplam 14 ülkesinde toplam 7 grup ayrılmaktadır. Bağlatı bulunmayan ülkeleri ise Şekil 8.2'de gösterilmiş gibidir. Bu 7 grubunda 20 bağlantı ve toplam bağlantı gücü 29 bulunmaktadır.



Şekil 8.2. Ülkelerin arasında bir biri ile yazar ortaklık bulunmayan ülkeler
(WoS, 2024)

Şekil 8.2'de ülkelerin arasında bağlantılı olan yazarların ortaklık bulunmayanların ilişkileri incelenmiştir. Bazen ülkelerinde ortak yazarlık bulunmamaktadır. Yazar ortaklık bulunmayan toplam ülke sayısı ve grup no.ları Tablo 7'de gösterilmiştir.

Tablo 7. Ortak yazarlık bulunmayan ülkeleri gösteren tablosu

No	Grup No. (Cluster)	toplam ülke sayısı	Ülkeler
1	Grup 1	4	Australya, Almanya,Hollanda ve İsviçre
2	Grup 2	3	Malezya, Çin ve ABD
3	Grup 3	2	Yunanistan ve Kıbris
4	Grup 4	2	İngilterre ve İspanya
5	Grup 5	1	Kanada
6	Grup 6	1	Singapur
7	Grup 7	1	Hindistan

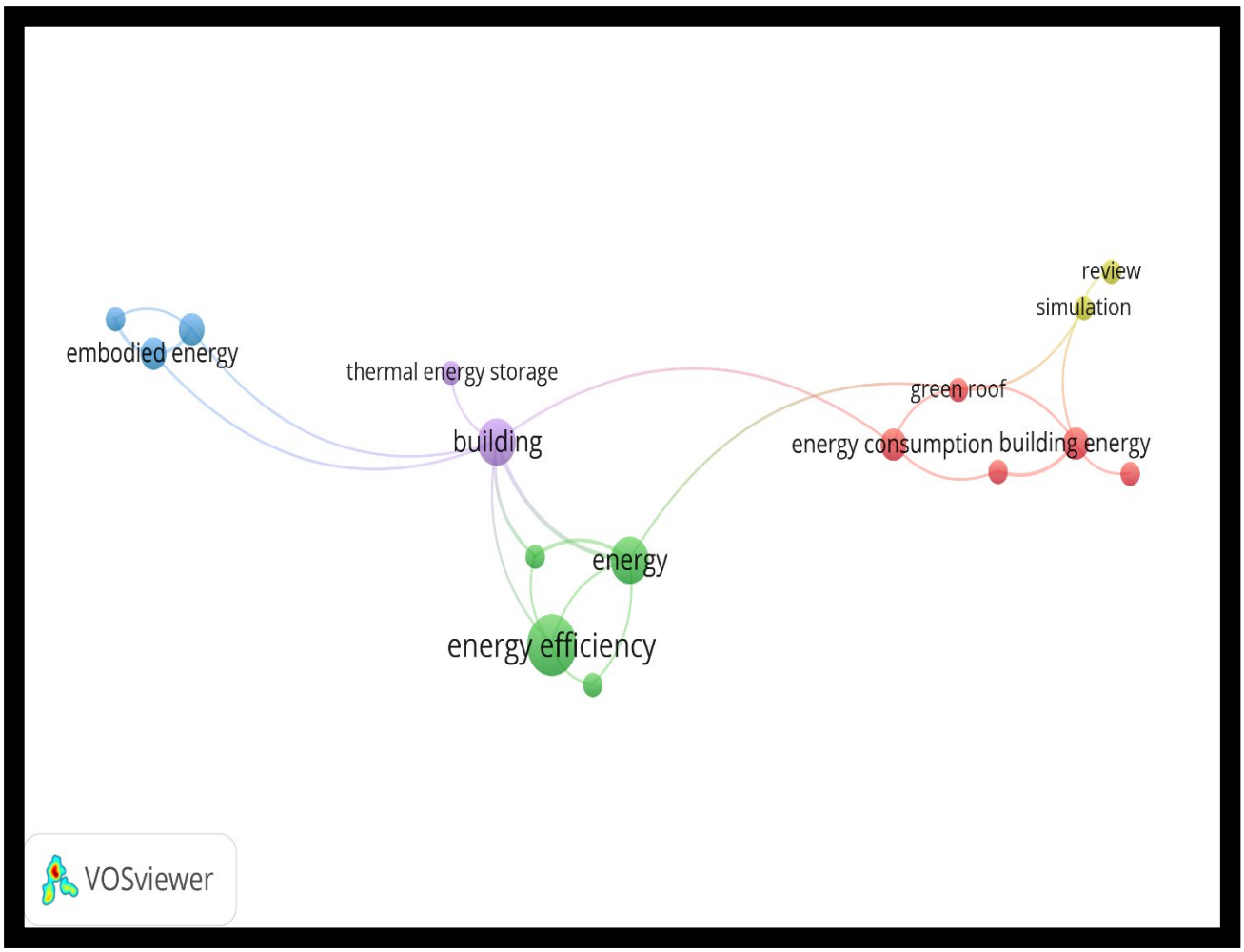
(WoS, 2024)

Ülkelerin arası ortak yazarlık bulunmayan ülkelerin grup bilgileri Tablo 7'de incelenmiştir. Australya, Almanya, Hollanda ve İsviçre gibi ülkelerin grup no.1'de, Malezya, Çin ve ABD gibi ülkelerin ise grup no. 2'de, Yunanistan ve Kıbris ise grup no.3'te, İngilterre ve İspanya gibi ülkelerin ise grup no. 4'te, Kanada ise grup no.5'te, Singapur ise grup no. 6'da ve Hindistan ise grup no. 8de görünmektedir

1.2.4. Anahtar Kelimeleri ile Eş Anlamı olan Analiz Tipi arasındaki Bağlantısı

Bu çalışmada genel olarak en az bir anahtar kelimenin eş anlamı sayısı 5 olarak belirlerse toplam 391 anahtar kelimede 3 tane eşik bulunmaktadır. Anahtar kelimenin eş anlam sayısını 3 yaparak toplam 391 anahtar kelimenin 16 tane eşik bulunmaktadır. Bu durumda 39 adet anahtar kelimesi seçilmiştir. Seçilen 16 adet anahtar kelimenin her birinde diğer eş anlamlı olan kelimeler ile bir biri ile bağlantı olduğunu bulunmaktadır. Şekil 9.de gösterilmiş gibi 16 anahtar kelimeden 5 grup, 24 bağlantı ve 31 adet toplam bağlantı gücü bulunmaktadır.

.



Şekil 9. Anahtar Kelime ile Eşanlam kelimelerin arasındaki benzerliği analizi (WoS, 2024)

Enerji tüketimi ile ilgili anahtar kelimelerin incelemesinde eşanlamı olan kelimeleri ile asıl kelimelerin bağlantıları Şekil 9'da gösterilmiştir.

Enerji, enerji verimliliği, bina, inceleme gibi ve bezer kelimeleri görünmektedir.

Binaların enerji, binaların enerji tüketimi, yeşil tabaka, termal enerji depolanma gibi anahtar kelimeleri görünmektedir.

Binbaların enerji tüketimi ile anahtar kelimeleri ile anahtar kelimelerin eşanlamında olan kelimeleri analizi Tablo 8'de incelenmiştir.

Tablo 8. Anahtar Kelimeleri ve eş anlamlı kelime analizi

No.	Anahtar Kelimeler	Eş anlamı kelime	Grup(Cluster)	Bağlantı/Link	Toplam Bağlantı Gücü
1	Bina	6	5	7	10
2	Enerji	6	2	5	8
3	Bina Enerji	4	1	4	5
4	Oluşum Enerji	4	3	3	5
5	Optimizasyon	3	2	3	5
6	Enerji verimliliği	8	2	4	4
7	Yeşil Çatı	3	1	4	4
8	yaşam Döngü Değerlendirmesi	4	3	3	4
9	İnşaat Malzemeleri	3	3	2	3
10	Enerji Tüketimi	4	1	3	3
11	Makine Öğrenmesi	3	1	2	3
12	Simulasyonu	3	4	3	3
13	Sürdürebilir gelişmesi	3	2	2	2
14	Yenilenebilir Enerji	3	1	1	1
15	incelemesi	3	4	1	1
16	Isı Enerji Deposu	3	5	1	1

(WoS, 2024)

Bu çalışmada 16 adet anahtar kelime bulunmakta olup Tablo 8'de gösterilmiştir. Anahtar kelimeleri aşağıdaki gibidir. "Bina" kelimenin 6 adet eş anlamı kelime ve 7 adet bağlantı bulunmaktadır, Enerji kelimesinde 6 adet eş anlamı kelime ve 5 adet bağlantı, bina enerjisinde 4 adet bağlantısı, oluşan enerji kelimesinden 3 adet bağlantısı, optimizasyon kelimesinden 3 adet bağlantı, enerji verimliliği kelimesinden 4 adet bağlantı, yeşil çatı dan 4 adet, yeşil döngü değerlendirmesinden 3 adet, insaat malzemelerinden 2 adet, enerji tüketiminden 3 adet, makine öğrenmesinden 2 adet, simulasyonundan 3 adet, sürdürebilir gelişmesiden 2 adet, yenilenebililik enerji kelimesinden 1 adet, incelenemesinden 1 adet ve son olarak ısı enerji deposundan 1 adet eşanlamlı anahtar kelime bulunmaktadır.

Anahtar kelimelerin ve bu anahtar kelimelerin eş anlamında bulunan kelimeleri anahtar kelimelerin analizinde bulunan grup sayıları Tablo 9'da gösterilmiştir.

Tablo 9. Anahtar Kelimeleri ve eş anlamlı kelime analizi bulunan grup sayısı

No	Grup No. (Cluster)	toplam Anahtar kelime sayısı	Kelimeleri
1	Grup 1	5	bina enerji, enerji tüketimi, yeşil çatı, makine öğrenme, Yenileme Enerji
2	Grup 2	4	enerji, enerji verimliliği, optimizasyon, sürdürebilirlik gelişimi
3	Grup 3	3	inşaat malzeme, oluşum enerji, yaşam döngü değerlendirmesi
4	Grup 4	2	inceleme, simülasyonu
5	Grup 5	2	bina, ısı enerji deposu

(WoS, 2024)

Toplam 16 anahtar kelimelerinden bina enerji, enerji tüketimi, yeşil çatı, makine öğrenme ve yenilenme enerji gibi toplam 5 adet anahtar kelimelerin grup olarak ayrımasında grup 1 de yer almaktadır. Grup 2 de 4 adet anahtar kelimesi, grup 3 te 3 adet anahtar kelimesi, grup 4 te 2 adet ve grup 5 te 2 adet anahtar kelime bulunmaktadır.

1.2.5. Alıntı Analiz Tipleri İncelemesi

Alıntı analizi yapılırken analizi birimlerinde aşağıdaki konuların üzerinde incelemektedir.

a) Makale yâda belge

b) Kaynak

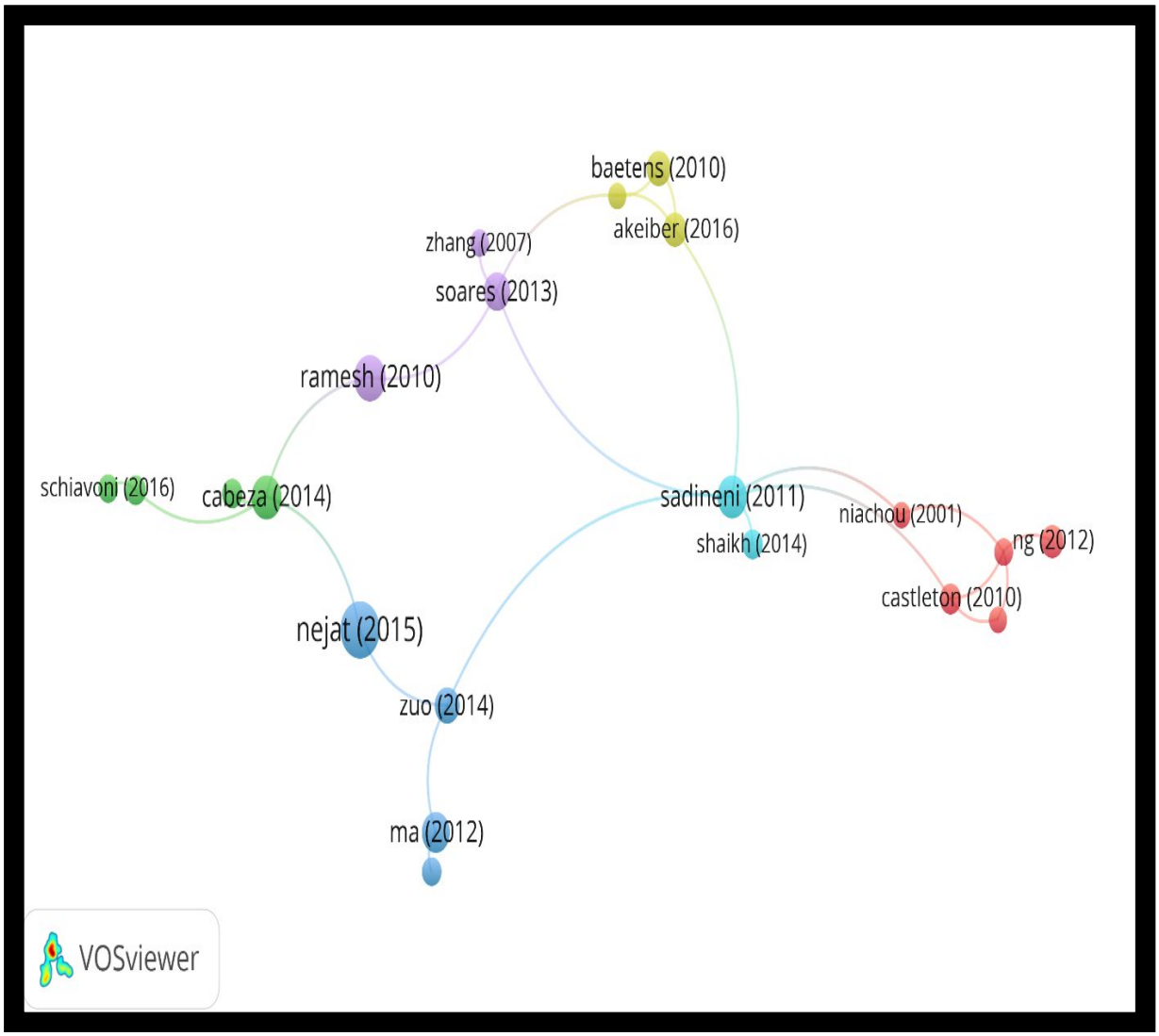
c) Yazarlar

d) Kurum veya kuruluşlar

e) Ülkeler

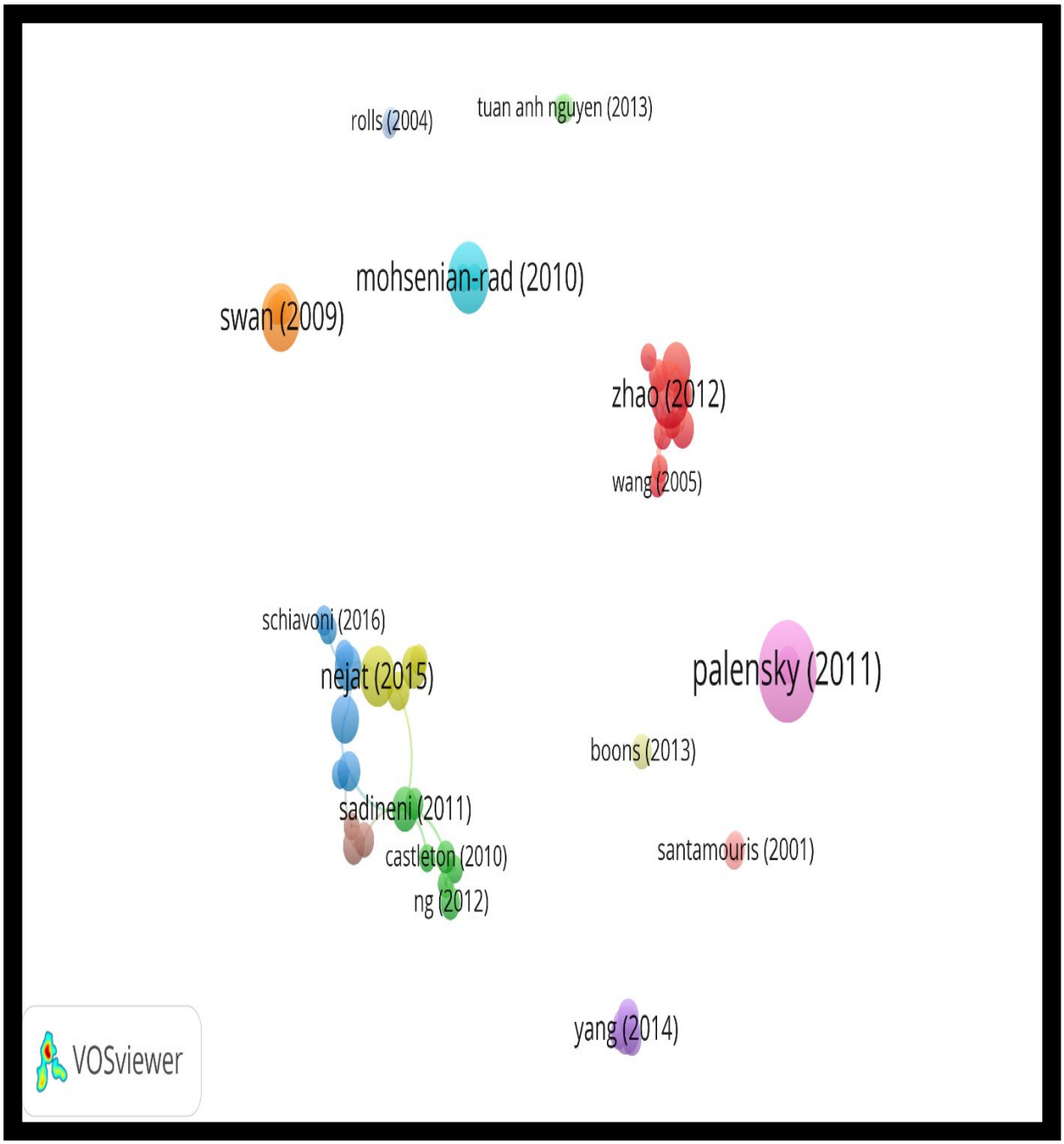
1.2.5.1. Alıntı ile Makale arasındaki analizi

Bu çalışmada, makalenin alıntı bulunmamış olursa seçilen toplam 100 makalede 100 tane eşik görülmektedir. Bu durumda 100 adet makale seçilmektedir. Seçilen makalelerin çoğunda bir birileri ile bağlantı bulunmamaktadır. Makalelerin alıntını ve bağlantıları hesaplanmaktadır. Makalelerinden en geniş bağlantı veya en fazla bağlantı olanı seçecektir. Bu çalışmada en fazla alıntı olan 50 adet makale seçilecektir. Bu 50 makale hepsi bir birine bağlı değildir. Alıntı olarak bağlantı olan makale sayısı sadece 21 adet bulunmaktadır. Bu Bağlantılı olan makale yazarları Şekil 10'da gösterilmiştir.



Şekil 10. Yazarların Makale ile Alıntı arasındaki bağlantılı gösteren şekili (WoS, 2024)

Bu bağlantılı 21 makalesinde 6 grup ve 25 bağlantı bulunmaktadır. 1.grupta adet makale, 2. Ve 3. grupta 4 adet, 4. Ve 5. Grupta 3 adet ve 6. Grupta 2 adet makale bulunmaktadır. Bağlantılı olmayan makaleleri Şekil 11.de gösterilmiştir. Toplam 50 makalenin 13 grup, 55 bağlantı bulunmaktadır.



Şekil 11. Bağımsız Yazarlar ve Makaleleri
(WoS, 2024)

Grup 1.de 10 adet makale, grup 2 de 7 adet, grup 3 te 7 adet, grup 4 ve 5 te 4'er adet, grup 6, 7 ve 8 de 3 adet grup 13 te 1 adet ve kalan gruplarında 2şer adet makale bulunmaktadır.

İlk seçilen 50 adet makalelerin yazarları ve alıntı sayıları Tablo 10'da gösterilmiştir.

Tablo 10. Seçilen 50 adet makale yazar ve alıntı sayısını gösterilen tablosu

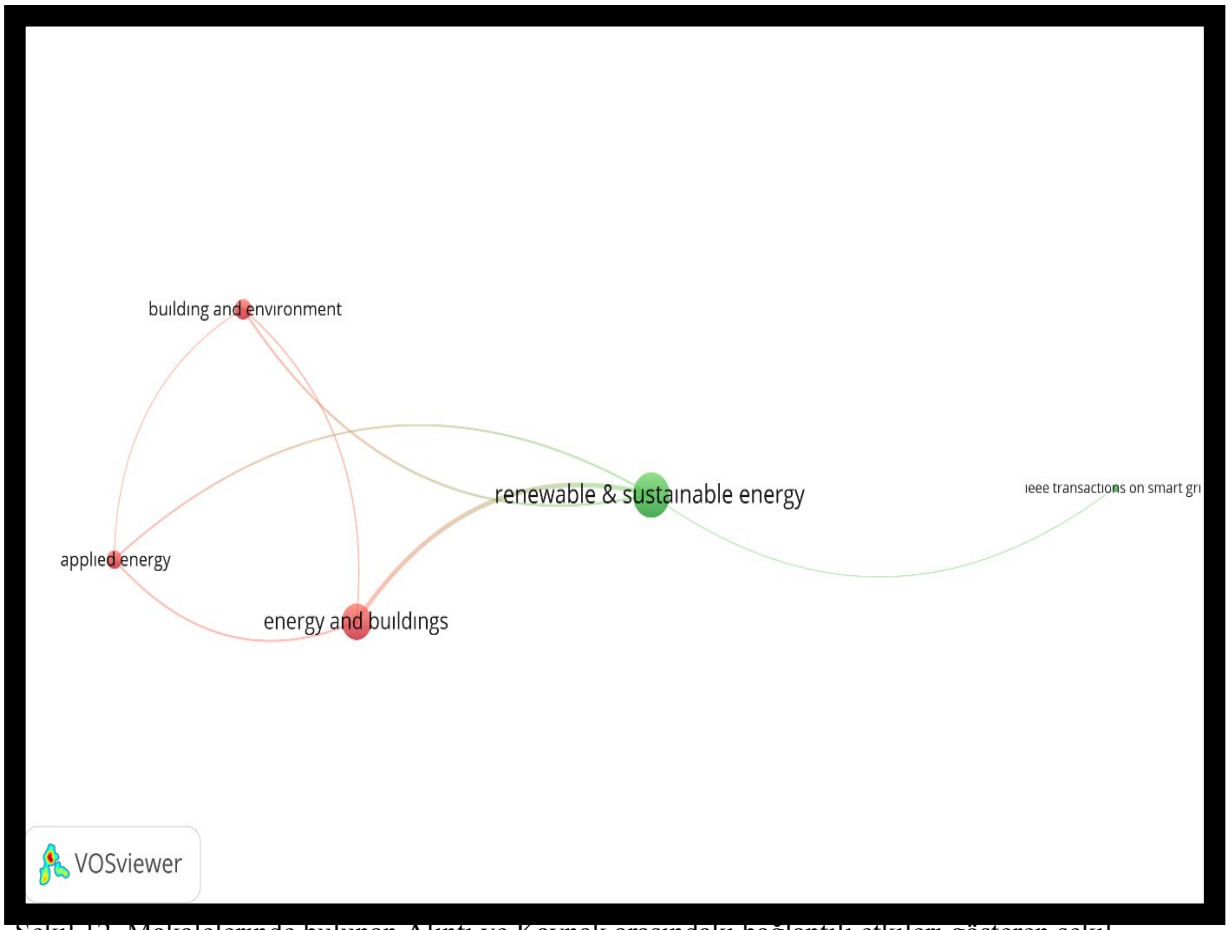
No.	Makale	Alıntı	Grup(Clust	Bağlantı/Lin	Bağımsız Yazar Gr
1	Sadinen (2011)	746	6	6	2
2	Dong (2005)	533		6	1
3	Zhao (2012)	1186		5	1
4	Ahmed (2014)	541		5	1
5	Deb (2017)	455		5	1
6	Cabeza (2014)	765	2	4	3
7	Soares (2013)	662	5	4	3
8	Foucquier (2013)	515		4	1
9	Berardi (2014)	452	1	4	2
10	amasyali (2018)	837		3	1
11	Yang (2014)	823		3	5
12	Kalogirou (2000)	664		3	1
13	Zuo (2014)	631	3	3	4
14	Akeiber (2016)	576	4	3	8
15	Castelton (2010)	531	1	3	2
16	Magnier (2010)	454		3	1
17	Memon (2014)	447	4	3	8
18	Mohsenian-rad (2010)	1277		2	6
19	Swan (2009)	1199		2	7
20	Nejat (2015)	1044	3	2	4
21	Ramesh (2010)	821	5	2	3
22	Ma (2012)	713	3	2	4
23	Baetens (2010)	612	4	2	8
24	Kavgic (2010)	566		2	7
25	Reinhart (2016)	500		2	7
26	Asdrubali (2015)	492	2	2	3
27	Niachou (2001)	442	1	2	2
28	Sailor (2008)	438	1	2	2
29	Palensky (2011)	1865		1	9
30	Luthander (2015)	622		1	9
31	Chua (2013)	605		1	5
32	Santamouris (2001)	598		1	10
33	Ng (2012)	561	1	1	2
34	Siroky (2011)	523		1	5
35	Santamouris (2016)	511		1	10
36	Shaikh (2014)	511	6	1	2
37	Scheuer (2003)	503	2	1	3
38	Santin (2009)	487	3	1	4
39	Schiavoni (2016)	484	2	1	3
40	Menezes (2012)	478		1	5
41	Wang (2005)	464		1	1
42	Tuan Anh Nguyen (2013)	463		1	11
43	Zhang (2007)	459	5	1	3
44	Tsanas (2012)	448		1	1
45	Du (2011)	444		1	6
46	Page (2008)	441		1	11
47	Rolls (2004)	436		1	12
48	Zhou (2016)	432		1	6
49	Epstein (2001)	432		1	12
50	Boons (2013)	570		0	13

(WoS, 2024)

Tablo 10 da belirtilmiş gibi en çok alıntı bulunan yazar Palansky 2011 ise toplam 1865 adet alıntı bulunmakta olup 9 adet bağımsız yazar grup bulunmaktadır.

1.2.5.2. Alıntı ile Kaynakların arasındaki analizi

Bu çalışmada 5 adet makalenin kaynakları incelemesinden 42 kaynakların 4 adet eşik bulunmaktadır. En az 2 adet makalenin incelerken 10 adet eşik bulunmaktadır. Bu inceleme için 10 adet kaynak seçilmiştir. Seçilen bu 10 adet kaynağın her biri için alıntının bağlantıları ile diğer kaynakların toplam etkisini hesaplayabilmektedir. Seçilen 10 adet kaynakları ile bazen makalelerin arasında bağlantı etkisi, hepsinde bulunmamaktadır. Bağlantı etkisi bulunan kaynakları makaleleri Şekil 12 de gösterilmiştir.



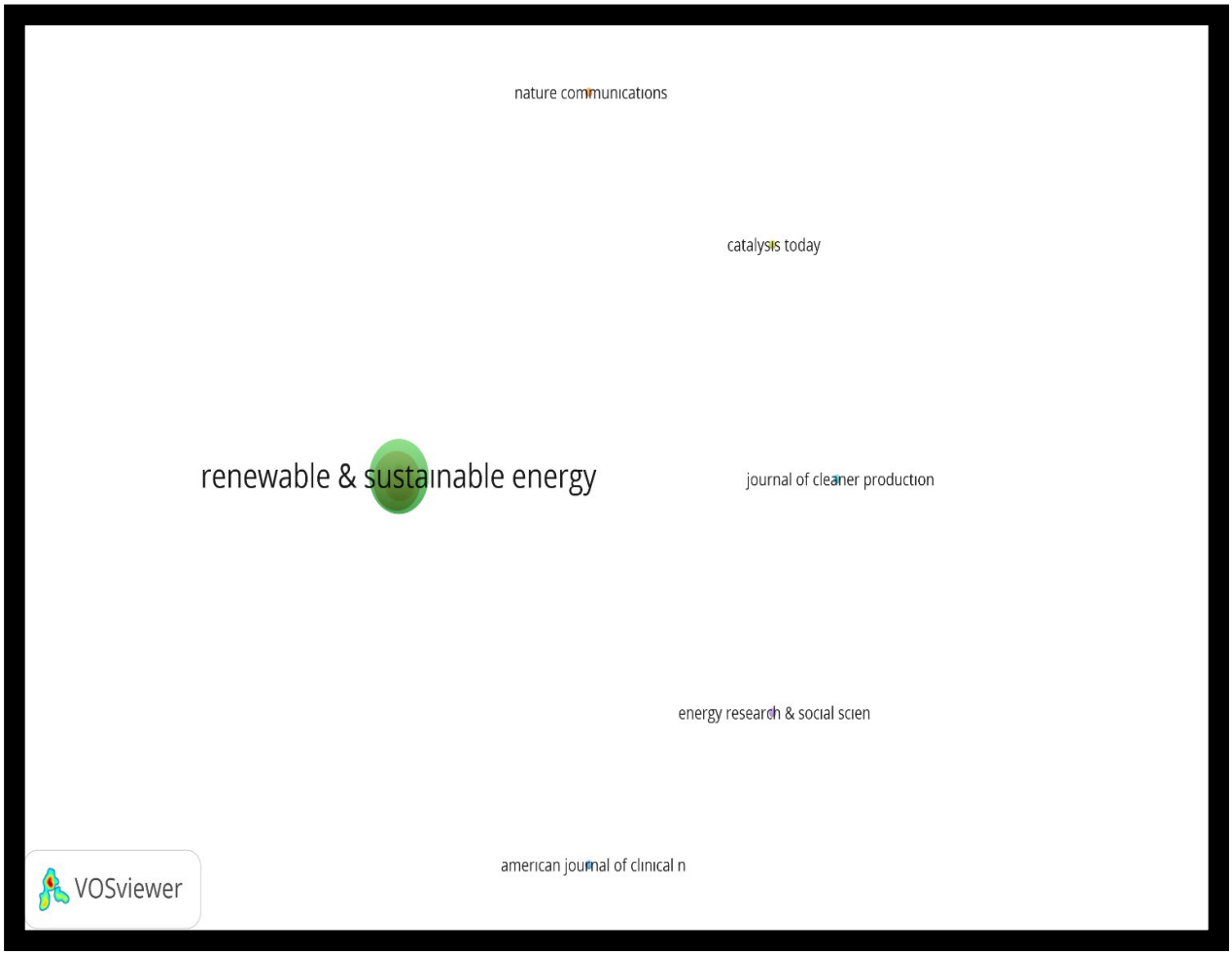
Şekil 12. Makalelerinde bulunan Alıntı ve Kaynak arasındaki bağlantılı etkileri gösteren şekil (WoS, 2024)

Bu çalışmada, 5 adet kaynağın 2 grup ve 7 bağlantı ve toplam bağlantı etkisi 29 olduğu gözükmektedir. Grup 1de 3 adet kaynak olan Applied Energy, Building and Enviroment ve Energy and Building; Grup 2de 2 adet kaynak, IEEE Transactions on Smart ve Renweable

and Sustainable Energy gibi kaynakları bulunmaktadır. Bağımsız kaynakları Şekil 13te belirlemiştir. Genelde tüm kaynaklar bağımsız sayılır. Toplam seçilen 10 adet kaynağın 7 grup ve 7 bağlantı olup toplam bağlantı etki sayısı 29 ve değişmemiş gözükmektedir. Grup 1de 3 tane kaynak, grup 2 de 2 kaynak ve kalan 5 grupta birer tane kaynak bulunmaktadır.

1.2.5.3. Yazar ile Alıntı Analizi Tipi

Bu analizinde toplam yazar 404 kişi bulunmaktadır. Her bir yazarın en az 2 adet makalesini incelemesinde 404 yazarın toplam 12 eşik bulunmaktadır.



Şekil 13. Makalelerinde bulunan bağımsız Kaynakların bağlantılı etkileri gösteren şekil (WoS, 2024)

Şekil 13'te gösterilmiş gibi makaleleri ile kaynakların arasında bulunan ilişkilerine incelenmiştir. Kaynakları ile makalelerin arası ilişkiler Tablo 11'de gösterilmektedir.

Tablo 11. Kaynakları kullanılmış makale sayısı ve alıntı sayısı

No.	Kaynak	Makale sayısı	Alıntı miktarı	Toplam Bağlantı/Link etki
1	Renewable & Sustainable Energy Review	22	15455	23
2	Energy & Building	17	12727	20
3	Applied Energy	8	4975	7
4	Building and enviroment	9	4604	7
5	IEEE Transaction on smart gird	2	1721	1
6	American Journal of Clinical Nutrition	2	973	0
7	Catalystis Today	2	2381	0
8	Energy Research & social scence	2	1246	0
9	Journal of Cleaner Production	2	2219	0
10	Nature Communications	2	2301	0

(WoS, 2024)

Tablo 11'de gösterilmiş gibi makalelerinde kullanılan kaynakları kelime sayısı ve makale ve alıntı sayları incelenmiştir. En çok 4975 adet alıntı bulunan makale sayısı 8 adet olup kullanılan kelimesi "applied energy' ve toplam 7 adaet bağlantı bulunmaktadır.

En düşük alıntı bulunan 2 adet makalelerin kaynak kelimesi ise American Jouournal of Clinical Nutrition olup 973 adet alıntı bulunmakta ve hiç bağlantı bulunmamaktadır.

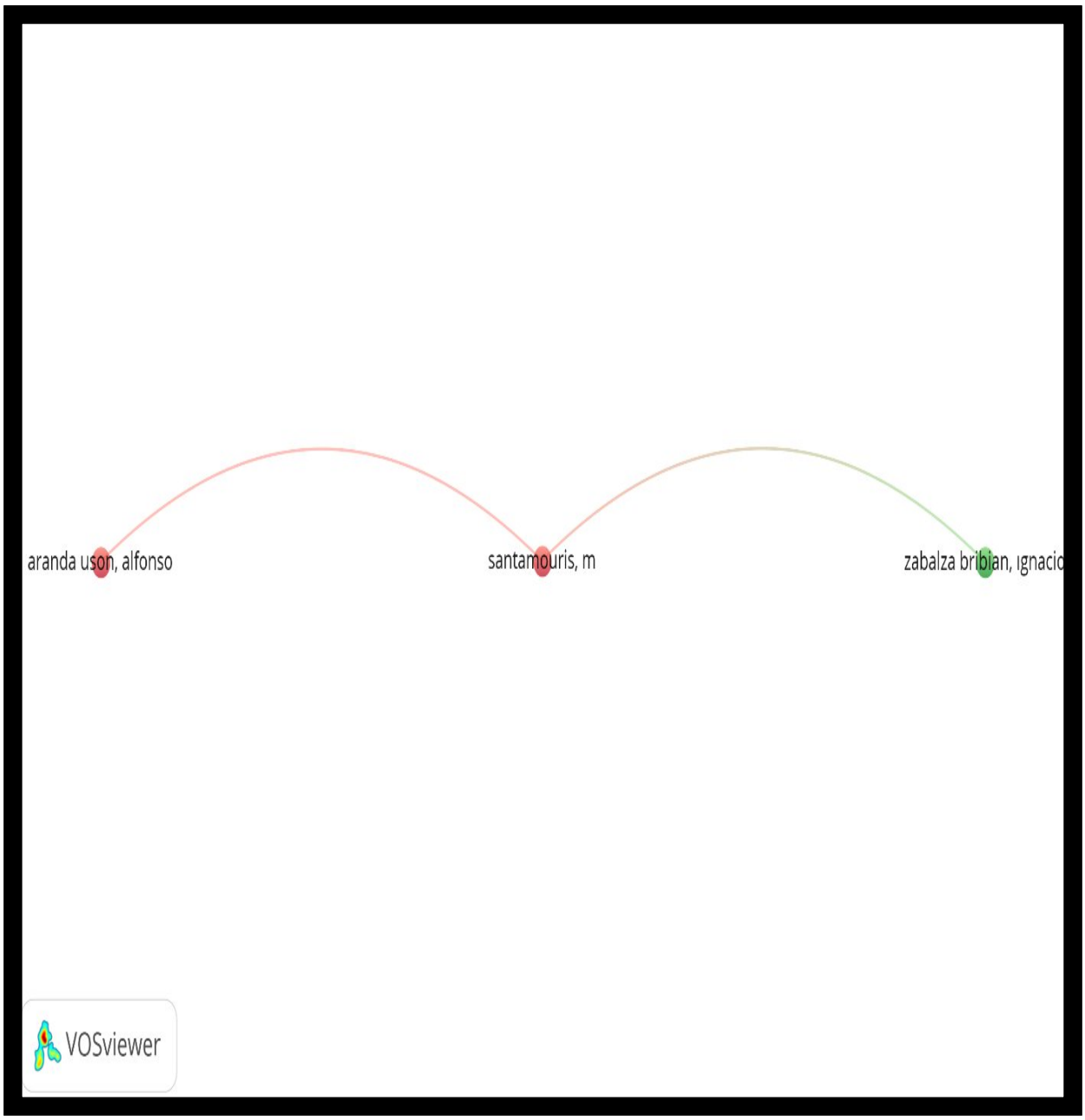
Makale sayısı 2 adet bulunan kaynakları ise IEEE Transaction on smart gird gibi kaynaktan 1721 adet alıntı, American Journal of Clinical Nutrition den toplam 973 adet alıntı, Catalystis Today kaynakların 2381 adet alıntı, Energy Research and Social Science kaynaklarından 1246 adet alıntı, Journal of Cleaner Production kaynaklarından 2219 adet alıntı ve Nuture of Communication kaynaklarından 2301 adet alıntı bulunmaktadır. Kaynakları ile alıntıları arası ilişkileri bağlantıları Tablo 12 de gösterilmiştir.

Tablo 12. Kaynakları kullanılmış yazarlar ve alıntı sayısı

No.	Yazar	Makale	Alıntı	Grup(Cluster)	Ortak Bağlantılı	Toplam Bağlantı/Link etki	Bağımsız Kaynak Grup
1	Luisa F. CABEZA	2	1290		1	2	1
2	M. SANTAMOURIS	2	1040	1	1	2	2
3	Alfonso ARANDA USON	2	1160	1	2	1	2
4	Fatemah JOMEHZADEH	2	1620			1	1
5	S.A. KALOGİROU	2	1430			1	3
6	Payam NEJAT	2	1620			1	1
7	R. SAİDUR	2	1162			1	3
8	Ignacio ZABALZA BRİBİAN	2	1160	1	1	1	2
9	Fariborz HAGHIGHAT	2	894		0	0	4
10	Abedeen Mustafa OMER	2	1548		0	0	5
11	B.J. ROLLS	2	955		0	0	6
12	H. WONG, S. PHİLİP	2	1578		0	0	7

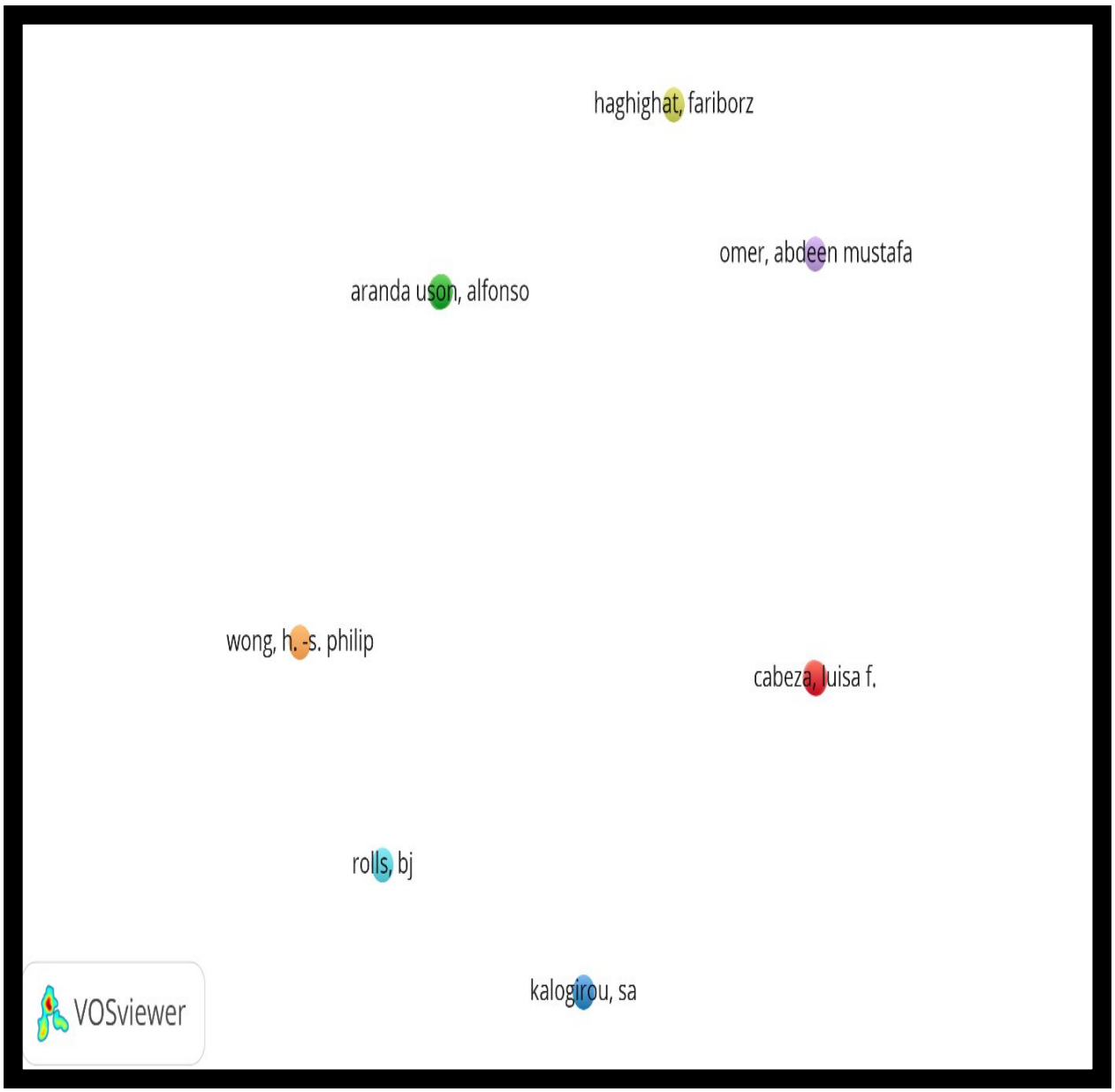
(WoS, 2024)

Tablo 12'de gösterilmiş gibi toplam 12 adet yazar grup bulunmaktadır. Bu durumda 12 yazarı seçilmiştir. Bu 12 yazarın her birinde, alıntıların bağlantısı ve diğer yazarların toplam etkileri hesaplanmaktadır. Yazarların en yüksek bağlantıları hesaplanacaktır. Yazarların listesi Tablo 12.de belirlemiştir. 12 yazarın bazen kişilerinde toplam 3 yazarın geniş kapsamında bir birey ile Şekil 14.a de gösterilmiş gibi bağlantı bulunmaktadır



Şekil 14.a. Alıntılara bağlı olarak ortak yazarları
(WoS, 2024)

Şekil 14.a'da gösterilmiş gibi 3 adet yazar grubun ortaklık bulunmaktadır. Bu 3 yazarın 2 grup ve 2 bağlantısı vardır. Bağımsız yazarları ile alıntı arasındaki ilişkiler Şekil 14.b de gösterilmiştir. Genelde tüm yazarlar bağımsızdır. 12 bağımsız yazarın 7 grup ve 5 bağlantı bulunmaktadır.



Şekil 14.b. Bağımsız yazarlar ile Alıntılar arasındaki ilişkileri
(WoS, 2024)

Şekil 14.b de gösterilmiş gibi 7 grubun bulunmaktadır. Bağımsız kaynak gruplarından grup 1 de Luisa F. CABEZA, Fatemah JOMEHZADEH ve Payam NEJAT gibi grup 1 de ortalama 2 adet makale bulunmaktadır. Grup 2 de M. SANTAMOURIS, Alfonso ARANDA USON ve Ignacio ZABALZA BRİBİAN gibi yazar ortakların ortalama 2 adet makale bulunmaktadır. Grup 3'te S.A. KALOGİROU ve R. SAİDUR gibi ortak yazarların ortalama 2 adet makale bulunmaktadır ve kalan Grup 4, Grup 5, Grup 6 ve Grup 7 gibi ortaklarında ortalama 2 adet makale bulunmaktadır.

1.2.5.3. Alıntı ve Kurumlar arasındaki ilişki

Bu çalışmada toplam 153 kurum ve 6 adet eşik bulunmaktadır. Her bir kurumun en az 3 adet makale üzerinde değerlendirmektedir. 6 adet kurum veya kuruluş seçilmiştir. Bu 6 adet kurum veya kuruluş seçilmiştir. Bu kuruluşların her biri bir biriyle bağlı değildir. Alıntılı linkleri ile diğer kurumların toplam etkileri hesaplanmıştır. Kuruluşları ile en geniş toplam bağlantı etkileri seçilecektir. Tablo 13'de gösterilmiş gibi en geniş bağlantı 3 kurum /kuruluş bulunmaktadır.

Tablo 13. Alıntı ile kurumlar arasında ilişkili 6 kurum

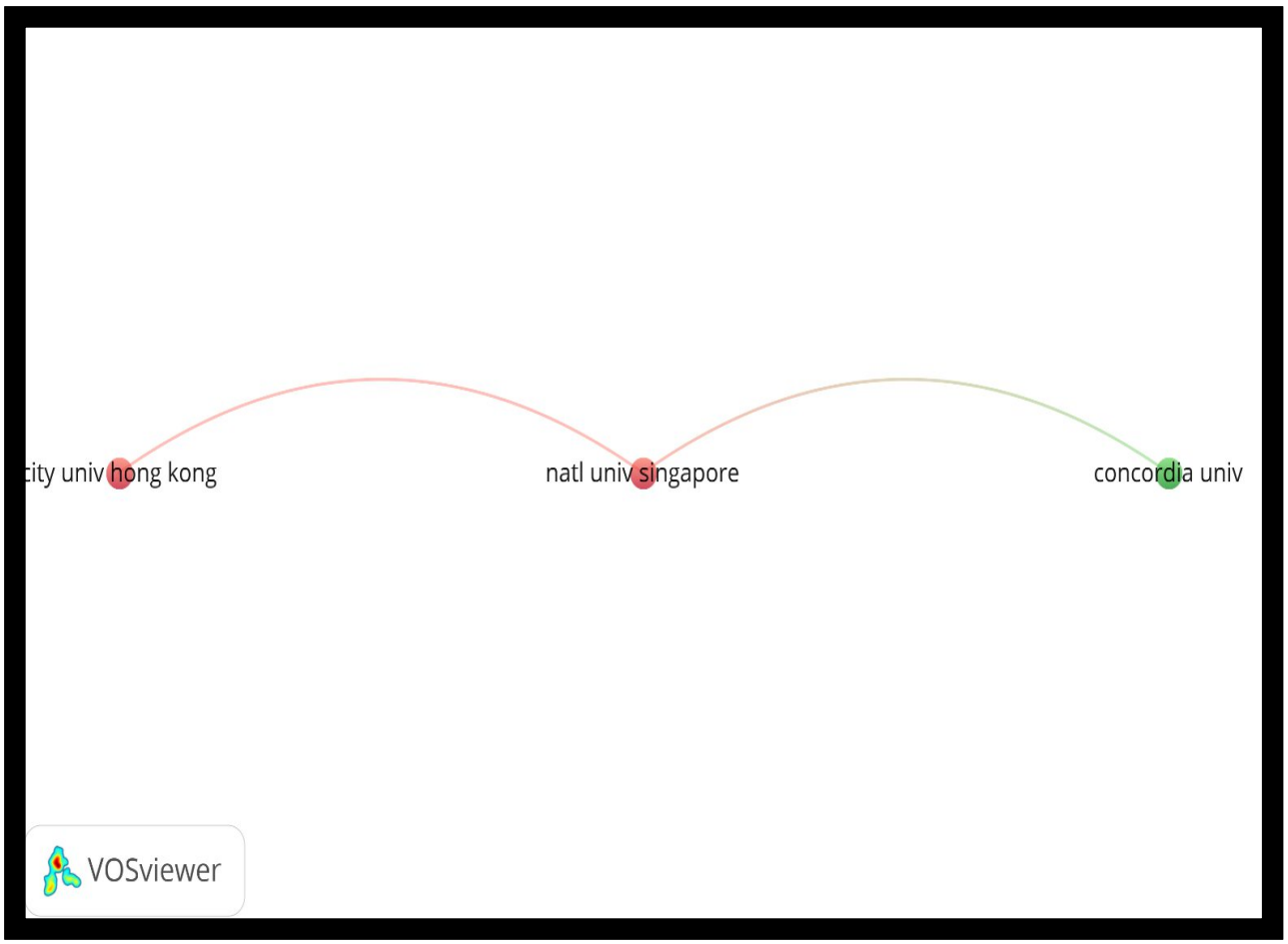
No.	Kurum/Kuruluş	Makale	Alıntı	Toplam Bağlantı/Link etki
1	National University of Singapore	3	1593	2
2	Hongkong City University	3	1722	1
3	Concordia University	3	1358	1
4	Penn State University	3	3790	0
5	Stanford University	3	2012	0
6	Tsinghua University	3	1656	0

(WoS, 2024)

Tablo 13'te gösterilmiş gibi Alıntı ve Kurum veya kuruluşların arası ilişkilerinde 6 adet bağlantı bulunmaktadır. National University of Singapore gibi kurumlarında 3 adet ortak makale 1593 adet alıntı ve toplam 2 bağlantı, Hongkong City University gibi kurumlarında 3 adet ortak makale 1722 adet alıntı ve tek bağlantı, Concordia University gibi kurumlarında 3 adet ortak makale 1358 alıntı ve toplam bir bağlantı bulunmaktadır.

Penn State University gibi kurumlarında toplam 3780 alıntı ve 3 adet ortak makale, Stanford University gibi kurumlarında 2012 adet alıntı ve 3 adet makale ve Tsinghua University gibi kurumlarında toplam 1656 adet alıntı ve 3 adet makale bulunmaktadır.

Kurum veya kuruluşların ortak makalelerin alıntıları ve kaynakların arası ilişkileri Şekil 15.a. da gösterilmiştir.



Şekil 15.a. Kurumlar ve alıntılı kaynakları arasında bağlantılı ilişkileri gösteren şekili
(WoS, 2024)

Şekil 15.a.'da bağlantıları ile ilgili kurumların ortak makalelerinde bulunan alıntıları ve kaynakları arası bağlantılarında, 3 kurumun 2 adet bağlantı ve 2 grup bulunmakta olup Tablo 14'te gösterilmiştir.

Tablo 14. Alıntı ile kurumlar arasında bağlantılı ilişkili 3 kurum

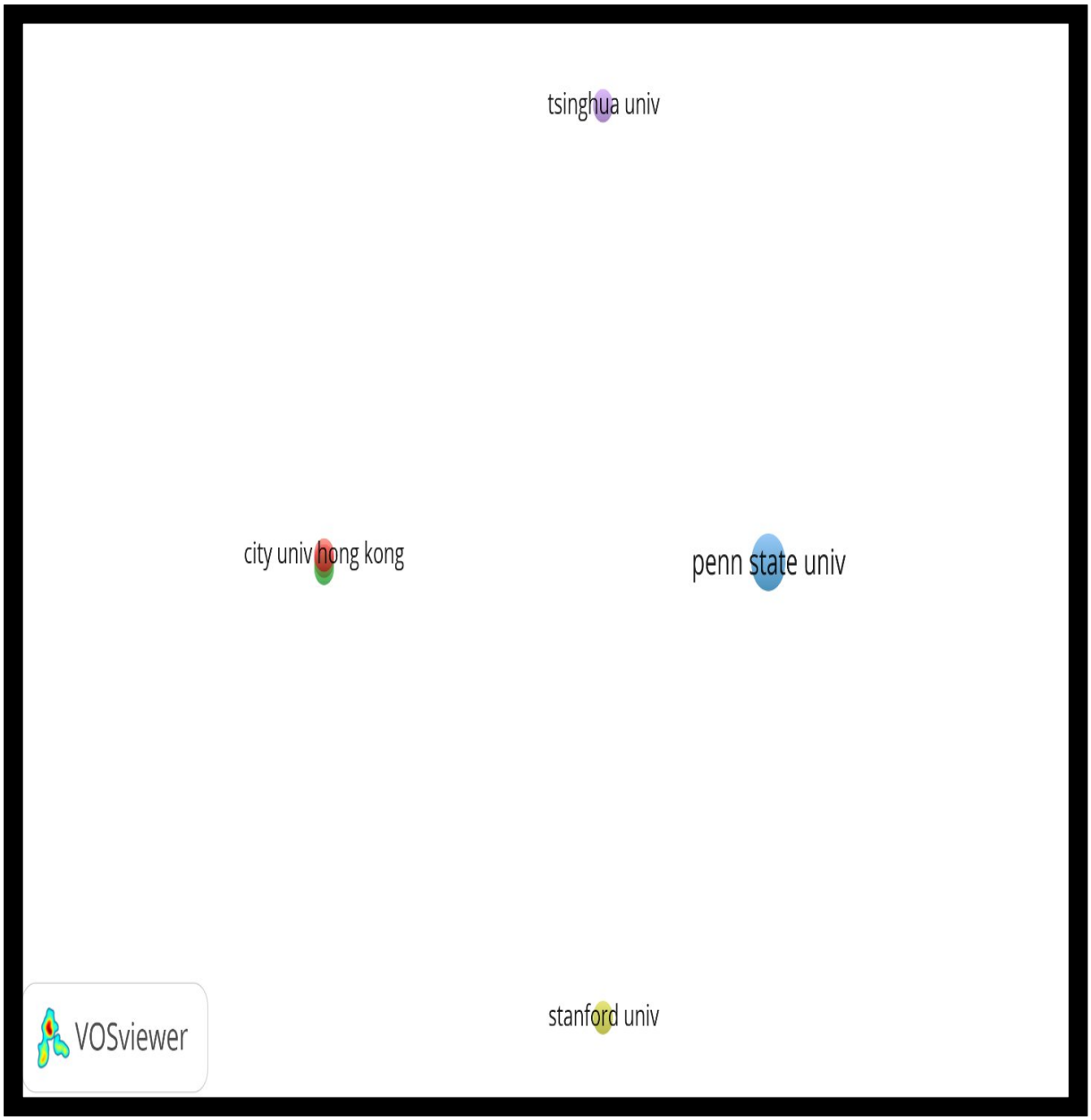
No	Grup No. (Cluster)	Toplam Bağlantı Link	Kurumlar
1	1	2	National University of Singapore
2	2	1	Concordia University
3	1	1	Hongkong City University

(WoS, 2024)

Tablo 14'te gösterilmiş gibi kurumların arası bağlantıları aşağıdaki gibi belirlemiştir.

Grup 1 de National University of Singapore gibi kurumun 2 adet bağlantı link bulunmakta olup Hongkong City University gibi kurumlarında sadece 1 adet bağlantı bulunmaktadır. Grup 2 de Concordia University gibi kurumlarında sadece tek bir bağlantı bulunmaktadır.

Bağımsız kurumları ile alıntıların arası ilişkileri Şekil 15.b. de gösterilmiştir.



Şekil 15.b. Bağımsız Kurum/Kuruluşlar ile Alıntılar arası ilişki
(WoS, 2024)

Şekil 15.b. de gösterilmiş gibi bağımsız kurumlar ve alıntıları ile alıntıları arası ilişkileri incelemesinde toplam toplam 5 grup ve 2 bağlantı bulunmaktadır.

Bağımsız kurumların ve alıntıların arası ilişkileri Tablo 15'te gösterilmiştir.

Tablo 15. Bağımsız ilişkili kurumlar ve Alıntıları

No	Grup No.	Toplam Bağlantı Link	Kurumlar
1	5	0	Tsinghua University
2	2	1	Concordia University
3	1	1	Hongkong City University, National University of Singapore
4	3	0	Penn State University
5	4	0	Stanford University

(WoS, 2024)

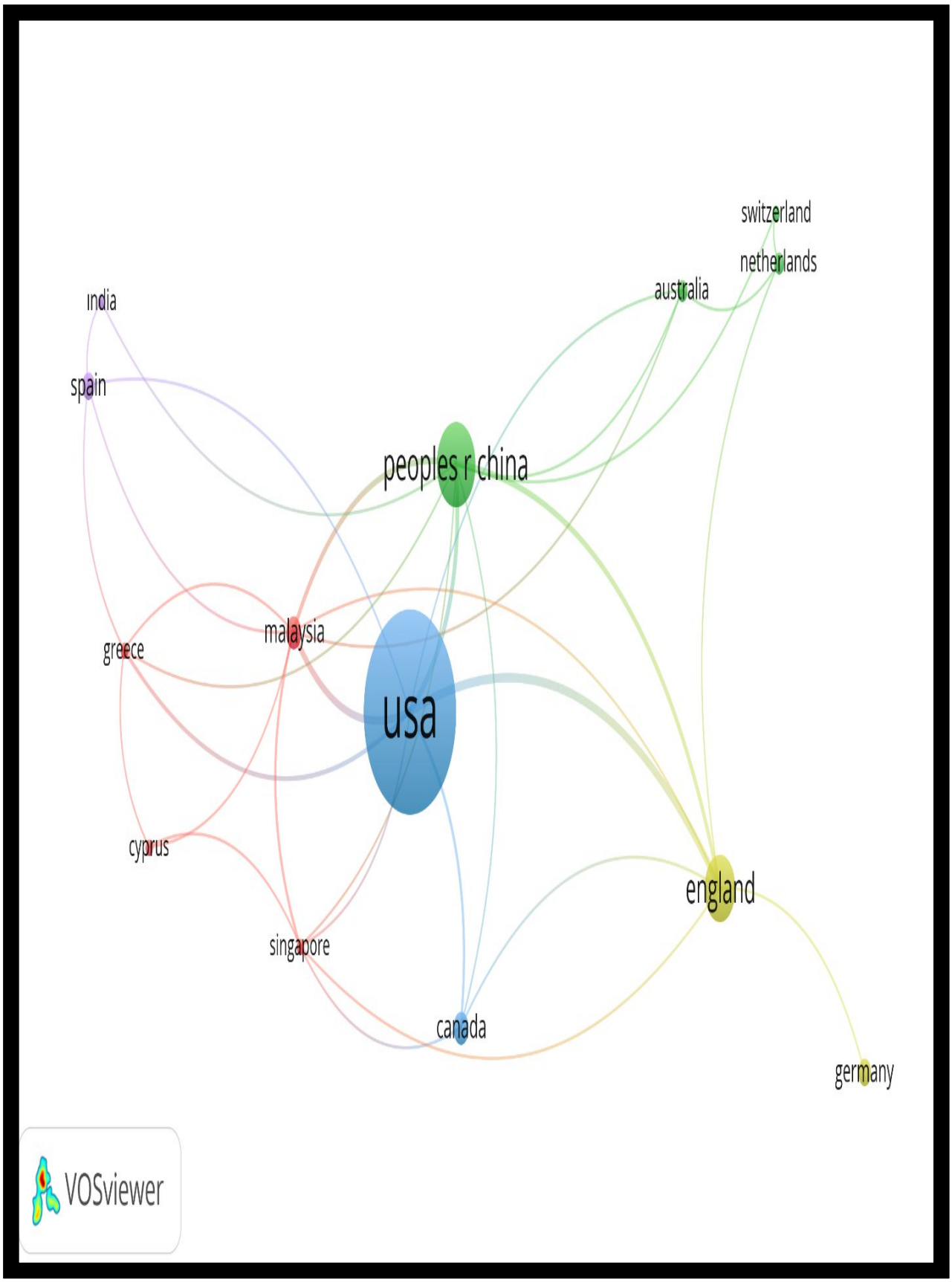
1.2.5.4. Ülkeler ve Alıntılar arasında Analiz Tipi

Bu çalışmada, bir ülkenin en az 5 adet makale inceleme yapılırken toplam 34 ülkenin 7 adet eşik buluşmakta olduğu bulunmaktadır. 3 adet dokümanı incelerken toplam 14 eşik bulunmaktadır. Bu durumda 14 ülke seçilmiştir. 14 ülkenin her birinin alıntı olarak bağlantılı toplam etki ve buna bağlı diğer ülkeler hesaplanacaktır.

Bu 14 ülkenin toplam 5 grup, 33 bağlantı, toplam bağlantı etkisi 50 olarak şekil 14.de gösterilmiştir. Ülkeleri bağlantı grupları tablo 13.de gösterilmiştir.

Grup 1'de toplam 4 ülke, Kıbrıs, Yunanistan, Singapur ve Malezya gibi 4 ülke bulunmaktadır.

Kıbrıs, Yunanistan ve Singapur gibi ülkelerinde toplam 3 adet makale bulunup, Malezya ise 6 adet makale, 8 bağlantı ve toplam bağlantı etkisini Şekil 16'da gösterilmiştir.



Şekil 16. Ülkeleri ile Alıntı arası analizi gösteren şekli
(WoS, 2024)

Şekil 16'te Ülkeleri ile kaynakların alıntıların arası analizini incelemesinde toplam 14 ülke bulunmaktadır. Ülkelerin kaynakların alıntı ve ülkelerin arasın ilişkilerini Tablo 16'da gçsterilmiştir.

Tablo 16. Ülkeleri ile alıntılar arasındaki bağlantısı ve makale sayısını gösteren tablosu

No.	Ülkeler	Makale	Grup(Cluster)	Bağlantı (Link)	Toplam Bağlantı/Link etki
1	Kibris	3	1	3	3
2	Yunanistan	3	1	5	6
3	Malezya	6	1	8	14
4	Singapur	3	1	6	7
5	Avustralya	4	2	4	4
6	Hollanda	4	2	3	3
7	Çin	15	2	9	16
8	İsviçre	3	2	2	2
9	Kanada	6	3	4	5
10	ABD	36	3	8	20
11	İngilterre	12	4	1	1
12	Almanya	5	4	7	13
13	Hindistan	3	5	2	2
14	İspanya	5	5	4	4

(WoS, 2024)

Tablo 16 da gösterilmiş gibi ülkeleri ile makale bağlantıların arası ilişkileri aşağıdaki gibi 5 grup olarak ayrılmıştır.

Grup 1 de Kıbris, Yunanistan, Malezya, Singapore gibi ülkeleri bulunmaktadır. Bu ülketinden sadece malezyada 6 adet ortak makale 8 adet bağlantı bulunmak olup diğer ülkelerinde 3'şer adet makale bulunmaktadır.

Grup 2'de Avustralya, Hollanda, Çin ve İsviçre gibi 4 ülke bulunmakta olup en yüksek makale sayısı Çin olup toplam 15 makale, 9 bağlantı link, toplam bağlantı etkisi 16 olmaktadır.

Grup 3te ABD ve Kanada olup, Kanada'nın makale sayısı 6, bağlantı 4 ve toplam bağlantı etkisi 5, ABD ise toplam makale sayısı 36 bulunup, 8 bağlantı ve toplam bağlantı etkisi 20, İngilterre ise toplam makale sayısı 12, bağlantı ve toplam bağlantı etkisi 1 bulunmaktadır.

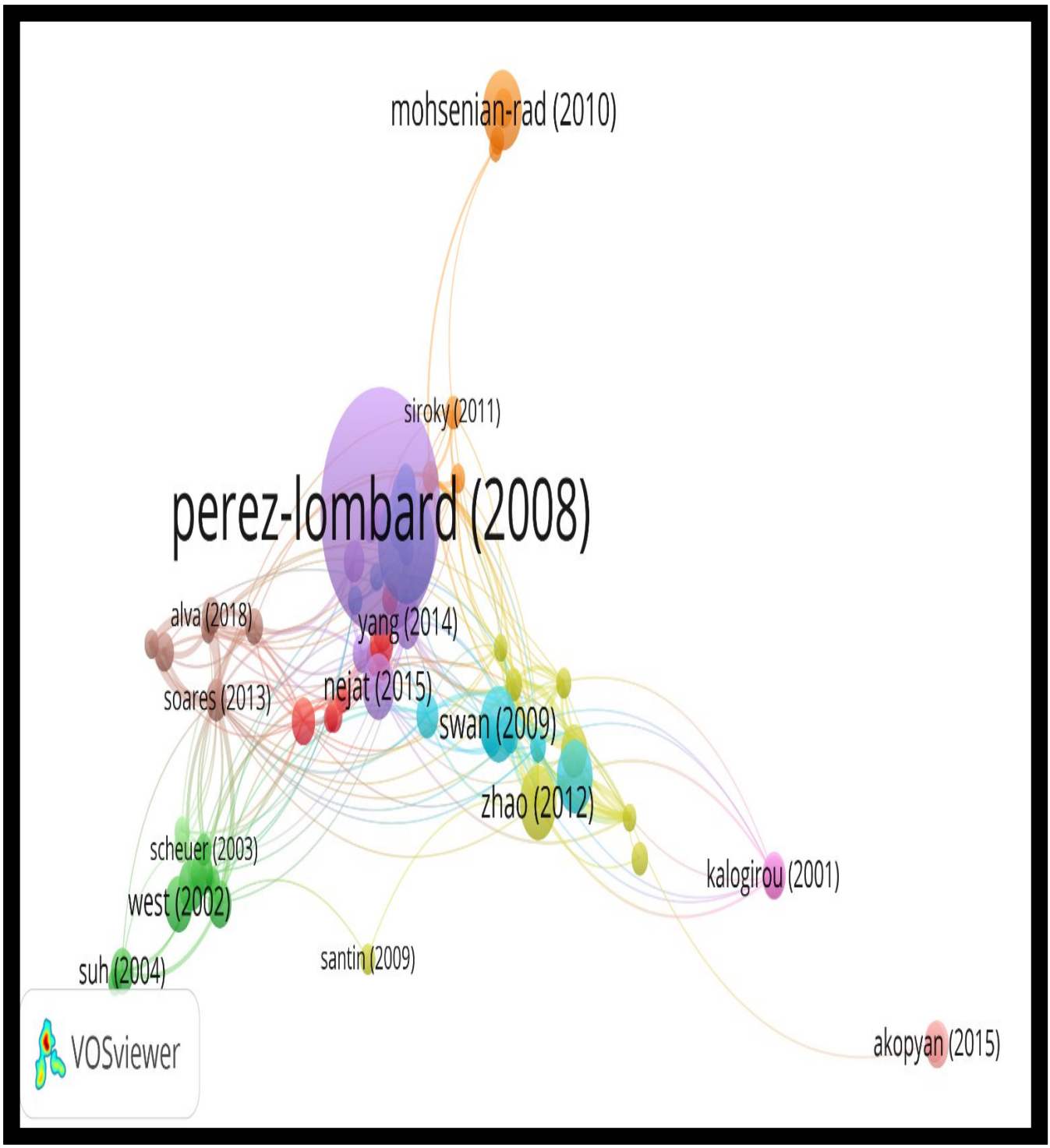
Grup 4 te, Almaya ve İngilterre, Grup 5 te ise Hindistan ve İspanya bulunmaktadır.

1.2.5.5. Bibliyografik Bağlanma Analiz Tipi

Bu tip analizinde 5 madde üzerinde incelemektedir.

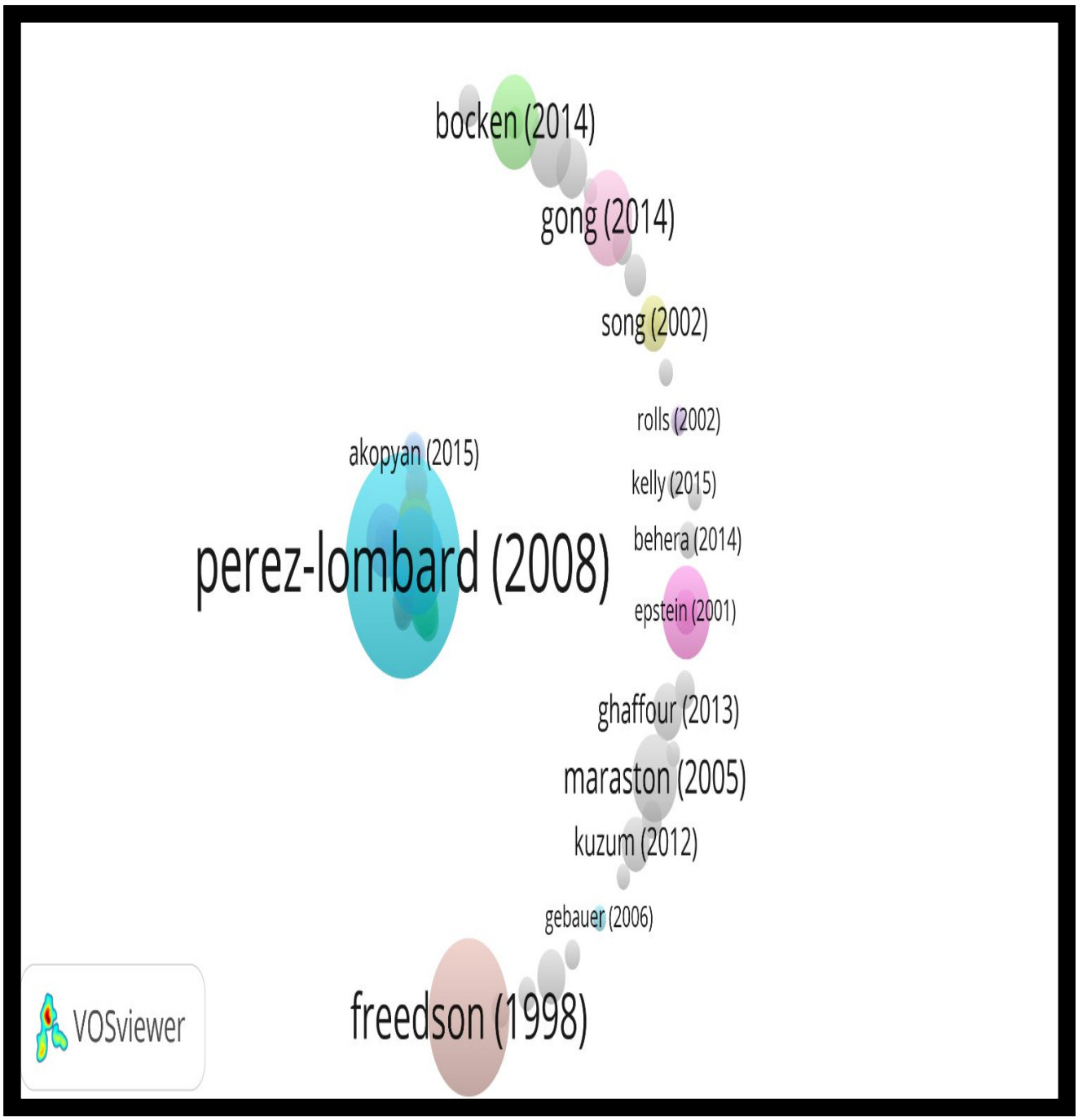
1. Makale
2. Kaynak
3. Yazar
4. Kurum
5. Ülke

Bibliyografik bağlama ile Makale arasındaki analizi çalışmasında hiç alıntı yokken toplam 100 adet makale ve 100 adet eşik bulunmaktadır. bu 100 adetin, bazen makalelerin bir birileri ile bağlantı yoktur. 66 adet makalenin bibliyografik bağlantı olan makaleleri Şekil 17 te gösterilmiştir. Bağlantılı makalelerin 11 grup, 250 bağlantı ve toplam bağlantı etkisi 865 bulunmaktadır.



Şekil 17. Bibliyografik bağlanma ve Makale arasındaki ilişkisi
(WoS, 2024)

Şekil 17'te Makaleleri ile bibliyografik bağlamındaki ilişkilerine gösterilmiştir. Makalelerin yayın yıllarına belirlemiştir. Ortak makale yazarları ile bibliyo grafik bağlamındali ilişkilerine Şekil 18'da gösterilmiştir.



Şekil 18. Bağımsız yazarların makaleleri ile bibliyografik bağlanmaların arasındaki ilişkisi (WoS, 2024)

Bağımsız yazarların makaleleri ile bibliyografik bağlanma arasındaki ilişki ise şekil 18.'da gösterilmektedir. Bu 100 adet makalenin 36 grup, 256 bağlantı ve toplam bağlantı etkisi 874 bulunmaktadır.

Bibliyografik bağlanma ile kaynakların arasındaki ilişkisine incelemesinde bir kaynaktan minimum 5 adet makale üzerinde incelerken toplam 42 kaynak ve 4 adet eşik buluştuğu

gözükmektedir. Bu seçilen 4 adet makalesinde makaleler bir bire bağlantı olmayanlarda bulunmaktadır. Bibliyografik bağlanma ile kaynakların arasındaki toplam bağlantı etkisine hesaplanacaktır. Kaynakları Tablo 17'da, gösterilmiştir

Tablo 17. Kaynakları ile Bibliyografik Bağlanma arası İlişki

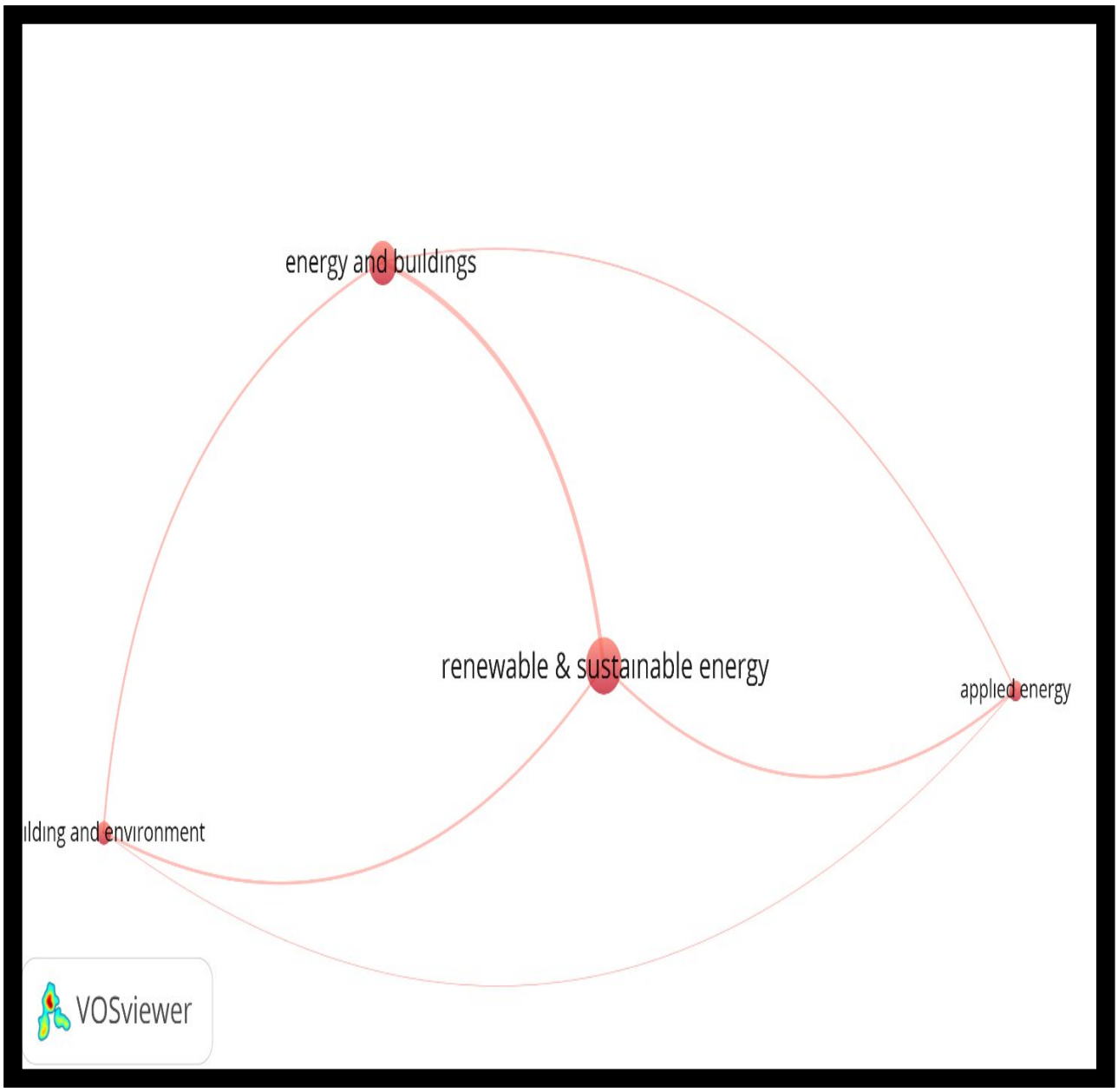
No.	Kaynak	Makale	Alıntı	Toplam Bağlantı/Link etki
1	Renewable & Sustainable Energy Review	22	15455	383
2	Energy and Building	17	12727	332
3	Building and Enviroment	9	4604	148
4	Applied Energy	8	4975	115

(WoS, 2024)

Tablo 17'de gösterilmiş gibi kaynakların bibliyografik bağlamında arası ilişkileri aşağıdaki gibi incelenmiştir.

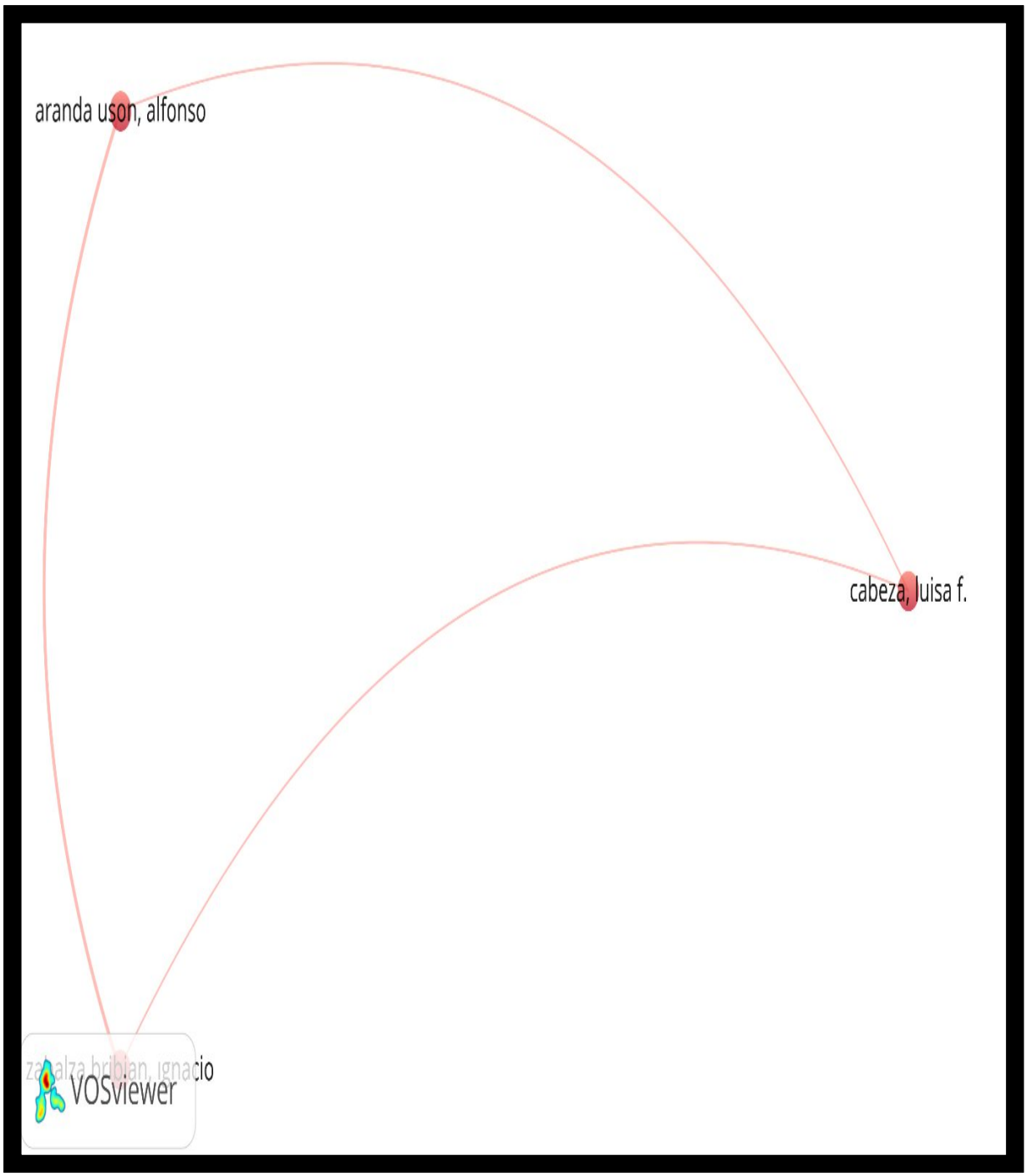
1. Renewable & Sustainable Energy Review adlı kaynağın toplam 383 bağlantı etkisi, 15455 adet alıntı ve 22 ortak makale bulunmaktadır.
2. Energy and Building adlı kaynaklarında toplam 17 adet makale, 12727 adet alıntı ve toplam 332 bağlantı etki bulunmaktadır.
3. Building and Enviroment adlı kaynaklarından 9 adet makale, 4604 adet alıntı ve 148 adet toplam bağlantı etkisi bulunmaktadır
4. Applied Energy adlı kaynaklarından 8 adet makale, 4975 adet alıntı ve toplam 115 adet bağlantı etkisi bulunmaktadır.

Kaynakları ile bibliyometrik birleşimlerin arası bağlantıları Şekil 19 de gösterilmiştir.
toplan bağlantı etkisi ve son olarak Applied energy kaynağın toplam 8 adet makale, 3 bağlantı ve 115 toplam bağlantı etkisi bulunmaktadır.



Şekil 19. Kaynakları ile Bibliyografik Birleşimlerin arası ilişkileri gösteren şekil (WoS, 2024)

Şekil 19de gösterilmiş gibi toplam 4 adet kaynakların arası bağlantı detayları gösterilmiştir. Daha sonra, Yazarları ile bibliyografik bağlanma arasındaki ilişkisinde bir yazarın en az 2 adet makale üzerinden incelerken toplam 404 yazar ve 12 eşik buluştuğu gözükmektedir. Bu seçilen 12 yazarların 3 kişi de bağlantı bulunup diğer yazarı ise bir birileri ile bağlantı bulunmaktadır. Yazarları ile bibliyometrik bağlamların arası ilişkileri Şekil 20 de gösterilmiştir.



Şekil 20. Bibliyografik bağlanma ile yazarları (bağlı) arası ilişiki
(WoS, 2024)

Şekil 20 da gösterilmiş gibi 3 yazarın bağlantıları incelemesinde toplam 140 bağlantı etkisi bulunmaktadır

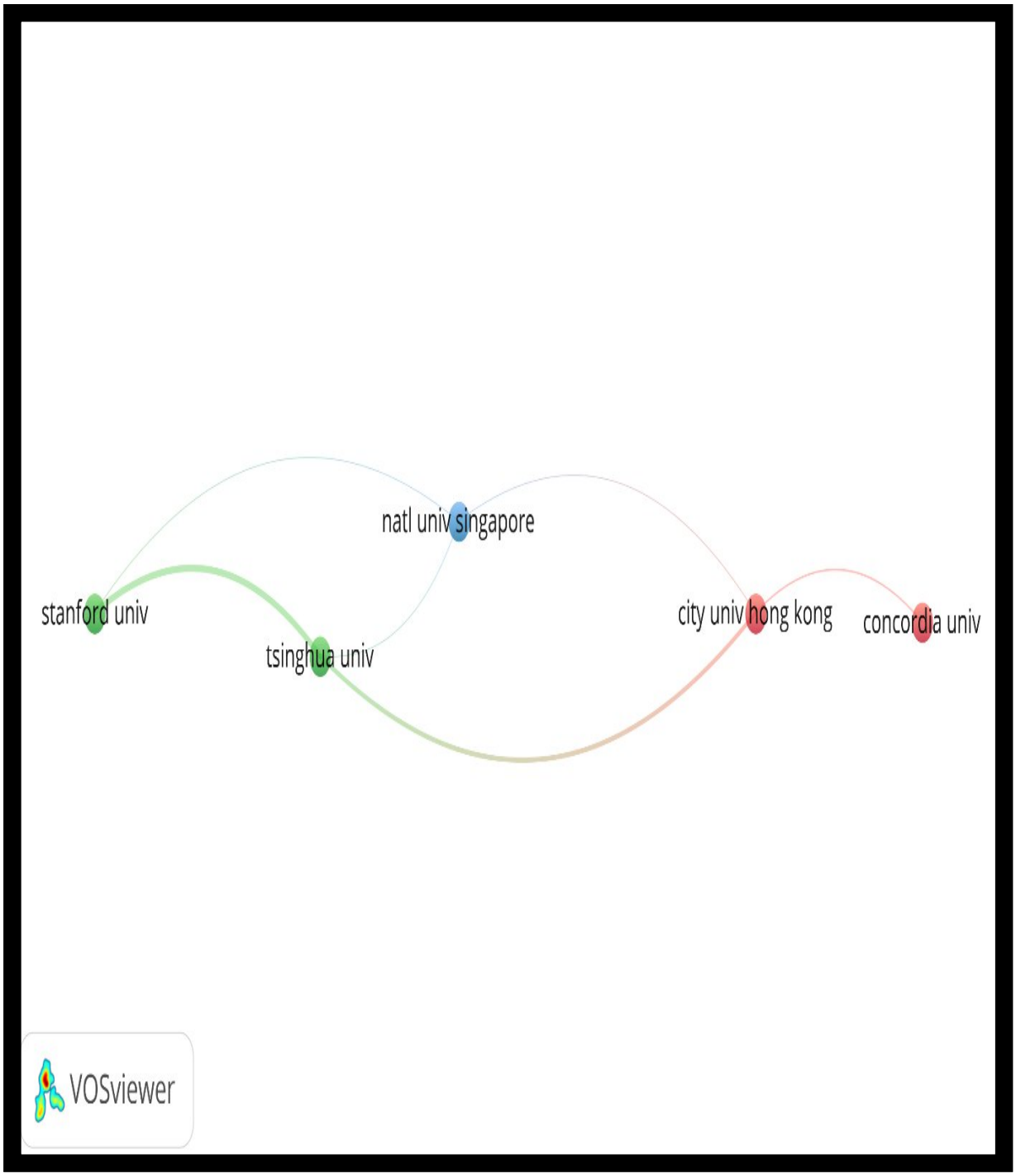
Bu çalışmada bulunan 3 yazarın bağlantıları Şekil 20 de, bir grup bulunup toplam 3 bağlantı, 140 toplan etki bulunmakta olup ve tüm yazarları Şekil 21'de gösterilmiştir.

Bu yazarların toplam 2 adet makale, 3 bağlantı ve 1 grupta buluşup, Aranda Uson, Alfonso ve Zabalza Bribian, İgnacio'nun toplam bağlantı etkisi 118, Cabeza Luisa, F. İse 44 toplam bağlantı etki bulunmakta olup Şekil 21'de gibi incelenmiştir.

Şekil 21. Bağımsız yazarların bibliyografik bağlanma ilişkisi
(WoS, 2024)

Kurumları ile arasındaki ilişkileri incelerken en az 3 makale seçilmiştir ve toplam 153 kurumun 6 adet eşik buluştuğu görünmüştür. Bu seçilen 6 kurumun her biri bir birileri ile

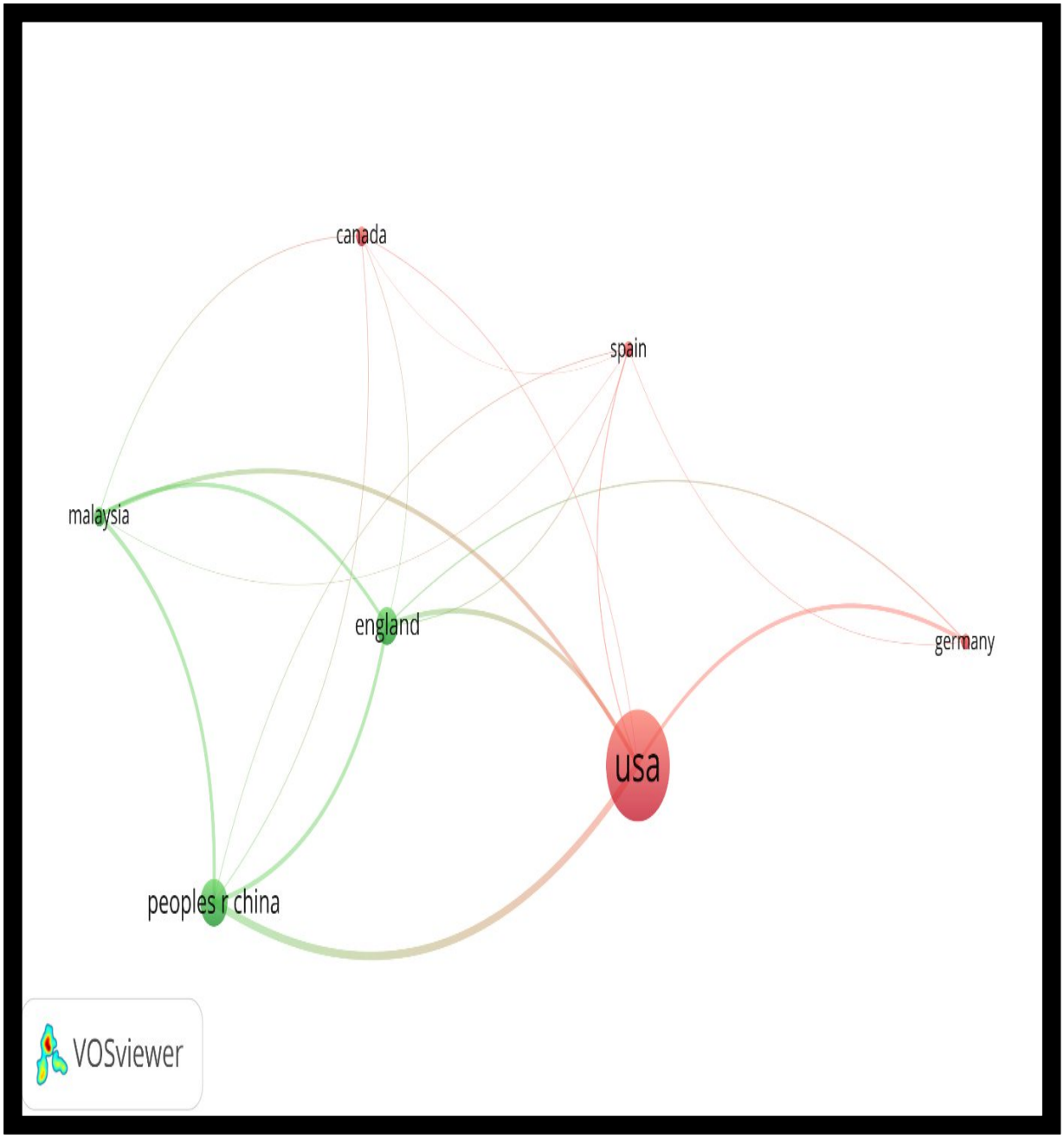
bağlı değildir. Toplam bağlantı etkisini hesaplanacaktır. 5 kurumun bağlantıları Şekil 22'de gösterilmiştir.



Şekil 22. Kurumları ile bibliyografik bağlanma arası ilişki
(WoS, 2024)

Bu bağlantı çalışan 5 kurumun 3 grup ve 6 bağlantı ve toplam bağlantı etkisi 66 bulunmaktadır.

Son olarak, bibliyografik bağlanma ve ülkelerin arası ilişkileri araştırmasında, bir ülkenin en az 5 makale üzerinden incelemesinin sonucu 34 ülkenin 7 adet eşik buluştuğu gözükmektedir. Bu seçilen 7 ülke bir birileri bağlı değildir ve Şekil 23'teki gibi incelenmiştir. .



Şekil 23. Bibliyografik bağlanma ile Ülkelerin arası ilişkisi
(WoS, 2024)

Şekil 23'te gösterilmiş gibi 7 ülkenin bibliyografik bağlamında bir birileri ile ilişkilerine gösterilmiştir. Ülkelerin bibliyografik bağlamında birden fazla bağlantılı olduğu tespit edilmiştir.

Bibliyografik bağlamında ülkelerin arası bağlantılı olan makale sayıları Tablo 18'deki gibi incelenmiştir.

Tablo 18. Bibliyografik bağlama ve Ülkelerin arasındaki makale sayıları

No.	Ülke	Makale	Alıntı	Toplam Bağlantı/Link etki
1	ABD	36	26419	1104
2	Çin	15	8702	963
3	İngilterre	12	11378	594
4	Malezya	6	3745	552
5	Almanya	5	4355	180
6	İspanya	5	6410	55
7	Kanada	6	4582	40

(WoS, 2024)

Tablo 18'de gösterilmiş gibi bibliyografik bağlamında ülkeleri arası bağlantı ve ve en yüksek alıntıları ABD de bulunmakta olup, toplam 36 makale ve 26419 alıntı, toplam 1104 bağlantı etkisi bulunmaktadır. Ülkelerin arası bağlantıları Tablo 19 da gösterilmiştir. toplam 2 grup tablo 19 da gösterilmiş gibi 18 bağlantı ve toplam etki 1744 olarak bulunmaktadır.

Tablo 19. Ülkelerin Grup ve Bağlantıları

No.	Ülke	Grup/Cluster	Bağlantı (Link)	Toplam Bağlantı/Link etki	Makale sayısı
1	ABD	1	6	1104	36
2	Çin	2	5	963	15
3	İngilterre	2	6	594	12
4	Malezya	2	5	552	6
5	Almanya	1	3	180	5
6	İspanya	1	6	55	5
7	Kanada	1	5	40	6

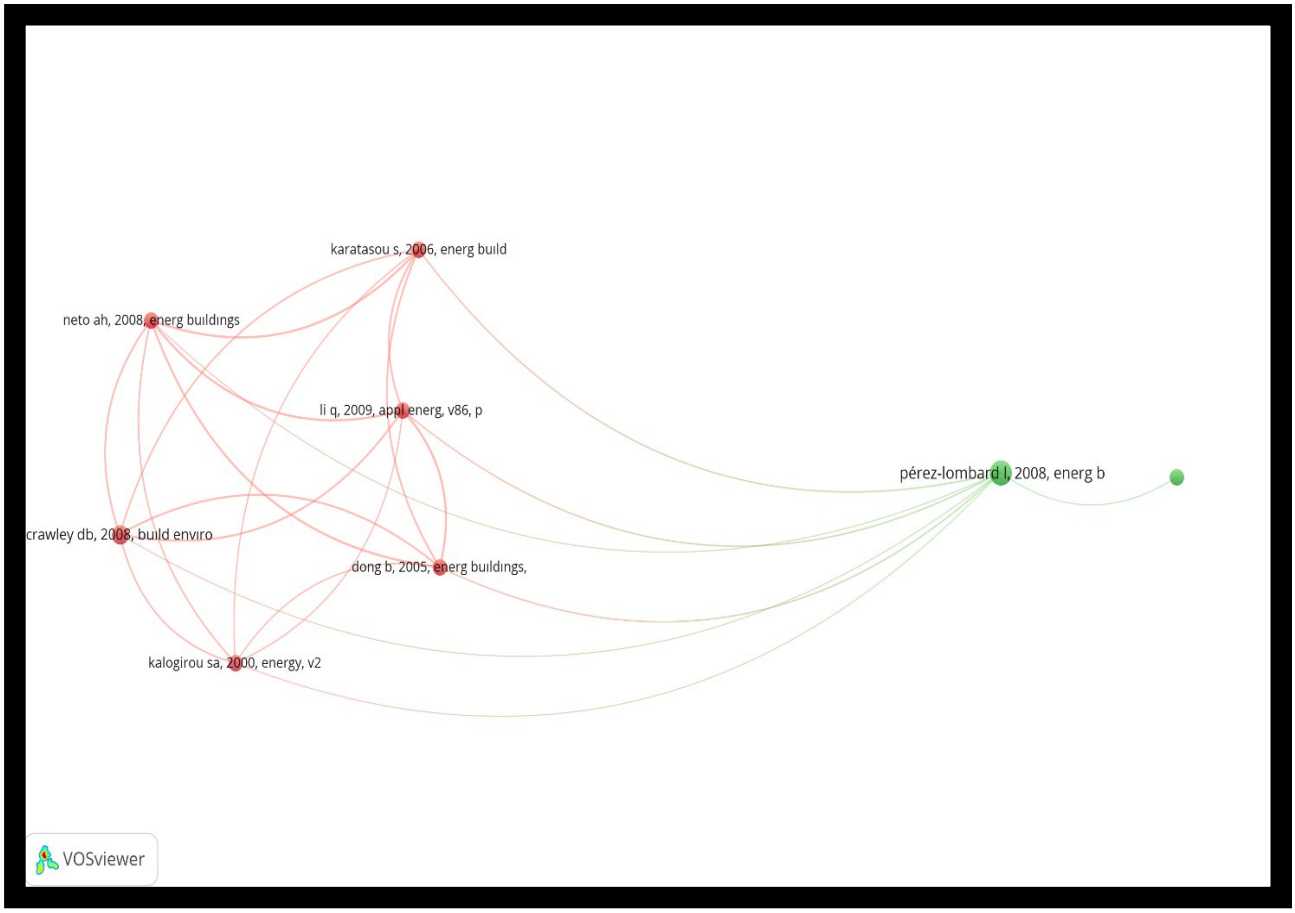
(WoS, 2024)

Tablo 19da gösterilmiş gibi 2 grup bağlantı görünmektedir. Grup 1 de ABD, Almanya, İspanya ve Kanada bulunmaktadır ve Grup 2 de Çin, İngilterre ve Malezya gibi ülkeleri bulunmaktadır.

11.2.6. Ortak Alıntıların Analizi

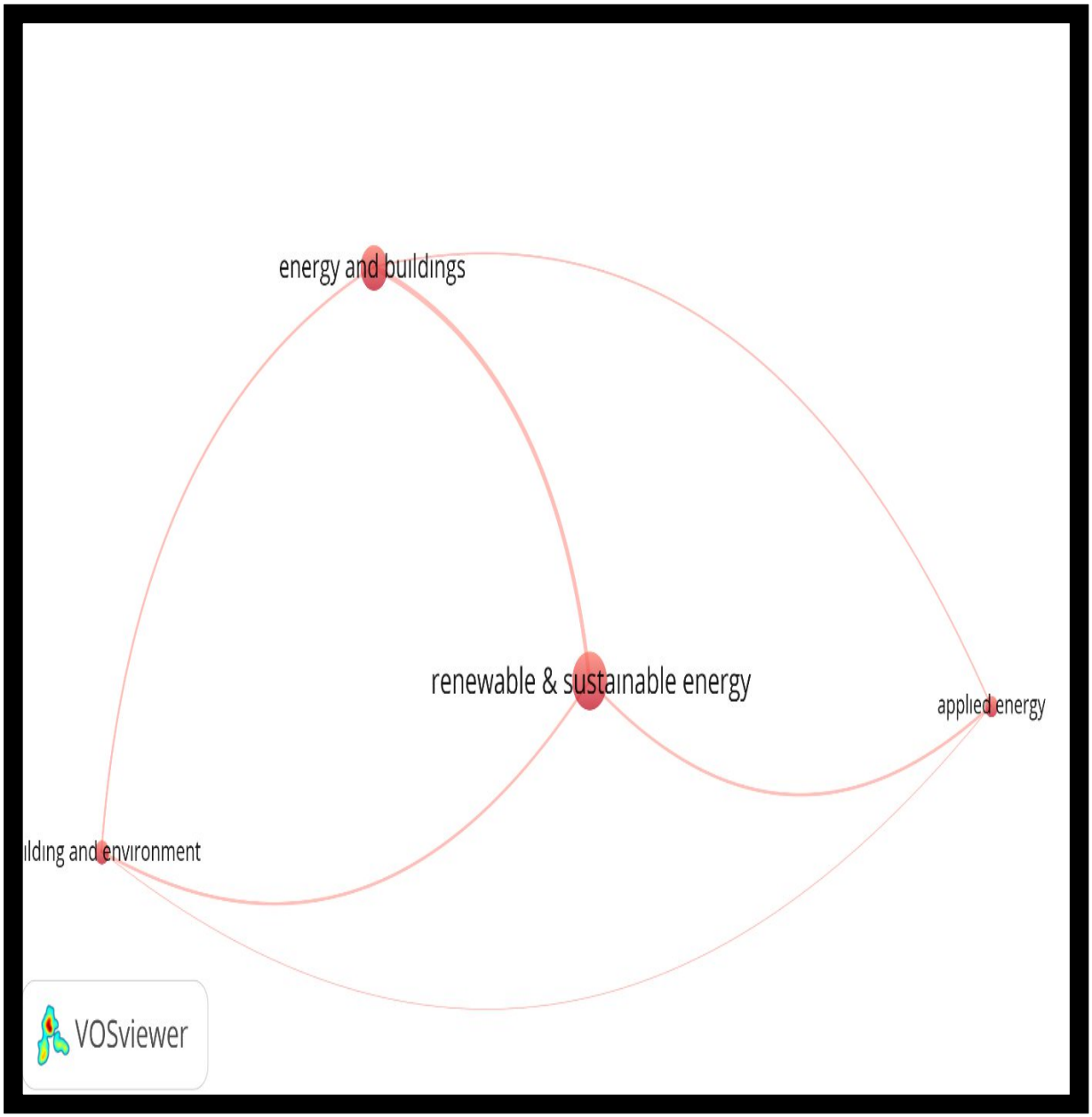
Ortak alıntıları referans, kaynak ve yazarların üzerinden analizi yapılacaktır. Bu çalışmada, öncelikle referans olarak kullanılan alıntıları ile ilgili çalışmasında, en az 6 adet alıntı üzerinden çalışmasında alıntı olarak kullanılmış toplam 7050 referans bulunmaktadır ve 8 adet eşik buluştuğu görünmektedir. Bu 8 referansını seçilmektedir.

Bu referansların bazen bir birileri bağlı değildir. Referansları ile ilgili Şekil 24 de gösterilmiştir.



Şekil 24. Referans ile alıntı arasın ilişkileri analizi
(WoS, 2024)

Şekil 24 te yazarların kullanmış olduğu makalelerin referansları ile alıntıların arasında analizi incelenmiştir. Bu seçilen 8 referansın toplam 2 grup, 22 bağlantı ve 66 adet toplam bağlantı etki bulunmaktadır. Ortak alıntılarıyla kaynak arasındaki çalışmalarında en az 50 adet kaynak seçilmiştir. Bu durumda toplam 3036 kaynağın 12 adet eşik buluşmaktadır. Seçilen 12 kaynağın bir birileri ile bağlı değildir. Kaynakları ile alıntı arası incelemeleri Şekil 25'te gösterilmiştir.



Şekil 25. Kaynakları ile Alıntı arasındaki ilişki
(WoS, 2024)

Şekil 25'te yazarların kaynakların ve alıntıların arası ilişkileri belirtilmiştir.12 adet kaynak bulunmaktadır. Alıntıları ile kaynakların arası ilişkileri Tablo 20 de gösterilmiştir.

Tablo 20. Alıntıları ilişkisi olan Kaynakların listesi

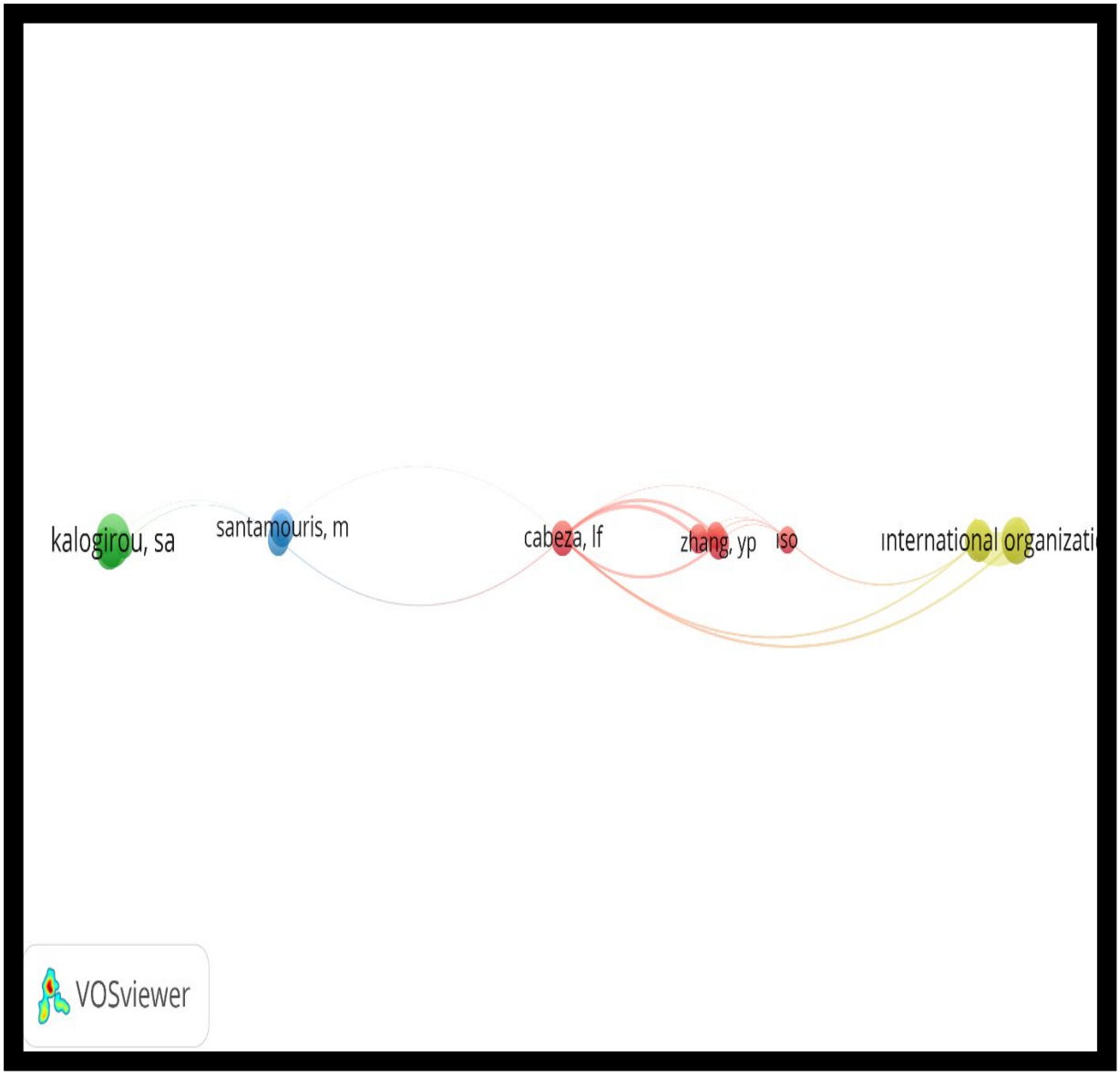
No.	Kaynakları	Grup/Cluster	Alıntı	Bağlantı (Link)	Toplam Bağlantı/Link etki
1	Applied Energy	1	275	10	13452
2	Building and Enviroment	1	273	10	12410
3	Energy and Building	1	639	10	24350
4	Energy Policy	1	164	10	4415
5	Energy	1	123	10	6460
6	Renewable and Sustainable energy	1	278	10	14879
7	Energy Convers management	2	123	10	7843
8	Solar Energy and material	2	66	10	4996
9	Solar Energy	2	107	10	6518
10	J Power Sources	2	54	10	804
11	Renewable Energy	2	83	10	5539
12	Am J Clin Nutr	3	86	0	0

(WoS, 2024)

Tablo 20'de gösterilmiş gibi 12 adet kaynaktan bulunan alıntıların 3 grup ayrılmıştır. Ortak alıntı bağlantıları ile diğer kaynakların toplam etkisine hesaplanacaktır. Kaynak ile en geniş toplam bağlantı etkisine seçilecektir. Bağlantılı 11 kaynak bulunmaktadır. Bu kaynaklar 2 grup, 55 link ve toplam etki 50833 bulunmaktadır. Bağımsız olarak tüm 12 kaynağın 3 grup, 55 bağlantı ve toplam bağlantı etkisi aynısı bulunmaktadır.

Ortak alıntıları ile alıntı yapılmış kaynaklar arasında ilişkiler incelemesinde bir yazarın en az 18 alıntı üzerinde çalışmasında toplam 5175 yazarın 4 adet eşik buluştuğu görünmektedir. Bu çalışmada 12 adet alıntı üzerinde çalışmaktadır, 12 adet alıntıda toplam 15 eşik buluşmuştur.

15 yazar seçilmiştir. Tüm yazarların ortak çalışmalarında bir birileri ile bağlı değildir. Ortak alıntı linklerin toplam etkisi ile diğer yazarları hesaplanacaktır. Yazarları ile en geniş toplam bağlantı etkileri seçilecektir. 14 yazarın ortak çalışmaları Şekil 26'da gibi incelemektedir.



Şekil 26. Alıntı ve ortak alıntı yapılmış yazarların ilişkisi.
(WoS, 2024)

Şekil 26 da gösterilmiş gibi yazarların ortak alıntıları incelenmiştir. İncelemesinde bazen yazarların birden fazla bağlantılı olduğu tespit edilmiştir. Ortak yazarların alıtıları ile ilgili 4 grup bulunmaktadır

Bu grupları aşağıdaki Tablo 21'de gibi gösterilmiştir.

Tablo 21. *Ortak yazarların alıntı*

No.	Yazar	Grup/Cluster	Alıntı	Toplam Bağlantı/Link etki
1	Asdrubali, F.	4	18	268
2	Intern. Organization for standardization	4	20	260
3	Cabeza, IF	1	15	125
4	Kuznik, F.	1	12	118
5	Sari, A.	1	13	107
6	Zhang, YP	1	14	102
7	Li, Q.	2	12	42
8	ISO	1	12	31
9	Kalogirou, SA.	2	23	25
10	Aydınalp, M.	2	12	20
11	Zheng, Y	2	18	18
12	IEA	3	14	17
13	Santamouris, M	3	16	11
14	Oke, Tr	3	12	8
15	Song, CS		12	0

(WoS, 2024)

Bu 15 yazarın toplam 4 grup, 24 link, ve 576 toplam bağlantı etki bulunmaktadır.

Grup 1 de Cabeza, 8 link, 15 alıntı ve 125 toplam bağlantı etkisi, iso ise 5 link, 12 alıntı ve toplam etkisi 31, Kuznik, Sari A., ve Zhang ise 4er link, 12,13,ve 14 alıntı bulunmaktadır.

Grup 2 de Li Q, 12 alıntı, ve 42 bağlantı etkisi bulunmaktadır. Kalogriou SA, 23 alıntı ve 25 bağlantı etkisi bulunmaktadır. Ve Aydınalp M, 12 alıntı ve 20 bağlantı etkisi bulunmaktadır. Zhang Y., 18 alıntı ve 18 adet bağlantı etkisi bulunmaktadır.

Grup 3te IEA, 14 alıntı ve 14 bağlantı etki bulunmaktadır., Santamouris M, 16 adet alıntı ve 11 adet bağlantı etki bulunmaktadır, ve Oke Tr, 12 alıntı ve 8 bağlantı etkisi bulunmaktadır.

Grup 4 te Asdrubali F., 18 alıntı ve 268 bağlantı etkisi bulunmaktadır. Internation Organization for Standard ise 20 alıntı ve 260 bağlantı etkisi bulunmaktadır. Alıntıların ve yazarların bibliyo grafik bağımdaki etkileri Şekil 27'de gösterilmiştir.

Şekil 27. Alıntı ve alıntı yapılmış bağımsız yazarların ilişkisi
(WoS, 2024)

Şekil 27'de gösterilmiş gibi yazarları ile alıntıları arası ilişkileri incelenmiştir. Yazarların grupların arası güçlü bağlantıları tespit edilmiştir.

BÖLÜM 2: DÜNYADAKİ KONUT SEKTÖRÜN ENERJİ TÜKETİMİ

Sanayi sektörü, tarım sektörü ve hizmet sektörü gibi üç sektör kavramında. Enerji tüketimin önemli bir konu olarak görünmekte olduğu gibi dünya çarpında inceleme sonucu olarak konut sektörün enerji tüketimininde önemli olduğunu belirtmektedir.

2.1 Konut sektörün enerji Tüketiminin Dünya Piyasasındaki Etkisi

Dünya enerji tüketimi çok çabuk büyümesi nedenleri ise nüfus çoğalması, iklim değişikliği ve bezer nedenlerinden kaynaklanmaktadır. Enerji tüketimi yükselmesi ile birlikte enerji dağıtım zorlukları, enerji kaynakların tükenmesi ve ağır çevresel etkileri olan ozon tabakalar tükenmesi, küresel ısınma, iklim değişikliği ve benzer konuları bağlı olarak enerji tüketimi yükselmektedir.

Dünya nüfus oranı çok hızlı yükselmesi ile birlikte enerji talepleri gittikçe yükselmekte olup enerji talepleri ve enerji ihtiyaç gibi her ikisi aynı hıza da büyümeye devam etmektedir.

Luis Perez-Lombard, Jose Ortiz ve Christine Pout'un 2008 yılında yayınlanan makalesinde IEA dergisinden alınan verileri göre dünya çarpında konut sektörün enerji tüketimi %16 ile %50 arasında olduğu belirlemiştir. Tablo 1' de gösterilmiş gibi dünyanın toplam enerji tüketimi %31'i ise konut sektöründe bulunmakta olduğu anlatmıştır.

Genel olarak Sudi Arabistan'da ülkesinin toplam enerji tüketimin %50sini konut sektöründe kullanılmaktadır. Türkiye'de ise bu oran %31 olarak belirlemiştir. Enerji verimliliğini belirlemesi, bağlı nem, bağlı nemi ve enerji tasarruf gibi konular enerji tüketimini analiz yapabilmemiz için çok önemli faktörlerinden birilerdir (Perez-Lombard vd., 2008).

Uluslararası enerji ajansı (IEA,2023) dan alınan bilgiyi göre enerji konusunda 1973 yılından daha farklı ve sonunda değişik sonuç görünmektedir. IEA den daha önce alınan bilgilerinde dünya enerji tüketiminde çok korkunç verileri getirilmiş olduğu belirtmektedir. 1984-2004 yılların arasında birincil enerji tüketimi %49, Karbondioksit emisyon % 43 yükselmiş olup dünya enerji tüketimin yıllık ortalaması %2 ile 1,8 arasında büyümektedir (IEA, 2023).

Tahmin etmiş olduğu gibi enerji tüketimini sürekli olarak büyümektedir. IEA'nın 1973-1984 arası yapılan dünya enerji tüketimini tablo 17 de gösterilmektedir (IEA, 2006). Bu enerji tüketimi yükselmesi ülkelerin milli gelirleri etkilemekte olduğu yorumlayabilmektedir (IEA, World Energy Outlook 2006, 2006).

Gelişmiş ülkelerin Gayri Safı Yurtiçi Hâsıla yüksek olduğundan kişi başı milli gelir yüksek olduğunu göre enerji tüketimi ve enerji talebi yüksek olduğunu görünmektedir. Gelişmemiş ülkelerin ise Gayrisafi Yurtiçi Hasıla düşük olduğundan kişi başı düşen milli gelir düşük olup enerji tüketimi çük düşük olduğunu gözükmektedir. 1973-2004 arası dünya enerji tüketimin oranlara Tablo 22'de gösterilmiştir.

Tablo 22. 1973-2004 arası dünya enerji tüketimi ile ilgili küresel enerji tüketimi

No.	Faktör (Parametre)	1973 Yılı	2004 Yılı	Oran (%)
1	Nüfus (Milyon)	3,938	6,352	61,3
2	Gayrisafi Yurtiçi Hasıla (Milyar Dollar-2000 Yılı)	14,451	35,025	142,4
3	kişi başı milli geliri (2000 yılında -Dollar)	3,67	5,514	50,2
4	Birincil Enerji Tüketimi (MTEP)	6,034	11,059	83,3
5	Son Enerji/birincil enerji	4,606	7,644	66
6	Elektrik Enerji (MTEP)	0,76	0,69	-9,4
7	Elektrik enerji/son enerji	525	1,374	161,8
8	Gelişmiş ülkelerinde milli gelir (2000 yılında -Dollar)	0,11	0,18	63,5
9	kişi başı birincil enerji tüketimi (TEP)	1,53	1,77	15,7
10	kişi başı Karbondioksit emisyon (Ton)	3,98	4,18	5

Değerlendirme endeksleri,
Kaynak. Uluslararası Enerji Ajans (IEA)

Tablo 22'de gösterilmiş gibi 10 adet enerji tüketim faktörün parametresi bulunmaktadır. Uluslararası enerji ajansı dan alınan diğer bilgileri göre konut sektörün enerji tüketimi heryıl toplam enerji tüketimin %1 oranında büyümekte olduğu son onyıllarında belirlemektedir.

2022 yılında konut sektörün enerji tüketimi 133EJ a kadar ulaşmıştır. 2022 yıllında Rusya ve Ukrayna savaşından dolayı doğalgaz talebi düşük bulunmuştur. Kış mevsiminde Avrupa ülkelerin Rusya Ukrayna savaşı sebebi ile enerji talebi düşük bulunmakta olduğunu belirtilmiştir.

Doğalgaz talebi ne kadar düşürmüş olsa da dünya çarpında konut sektörün tüketilen enerji talebin %23 doğalgaz olduğunu bilinmektedir. Konut sektörlerin tüketilen enerji talebin üç te biri elektrik enerji ve evsel tüketiminler olan elektrikli ev aletleri, kılımalar, mikrodalga fırınlar, ısıtıcılar, havalandırmalar, fanlar ve süpürgeler, elektrik ocaklar, fırınlar ve benzer elektrikli cihaz ve aletleri konut sektöründe çoğunu kullanılmaktan dolayı elektrik talebi üç te bir olarak görünmüştür.

Daha gelişmiş konutlarında biyoenerji kullanımı talebi %4 bulunmaktadır. Bunun dışında doğrudan kullanabilen enerji çeşitler olan yenilenebilir enerji çeşitlerin; güneş enerji, solar termal ve jeotermal ısınması ve benzer enerji tüketimlerinde %2 talep bulunmaktadır (IEA, 2023).

2.2. Sektörlere göre Dünyadaki konut sektörün Son enerji Tüketimi

Son enerji tüketimini üç ana sektöründe ayırmaktadır. Sanayi sektör, ulaşım sektörü ve diğer sektörlerin içerinde olan tarım sektör, hizmet sektörü ve konut sektörü olarak bulunmaktadır. Tüm bu sektörlerin içinde konut sektörün enerji tüketimi ne kadar kullanmış olduğunun ve tüketilmiş miktarı toplamak çok zordur. Konut sektöründe örnek olarak, binaların enerji tüketimi diğer evsel enerji tüketimlerinden daha karışık olduğunu görünmektedir. Bezen durumlarında anahtar sektör olarak konut sektörün enerji tüketimi kısmi olarak hizmet sektöründe gömülmüş olduğunun görünmektedir.

Gelişmiş ülkelerin son enerji tüketimin %20-%40 arası ise binalarındır, genelde üçüncü ana sektörün sonunda yıkılmış olarak mesken ve mesken olmayan binalarında olduğunun görünmektedir. Dünya nüfusun gittikçe çoğalması ile insanların refah seviyesi yükselmektedir. Aynı zamanda konutların hizmeti ve binaların içinde harcanan zamanlar çoğalmaktadır. Sektörleri göre ulaşım ve sanayi seviyelerin hangi durumlarında konut sektörü bulunduğu Tablo 23 de göstermektedir (IEA, 2006).

Tablo 23. Dünyada Sektörleri göre Son Enerji Tüketimi *(*IEA, 2006)

Sektörleri göre Son Enerji Tüketimi (%)	1973	2004	Oranı
Sanayi	39	30	0,76
Ulaşım	25	28	1,14
Diğer Sektörler	26	42	1,16

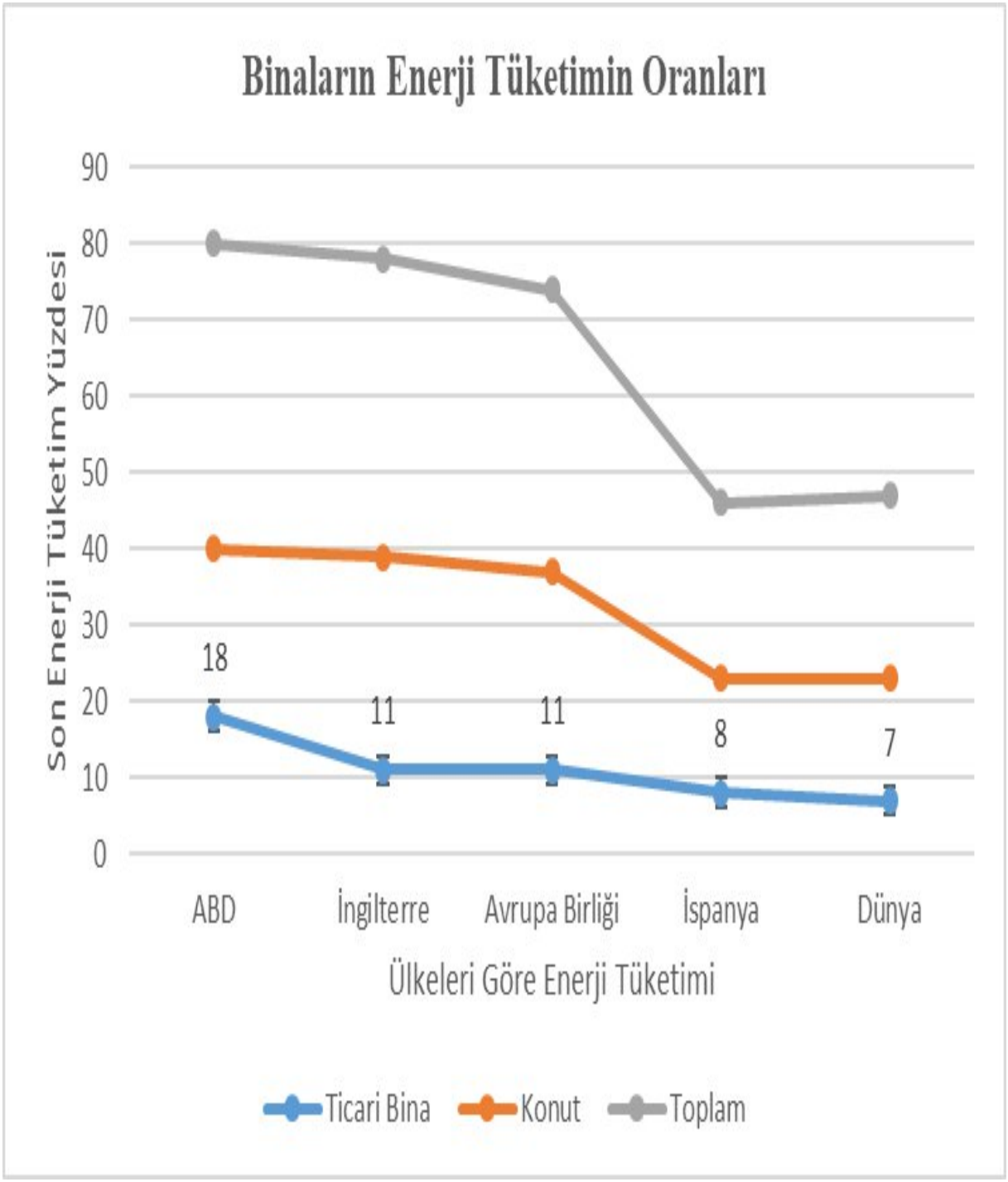
Kaynak: IEA

Tablo 23. de bahsedilen diğer sektörlerinde tarım sektörü, inşaat sektörü ve hizmet sektörleri bulunmaktadır. 2004 yıllında sanayi sektörlerinde %30ü, ulaşım sektöründe %28 ve diğer sektörlerinde %42si enerji tüketimi oranı bulunmaktadır.

2.3. Dünyadaki Gelişmiş Ülkelerin arası Konut Sektörün Enerji Tüketim Oranı

Dünya çarpında konut sektörlerin enerji tüketimi incelemesinde ilk olarak Birleşik Kraliyet (İngiltere) de konut sektörün enerji tüketimi son bahar mevsimlerine doğru en az %1'e yakın yükselmekte olup Avrupa ülkelerine göre %1,5'e yakın yükselmekte olduğu görünmektedir. Diğer ülkelerine incelemesinde İspanyanın konut sektörün enerji tüketimi son bahar aylarında %4,5 civarında bir orantı ile yükseltmekte olsa bile hem Avrupa ülkelerine ve hem Güney Amerikan ülkelerine göre sadece %2 civarındaki bir orantı olarak etkilenmektedir.

Bu durumları incelemesinde bulunduğu konu ise son bahar mevsimlerinde konut sektörlerin enerji tüketimi geniş kapsamı olarak konutları hizmet verilen özellikle soğutma sistemi, ısıtma sistemi, havalandırma sistemi ve iklimlendirme sistemlerinde konut sektörün çok büyük ekonomi ve ticari büyümeleri gelişmekte olduğu anlaşılmıştır. Tablo 19 de gösterilmiş gibi 2004 yılında, Avrupa ülkelerin son enerji tüketimin %37 konut sektöründe, sanayi sektöründe %28 ve ulaşımda ise %32 olup Avrupa'nın konut sektörün enerji tüketimi ise sanayi ve ulaşım sektörlerinden daha büyük olduğunu belirtilmiştir. İngiltere'de binaların enerji tüketimi %39i çıkmış olup Avrupa ülkelerine göre yüksek olduğunu bulunmaktadır. Fakat İspanya gibi ülkelerinde binaların enerji tüketimi %23 olup Avrupa'nın enerji tüketimi çok büyük katkılarını bulunmaktadır (IEA, 2004).



Şekil 28. Dünya Enerji Tüketim Oranı
(IEA, 2004).

Şekil 28'de gösterilmiş gibi dünya çarpındaki ülkeleri göre enerji enerji tüketi oranları belirlemiştir. Dünya ülkelerin geneli ve gelişmiş ülkeleri binaların için enerji tüketiminin detayları Tablo 24'te aşağıdaki gösterilmiştir.

Tablo 24. Ülkeleri göre Enerji Tüketim Oranları

Son Enerji Tüketim (%)	Ticari Bina	Konut	Toplam
ABD	18	22	40
İngilterre	11	28	39
Avrupa Birliği	11	26	37
İspanya	8	15	23
Dünya	7	16	24

Kaynak: IEA (2004)

Tablo 24'de gelişmiş ülkeleri göre enerji tüketim oranları aşağıdaki gibi belirlemiştir. ABD nin son enerji tüketimin toplami %40i, İngilterre ise %39, Avrupa Birliği ise %37, İspanya ise %23 ve Dünyada ise %34 oranında bulunmaktadır.

Kamu binalar ve ticari binaları enerji tüketimi ise sadece konut sektörün değil, hizmet sektörlerin içerisinde bulunmaktadır. Okullar, Hastaneler, Müzeler, Oteller ve Restoranların ve benzer binaların enerji tüketimleri ise hizmet sektörün içerisinde gömülmüştür. Bu binaların enerji hizmetleri ve kullanım şekilleri ise HVAC sistemi, evsel sıcak su (DHW), aydınlatma, buzdolabı, yemek hazırlama ve benzer şekilde enerji tüketim şekiller hizmet sektörün içerisinde bulunmaktadır. Bu hizmetleri hem ekonomi ve nüfus büyümesi ile birlikte sağlık, eğitim, kültürel ve benzer konularında enerji tüketimi yükselmektedir (Hojjati & Wade, 2012).

Dünya çarpıda kamu binaların enerji tüketimi hizmet sektöründe bağlantı konusunu incelemesinde bazen gelişmiş ülkelerin enerji tüketimi hizmet sektörüne geliştirmiş olduğunu bulunmaktadır. ABD ülkelerinde ise 1950 yıllarından bu yana hizmet sektöründeki enerji tüketimi %11 den %18'e kadar gelişmektedir.

İngiltere'de ise 2004 yılında son enerji tüketimi %11 civarında olup Avrupa Birliği ülkelerin ortalaması ile eşit miktarında bulunmaktadır. Bahsedilen ülkelerin enerji tüketimi çok yüksek olsa da, fakat İspanya ise sadece %8 yükselmektedir ve 1980 ile 2000 yılların arasında sadece 2,5 kat yükselmektedir (Xu ve Ang, 2014).

Konut sektöründe enerji tüketimin en önemli anahtar faktörlerin içerisinde konutların boyut ve konutların yerleşim olduğunu belirlemiştir. Dünya konut sektörlerinden bilinen bilgileri göre konutun boyutu küçük ise az enerji tüketmekte olup alanı ufak olduğunda az enerji geçişi ve az yer kapmaktadır. Dünya enerji tüketimin konusunda bir önemli konularından biri olan konutların başka önemli enerji tüketim tipleri ise konutların enerji kullanım şekilleri bağlıdır (Neidhart & Sester, 2004).

Hava durumu, konuların mimari tasarımı, konutların enerji tüketim sistemleri ve konutlarında yaşayan vatandaşların gelir seviyelerine bağlı olarak enerji tüketimi hesaplanmaktadır. Gelişmiş ülkelerin konutlarındaki enerji kullanımı çoğunu konutlarında kullanılan ev aletleri ve yeni uygulanan ürünler ve yüklenen cihazlarından kaynaklanmaktadır. Örnek olarak klimalar, bilgisayarlar ve benzer cihazların enerji tüketim miktarı gittikçe yükselmektedir.

Gelişmiş ülkelerin arasındaki toplam enerji tüketim miktarları kıyaslarsa, ABD'de konut sektörün son enerji tüketimi %22 iken Avrupa Birliği ülkelerinde %26 bulunmaktadır. Aynı zamanda Birleşik Kraliyet (İngiltere) de %28, olup İspanya ise %15in üstünde bulunmaktadır. Bu enerji tüketim miktarlar bölgesel olarak iklim ve binaların mimari tasarım tipine göre değişmektedir (Pissimanis vd., 1988).

Uluslararası Enerji Dergisi (2006) de belirlenen analizi ve enerji tüketimi tahminlerine göre gelecek 10 yılın içerisinde enerji kullanımı %35 civarlarında büyüyeceğini çevresel olarak tahmin edilebilmektedir ve her yıl en az ortalama %1,5 kat yükselmektedir. 2030 yılında konutların enerji tüketimi meskenlerinde %67 ve mesken olmayan yerlerinde %33 gibi konut sektörün enerji tüketimi yükselecektir.

Aynı zaman Güney Doğu Asya ülkelerinde konut sektörün enerji talebi yaygın olarak yükselecektir. 2010 yılında ekonomi olarak hem gelişmiş ve hem gelişmemiş konularında konut sektörün enerji tüketimini denge sağlayabilme konusunda olumlu olarak tahmin edilmiştir. Enerji tüketimi ile birlikte ülkelerin ekonomi, ticaret, ülkelerin nüfusun büyümesi

eğitim, sağlık ve diğer hizmet sektörlerin ekonomiyi büyümeyi sebebi bulunmaktadır (EIA, 2006).

2.4. Türkiye'deki Konut Sektörün enerji Tüketimini İncelemesi

Dünya'nın her ülkelerinde olduğu gibi Türkiye'de de nüfus büyümesi ile birlikte enerji talebi ve enerji tüketim miktarı yükselmeye devam etmektedir. Türkiye'deki enerji talepleri çoğalması, enerji tüketim miktarı yükselmesi ise kentlerin şehirleşmesi, şehirlerin çok büyük bir göç dalgası yükselmesi ve insanların yaşam standartları gelişmesinden kaynaklanmaktadır (Chwieduk, 2003).

Ülkemizde genellikle, enerji talebi ve enerji tüketimi ile ilgili 5 önemli sektör üzerinden dağıtım yapılmaktadır. Bu sektörler ise sanayi sektör, ulaşım sektör, tarım sektör, hizmet sektör ve bina sektörlerin üzerinden dağıtım yapılmaktadır. Bina sektörlerinde konut ve ticari olarak ayrılmaktadır. Kamu binaları ise hem konut hem ticari her ikisini arasında kalmaktadır. Bina sektörü sanayi sektöründen sonra en fazla enerji tüketim sektörlerinden biri olup enerji tüketimin sanayi sektörüne takip etmektedir (Merter & Arif, 2000).

Çoğu ülkelerindeyse enerji tüketimi yer veya bölge ısınma ve soğutma için, ulaşım için ve benzer çeşitli hizmetlerin için kullanılmaktadır. Ülkemizin enerji tüketiminde tüketilen enerjinin çoğunu dışa bağlı olduğundan dolayı enerji tasarrufu, enerji verimliği ve enerjiyi etkin şekilde kullanım gibi konular önemli faktörler olarak gözükmektedir (Bakos, 2000).

Bu çalışmada, ülkemizde illeri göre enerji tüketimi ve illeri göre sıcaklığı binaları nasıl etkilediği konusunda araştırmıştır. Ülkemizde bazen illerin binalarda kullanılmış olduğu enerji miktarları inceleyebilmesi için bölgelerindeki sıcaklığı aralığına göre (Bin) yöntemi, derece-saat yöntemi ve istatistik yöntemleri ile incelemiştir (Dotzauer, 2002).

Konut sektörün gelişmesi ile birlikte enerji talepleri çoğalmakta olup enerji tüketimi gittikçe artması ülkemizin ekonomisinin büyümesinde katkısı sağlanmış olmaktadır. Ülkemizde enerji kaynaklar sınırlı olduğu rağmen konut sektörün enerji tüketimi her gittikçe yükselmeyi devam etmektedir. Ülkemizin yerli enerji tüketimini birincil enerji şekilde %45 civarında üretilmektedir. Yerli enerji üretiminden kaynaklı olarak 2021 yılında ülkemizin toplam enerji talebin %25i azalmasına beklenmiştir. Ayrıca ithal edilen enerji talebi azalabilmesi için çeşitli alternatif enerji cinsleri araştırıp kullanılmıştır (WECTNC, 1997).

Üç sektör kuramında çok talep görünen birincil enerji kaynakları olan sert kömür, linyit, yakıt yağ, doğalgaz, hidro-elektrik enerji, jeotermal enerji, odun, hayvansal atık, bitkisel atık ve solar gibi kaynakları ülkemizde konut sektörlerin için geniş kapsamında kullanılmaktadır.

Ülkemizde konut sektörlerinde kullanılan birincil enerji kaynak olarak doğalgaz, kömür ve benzer kaynakları ısıtma amacıyla ana kaynak olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, tarım sektör, hizmet sektör ve sanayi sektörlerinde yakıt olarak doğalgazı yaygın kullanılmaktadır (Hendese Tripod Comp, 2001), (Türkish Petroleum Corp., 2001).

2.5. Türkiye'deki İlleri göre Enerji Tüketimi

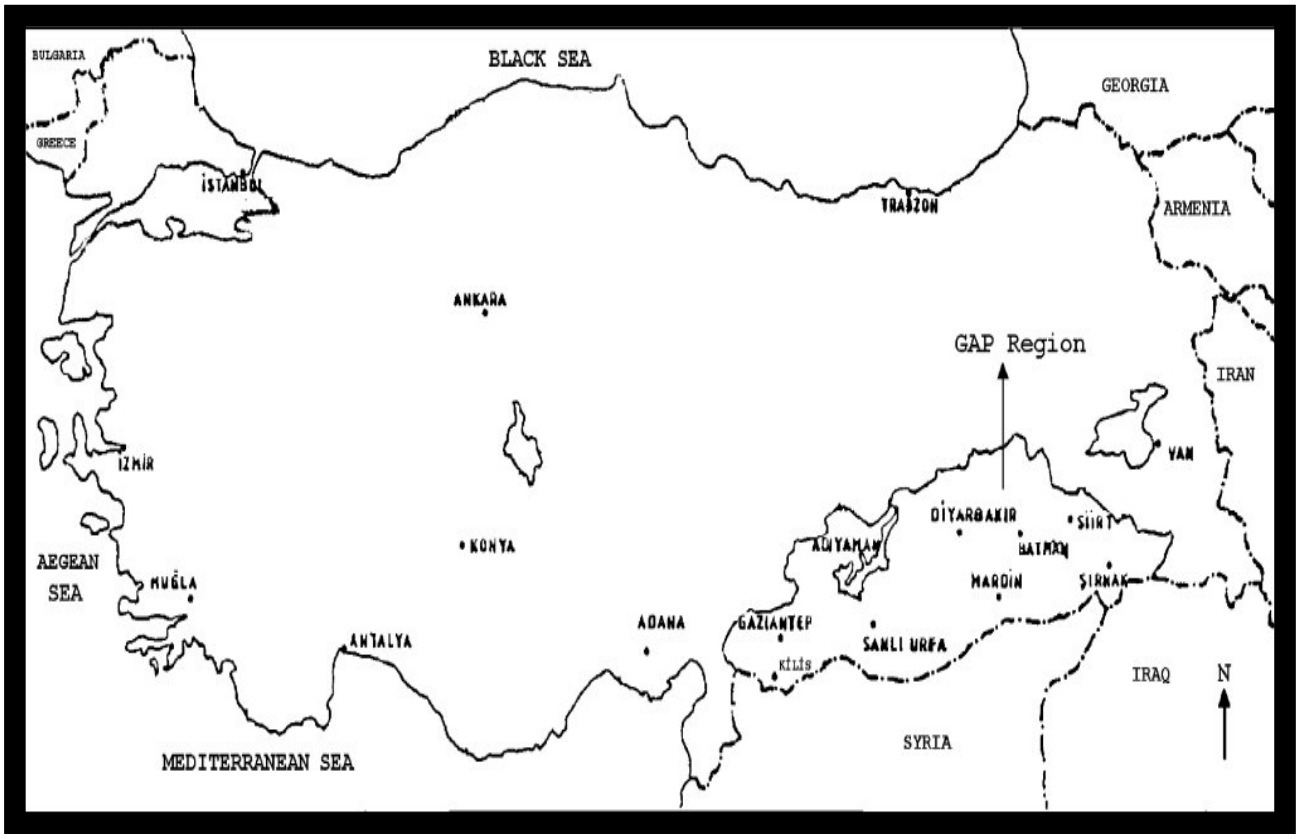
Ülkemizin enerji tüketimi sektörleri göre inceleme yapılırken konut sektörün enerji tüketimini illeri göre sıcaklığı değişmektedir. Genellikle, sıcaklık derece çok yüksek (sıcak) ve çok düşük sıcaklığı (soğuk) olduğu bölgelerinde enerji tüketimi daha fazla olduğu görünmektedir. Sıcaklığı yüksek olduğu bölgelerin soğutma için enerji tüketimi yapılmaktadır. Bölgesel soğutması için ülkemizde çeşitli teknolojileri kullanarak soğutmaktadır (Ecevit vd., 2002).

Sıcaklığı düşük olduğu bölgelerinde ısınma için gerekli ısı dereceyi yakalayabilmesi için kullanılan enerji miktarı ile daha da tasarruf yapabilecek yöntemleri uygulamaktadır. Bölgesel ısıma için Devlet Meteoroloji İşlerinden (DMİ) saatlik, günlük, haftalık, aylık ve yıllık olarak sıcaklıkları değerlendirmektedir. Bu çalışmada İstanbul ilin sıcaklığına göre enerji tüketimleri incelemiştir (Pusat vd., 2015).

Bu çalışmada, Ülkemizin bazen illeri göre Bin Data çalışmaları yapılmıştır. Başta İstanbul olmak üzeri, Ankara, Adana, Denizli, Diyarbakır, Sivas, Trabzon, Gaziantep ve Van illerin bin veri çalışmaları yapılmıştır. Bu yönetimin günlük sıcaklığı, gece sıcaklığı derecelerine göre binalarında kullanılan soğutma, ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme sistemlerin çalışmalarında hesaplanmıştır.

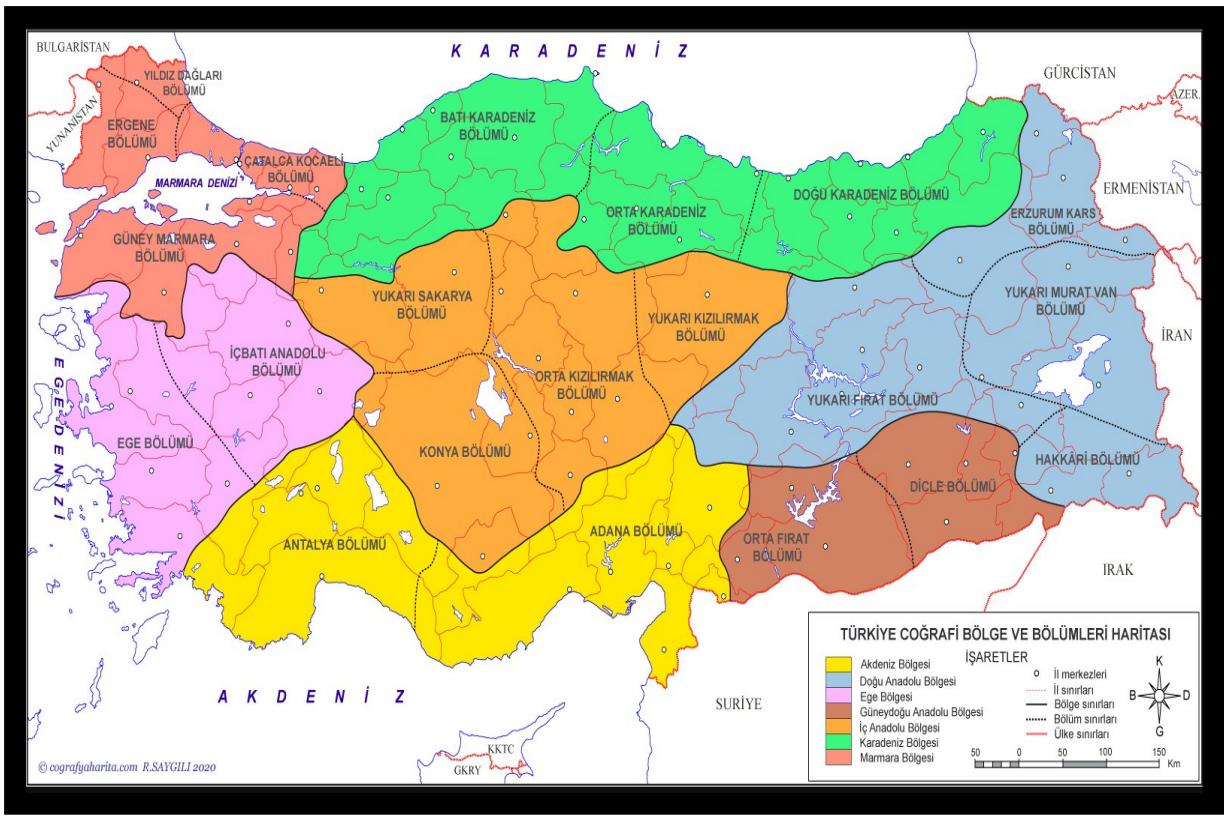
Bu yöntemi ile bir bölgedeki sıcaklığına günlük olarak gün içerisinde toplam sıcaklığın ortalamasına alarak o gün ki sıcaklığı olarak belirlemektedir. Bu ortalama sıcaklıklarına göre saatlik, günlük, haftalık, aylık ve yıllık olarak toplam sıcaklığını belirlemek mümkündür.

Türkiye'de 81 ilimize 7 bölge ile ayrılmıştır. Marmara bölgesi, Trakya Bölgesi, İç Anadolu Bölgesi, Ege Bölge, Karadeniz Bölgesi, Ak Deniz Bölgesi ve güney doğu Anadolu bölge olarak şekil 25 te gösterilmiş gibi ayrılmıştır. Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) ise Bin data çalışma projelerin dünyanın en gelişmiş bir proje olarak görünmekte olup Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Kilis, Mardin, Siirt, Şanlıurfa ve Şırnak gibi illerinde uygulanmaktadır (Kaygusuz, 1999).



Şekil 29. Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) bulunan bölgeleri gösteren haritası
Kaynak: Applied Energy 77 (2004) 187–204

Türkiyenin güneydoğu Anadolu projesi (GAP) projelerinde bulunan bölgelerin bulunduğu kısmını Şekil 29'da gösterilmiş gibi incelenmiştir. Coğrafi bölgelerin bilgileri ve sıcaklık dereceleri aşağıdaki Şekil 30'u göre incelenmiştir.



Şekil 30. Türkiye'nin coğrafi bölgeleri gösteren haritası

Şekil 30'da coğrafi bölgeleri göre sıcaklık değişikliği gösterilmiştir. Enerji tüketimi Bin Yöntemi ile çok kolay belirleyebilmektedir (Bulut vd., 2001). Ener.ji tüketimini hesaplayabilmemiz için her bir bölgenin dış ortam sıcaklığı ile dış ortamında bulunduğu saatlerin sayısı ile çarpması gerekmektedir (Bulut, 2001). Enerji tüketimleri hesaplamaları aşağıdaki gibi gösterilmektedir (Kaygusuz, 1999).

Ülkemizin toplam enerji üretim ve tüketim durumlarında enerji kazancı ve enerji kaybı durumları dikkatine alınarak çeşitli yöntemleri ile incelemektedir. Enerji yönetim kanuna göre ülkemizde 4 bölge olarak ayrılmıştır. Bu çalışmada, İstanbul'un enerji yönetim sistemi ise 2 bölgeyi denk gelmektedir. Ülkemizin illeri göre enerji tüketimini incelemesinde enerji ekonomisi ön plana çıkmaktadır. İlleri göre enerji taleplerin yükselmesi, ekonomi büyümesine ifade edilmektedir (James, 2007).

BÖLÜM 3. YÖNTEMLER

Bu çalışmada enerji tüketimini hesaplama yöntemi olarak BIN yöntemi ve derece-saat yöntemleri kullanılmaktadır. Bu yöntemleri başit ve detay bilgileri verilen ve enerji ihtiyaçları kolayca tahmin edilebilecek yöntemleri olarak tespit edilmiştir.

3.1.BIN Yöntemi

İnsan hayatında enerji tüketimi en önemli faktörlerden biri olarak ortaya çıkmaktadır. İnsanların hayatında enerji tüketimi olmadan yaşaması mümkün olmadığını araştırmıştır. İnsanların daha yüksek bir sosyal yaşam standartların beklentilerinin artmasına ile birlikte Enerji tüketiminin ve enerji taleplerinin hızla artmaktadır. Enerji tüketimi genelde ülke ekonomisine etkilemektedir. Ayrıca sanayi seviyelerin üzerinde çok etki yaratmaktadır. Bu durumda bazen ülkeler enerji tasarruf programları, enerji verimliliği programları kullanarak enerji tüketimi ile ilgili çeşitli metodolojileri belirlemeye çalışmıştır.

1970'lerde, küresel enerji krizinin ardından, hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkeler tarafından enerji yönetimin ile ilgili yeni yaklaşımlar araştırılmıştır. Bu ülkeler, çeşitli yöntemler uygulayarak yenilenebilir enerji kaynaklarını tespit etmek için ortak çaba sarf etmiştir (Özdemir & Onat, 2022) . Gelişmiş ülkeleri ve gelişmekte olan ülkelerinde ticari, konut ve endüstriyel binalardan oluşan bina sektörünün toplam enerji tüketiminin yaklaşık %40'ını oluşturduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada, enerji tüketimini azaltabilen, enerji tasarrufu yöntemlerinin yanı sıra enerji verimliliğini artıran ve enerji taleplerini azaltan yöntemler incelenmiştir (Ekmekçi, 2003).

Binalarında ikamet eden bina sakinlerin sosyal yaşam kalitesine yükseltmek için binaların termal konforun artırılmasının amaçlanmaktadır. Yıl içerisindeki iklim durumlara göre kış aylarında bölgeleri termal konfor sağlanmak için ısıtarak enerji tüketirken, yaz aylarında bölgeyi konfor sağlanmak için soğutarak enerji tüketilmektedir (Gildiz, 2019). Ülkemizde enerji konusunda dışa bağımlı olmasından ve enerji üretim tesisler sınırlı olmasından dolayı enerji taleplerinde ülke ekonomisine ciddi bir etki bırakmaktadır. Dolaysıyla, bugünlerinde alternatif enerji kaynaklarını araştırması ve binalarda enerji verimliliği yöntemleri belirlemek için sürekli araştırma ve geliştirme yöntemleri yapılmaktadır (Pusat Ş. , 2019).

Bu çalışmada, bin yönteminde sıcaklığın belirlemek için kuru hava sıcaklığına kullanacaktır. Bu durumda, Bin yöntem uygulayabilmemiz için bin hava durumun verileri gerekmektedir. Bu verileri bölgesel olarak, her bir ayın içerisindeki günü sadece günlük saatlerinin sıcaklıkları kullanarak aylık, sezonluk, yâda yıllık olarak belirli bir aralıklar içerisinde çalışma saatler içerisinde hesaplanan sıcaklığına göre belirlemektedir (Bulut vd., 2002) . Bir anlık sıcaklığını hesaplanırken, dış ortamında bulunan kuru uçlu sıcaklığı ($T_{o\ i}$) ile bu sıcaklığın aralıkların süresine çarpmasında sıcaklığın saatine bulunmaktadır (Papakostas, 2008). Bu hesaplamasından Enerji Tüketimi $Q_{bin,i}$ değerine bulunacaktır (Papakostas, Bin Weather Data for HVAC Systems Energy Calculations., 2021).

Tüketilen enerji miktarına tespit edilirken kaç saat içerisinde oluşan sıcaklığı süreyi dikkatine alarak belirlenir. Toplam enerji tüketimi aşağıdaki formüle göre hesaplanacaktır.

$$Q_{bin,i} = N_{bin,i}\,(\Sigma U.A/\eta) * (T_{bp} - T_{0,i}) \pm \quad \text{kWh} \qquad (1)$$

Bu hesaplamalarında, K_{tot} ise binaların ısı geçişi, birim olarak W/°C,

Binanın toplam ısı geçişi kat sayısı $\sum$ U.A (W/°C) , ısıtma için pozitif (+) simgesi ve soğutmak için negatif (-) simgesine kullanılmıştır.

Isıtma ve soğutma sistem verimliliğin katsaysı η,
değişen sıcaklıkleri belirlemesi için belirlenen zaman dilim içerisinde tekrarlanan süresi $N_{bin,i}$ (Saat),

sıcaklık aralığın orta noktası $T_{o,i}$, ve

dış hava sıcaklık değerin denge noktası T_b olarak belirlemektedir ve bunun değeri 18 derece olarak belirlemektedir. Toplam enerji tüketimi aşağıdaki formülden hesaplanmaktadır (Idchabani, 2020).

$$Q_{tot} = \Sigma\, Q_{bin,i} \quad \text{kWh} \qquad (2)$$

Yakıt tüketimi miktarını denklen 3'e göre hesaplanmaktadır.

$$F_{tot} = Q_{tot} / H \qquad m^3 \qquad (3)$$

Binaların enerji tüketimini belirleyebilmesi için kullanılan yöntemlerinden biri olan Bin Yöntemi, binalar için ısıtma ve soğutma için gerekli enerji miktarını detay hesaplayarak çok basit şekilde uygulama yapılabilmektedir. Bin Yöntemi için Tipik Meteoroloji Müdürlüğünden alınan günlük sıcaklık derece üzerinden değerlendirmektedir. Bin yönteminde çok çeşitli dış kuru hava sıcaklık durumundaki enerji performansın hesaplaması ile saat içerisindeki gerekli enerji miktarı çarparak sonucunu bulunmaktadır. Bulunan sonuçlarına göre binalarına enerji tüketimin detayları tahmin edilmektedir (Ekmekçi & Pusat, 2017).

Binaların enerji tüketimini incelemesinde mesken olarak kullanılan binalar ile ticari amacıyla kullanılan binaların arasındaki enerji kullanımı çok çeşitli yönünden farklılıkları görünmektedir (Marx Ayres, 1995). Ticari amacıyla kullanılan binalarında çok farklı cihazları kullanılmaktadır. Isıtıcı pompalar, havalandırma cihazları olan soğutma ve ısıtma sistemlerinde kullanılan cihazları ve işletmelerin için kullanılan uygun cihazlarının enerji tüketimleri bulunmaktadır (Kreider, 1994), (Knebel, 1983).

Kamu binaların enerji tüketimi ise ticari amacıyla kullanılan binaları ve mesken olarak kullanılan binaların arasında yer almaktadır. Kamu binaların çoğunda ticari amaç ile kullanılan binalarındaki cihazları benzer cihazları kullanarak binaların soğutma ve ısıtma ihtiyaçlarını karşılamaktadır.

3.1.1. İstanbul 'daki Göztepe İstasyonun Verileri ile BIN Yönteminde Uygulaması

İstanbul'daki Marmara bölgesinde en gelişmiş bir şehir olduğundan nüfusun en kalabalık şehirlerinden biridir. 2021 sayımlarına göre İstanbul'un nüfus sayısı 15 840 900 bulunmaktadır. İstanbul'da konutta ikamet eden hane halkı sayısı 4 755 086 olup binaların ortalama kat sayısı 7 kat olarak bulunmaktadır. Tüm Türkiye'de en fazla nüfusuna sahip olan bir şehirdir (Tüik, 2023).

Türkiye'nin kuzeybatısında bulunan güzel şehrimiz İstanbul yerleşim olarak Marmara denizin bulunan Marmara'nın inci olarak bilinen İstanbul şehrinde haliç ile etrafını cevretmektedir.

Bu çalışmada, İstanbul ili için kuru termometre sıcaklığının -6°C ile 34°C aralığında, 2°Clik dilimler için 2'er saatlik 12 ayrı zaman dilimine ait bin data çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmada, en düşük sıcaklığı Ocak ayında -6°C olarak 3 saat görünmüştür. Bu zaman dilimleri ait bin değerleri (N_{bin}) tespitlerine hesaplanmıştır.

En yüksek sıcaklık aralığı ise 32°C (32°C/34°C) olup Haziran ayında saat 10-12 arasında ve 14-16 saatlerin arasında toplam 2 saat olarak tespit edilmiştir. Bin değerlerine hesaplanmasında son 20 yıllın içerisinde bulunan DMİ tarafından ölçmüş 20 yıllık sıcaklıkların ortalama saatleri kullanılmıştır. İstanbul ilin ait ayları göre kuru hava sıcaklıkların ortalama saatleri Tablo 25'de ayrıntılı olarak hesaplanmıştır. İstanbul ilin toplam N_{bin} değerleri saatlik olarak Tablo 25'de aşağıdaki gibi gösterilmiştir.

Tablo 25. İstanbul ilin toplam N_{bin} Değerleri (Saat/Ay)

Aylar	Zaman aralığı (h)	BIN Sıcaklık (°C)																			
		-6/-4	-4/-2	-2/0	0/2	2/4	4/6	6/8	8/10	10/12	12/14	14/16	16/18	18/20	20/22	22/24	24/26	26/28	28/30	30/32	32/34
Ocak	0-2	1	8	4	10	10	11	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2-4	1	6	5	12	9	8	5	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4-6	3	4	5	9	9	7	10	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	6-8	3	11	5	7	5	9	6	8	5	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	8-10	1	6	4	7	5	6	8	5	9	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	10-12	0	4	4	8	4	6	8	10	15	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	12-14	0	4	3	7	1	8	10	10	15	6	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	14-16	0	4	5	8	0	7	14	6	9	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	16-18	1	3	7	12	1	9	14	7	12	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	18-20	2	3	8	3	2	10	10	9	12	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	20-22	0	6	5	5	7	9	3	8	4	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	22-24	2	9	4	5	7	7	3	6	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Toplam	14	68	59	93	60	97	96	90	89	71	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Şubat	0-2	1	2	4	10	10	11	4	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2-4	1	2	5	12	8	8	5	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4-6	1	2	5	12	8	8	9	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	6-8	0	0	5	10	5	9	5	9	5	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	8-10	0	0	4	8	0	7	7	5	10	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	10-12	0	0	4	8	0	7	7	10	15	7	11	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	12-14	0	0	3	8	0	10	10	12	12	3	15	4	0	0	0	0	0	0	0	0
	14-16	0	0	5	8	0	7	13	10	7	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	16-18	0	0	7	7	0	10	12	10	5	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	18-20	0	0	8	8	0	10	10	9	5	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	20-22	0	0	10	9	4	7	3	7	3	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	22-24	0	0	5	8	5	4	2	6	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Toplam	3	6	65	108	40	98	87	99	70	58	33	5	0	0	0	0	0	0	0	0
Mart	0-2	0	0	0	5	3	19	11	13	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2-4	0	0	0	3	12	29	13	9	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4-6	0	0	0	3	16	21	14	8	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	6-8	0	0	0	3	11	15	15	9	10	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	8-10	0	0	0	2	10	16	14	10	4	9	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	10-12	0	0	0	0	5	16	10	6	0	0	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	12-14	0	0	0	0	1	21	8	0	0	0	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	14-16	0	0	0	0	37	15	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	16-18	0	0	0	0	23	15	1	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	18-20	0	0	0	2	21	17	4	2	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	20-22	0	0	0	8	10	31	10	11	10	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	22-24	0	0	0	8	10	24	16	16	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Toplam	0	0	0	34	159	239	116	84	53	37	20	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Nisan	0-2	0	0	0	1	2	10	14	24	10	20	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	2-4	0	0	0	3	11	6	17	12	10	15	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0
	4-6	0	0	0	3	10	8	15	11	14	5	4	7	3	0	0	0	0	0	0	0
	6-8	0	0	0	0	7	8	22	9	10	0	6	4	10	0	0	0	0	0	0	0
	8-10	0	0	0	0	0	6	18	13	6	0	6	3	1	0	0	0	0	0	0	0
	10-12	0	0	0	0	0	8	13	11	1	0	0	1	0	2	1	0	0	0	0	0
	12-14	0	0	0	0	0	0	6	16	5	0	0	1	0	15	2	1	0	0	0	0
	14-16	0	0	0	0	0	0	5	20	4	0	0	1	0	2	1	0	0	0	0	0
	16-18	0	0	0	0	0	6	8	10	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	18-20	0	0	0	0	0	7	5	12	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	20-22	0	0	0	0	7	15	15	15	13	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	22-24	0	0	0	1	6	14	20	20	10	5	20	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Toplam	0	0	0	8	43	88	158	173	89	49	48	26	14	19	4	1	0	0	0	0
Mayıs	0-2	0	0	0	0	0	0	0	0	6	20	10	12	10	9	0	0	0	0	0	0
	2-4	0	0	0	0	0	0	0	0	5	20	10	11	10	9	0	0	0	0	0	0
	4-6	0	0	0	0	0	0	0	0	3	35	11	14	14	6	0	0	0	0	0	0
	6-8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	15	10	10	4	3	0	0	0	0	0
	8-10	0	0	0	0	0	0	0	1	0	5	15	10	10	3	8	0	0	0	0	0
	10-12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	13	7	10	4	6	0	0	0	0	0
	12-14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	10	7	3	10	6	12	3	1	0	0
	14-16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	20	12	1	4	7	4	0	0	0	0
	16-18	0	0	0	0	0	0	0	5	0	5	33	5	4	2	1	0	0	0	0	0
	18-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	20	7	7	0	12	0	0	0	0	0

	20-22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	33	8	15	0	0	0	0	0	0	0
	22-24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	21	10	18	0	0	0	0	0	0	0
	Toplam	0	0	0	0	0	0	0	6	14	174	211	113	112	51	43	16	3	1	0	0
Haziran	0-2	0	0	0	0	0	0	0	0	11	11	10	12	14	12	10	0	0	0	0	0
	2-4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	10	12	16	10	6	0	0	0	0	0
	4-6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	10	15	10	6	0	0	0	0	0
	6-8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	10	10	7	6	0	0	0	0
	8-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	10	8	10	10	10	4	0	0
	10-12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10	8	6	18	15	5	1	1
	12-14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	3	0	7	5	15	12	3	0
	14-16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1	10	7	10	10	12	1	1
	16-18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	4	17	2	13	24	0	2	0
	18-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	10	20	14	12	1	2	1	0
	20-22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	16	15	0	0	0	0	0
	22-24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	14	13	9	0	0	0	0	0
	Toplam	0	0	0	0	0	0	0	0	12	15	32	112	122	134	99	74	75	35	8	2
Temmuz	0-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	10	12	20	2	0	0	0	0
	2-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	11	10	0	0	0	0	0
	4-6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	14	10	0	0	0	0	0
	6-8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	33	17	4	0	0	0
	8-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	22	36	17	0	0	0
	10-12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	12	9	26	14	0	0
	12-14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	8	20	22	4	0
	14-16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	14	16	44	25	1	0
	16-18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	15	14	40	6	0	0
	18-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	15	21	2	1	0	0
	20-22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	24	9	0	2	0	0
	22-24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	22	2	2	0	0	0
	Toplam	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	25	143	210	134	155	70	5	0
Ağustos	0-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	15	19	20	3	0	0	0	0	0
	2-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	12	24	20	7	0	0	0	0	0
	4-6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	20	14	9	0	0	0	0	0
	6-8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	15	10	12	9	0	0	0	0
	8-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	21	8	9	13	10	0	0	0
	10-12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	20	7	8	19	20	3	0	0
	12-14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	2	10	4	15	6	0	0
	14-16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	5	11	10	10	3	0	0
	16-18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	19	12	21	2	0	0	0
	18-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	20	15	10	1	0	0	0

	20-22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	41	21	0	0	0	0	0
	22-24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	3	26	10	0	0	0	0	0
	Toplam	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	49	212	192	127	86	58	12	0	0
Eylül	0-2	0	0	0	0	0	0	0	0	6	19	10	10	10	16	2	0	0	0	0	0
	2-4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	21	9	10	10	14	2	0	0	0	0	0
	4-6	0	0	0	0	0	0	0	0	5	10	13	13	10	14	5	0	0	0	0	0
	6-8	0	0	0	0	0	0	0	0	8	2	13	18	8	10	12	7	0	0	0	0
	8-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	8	9	8	8	3	11	0	0	0	0
	10-12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6	10	6	3	10	2	3	0	0
	12-14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	15	6	7	8	16	6	1	0
	14-16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	15	6	7	10	2	3	0	0
	16-18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	10	13	1	6	16	0	0	0	0
	18-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	15	10	0	1	10	0	0	0	0
	20-22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	16	10	0	10	0	0	0	0	0
	22-24	0	0	0	0	0	0	0	0	4	8	21	13	18	17	10	0	0	0	0	0
	Toplam	0	0	0	0	0	0	0	0	27	76	76	133	137	98	68	72	20	12	1	0
Ekim	0-2	0	0	0	0	0	0	9	10	17	10	3	4	1	10	0	0	0	0	0	0
	2-4	0	0	0	0	0	0	8	10	20	40	0	4	6	8	0	0	0	0	0	0
	4-6	0	0	0	0	0	0	8	7	17	35	0	8	5	10	2	0	0	0	0	0
	6-8	0	0	0	0	0	0	5	9	24	2	6	4	3	2	2	0	0	0	0	0
	8-10	0	0	0	0	0	0	0	7	10	8	6	5	6	8	1	0	0	0	0	0
	10-12	0	0	0	0	0	0	0	3	5	10	2	10	5	5	5	0	0	0	0	0
	12-14	0	0	0	0	0	0	0	26	3	5	2	5	8	12	7	4	0	0	0	0
	14-16	0	0	0	0	0	0	0	13	3	7	2	5	8	5	5	2	0	0	0	0
	16-18	0	0	0	0	0	0	0	9	10	5	4	9	7	0	3	0	0	0	0	0
	18-20	0	0	0	0	0	0	0	4	5	10	0	17	10	0	0	0	0	0	0	0
	20-22	0	0	0	0	0	0	6	10	16	13	0	7	5	0	0	0	0	0	0	0
	22-24	0	0	0	0	0	0	2	10	10	33	0	6	3	3	0	0	0	0	0	0
	Toplam	0	0	0	0	0	0	38	118	140	178	25	84	67	63	25	6	0	0	0	0
Kasım	0-2	0	0	0	5	8	16	6	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2-4	0	0	0	3	7	9	5	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4-6	0	0	0	3	6	8	9	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	6-8	0	0	0	3	9	7	4	9	10	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	8-10	0	0	0	3	7	10	5	7	15	6	6	0	3	0	0	0	0	0	0	0
	10-12	0	0	0	6	12	8	6	10	10	10	6	9	5	0	0	0	0	0	0	0
	12-14	0	0	0	6	8	15	10	7	6	10	8	10	8	1	0	0	0	0	0	0
	14-16	0	0	0	5	3	19	8	2	10	26	12	10	3	0	0	0	0	0	0	0
	16-18	0	0	0	3	1	10	8	2	15	7	14	10	0	0	0	0	0	0	0	0
	18-20	0	0	0	3	2	14	10	7	15	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	20-22	0	0	0	8	7	8	3	9	10	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	22-24	0	0	0	8	9	11	3	9	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Toplam	0	0	0	56	79	135	77	86	99	76	49	43	19	1	0	0	0	0	0	0
Aralık	0-2	0	0	3	10	10	18	4	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2-4	0	1	4	12	7	9	5	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

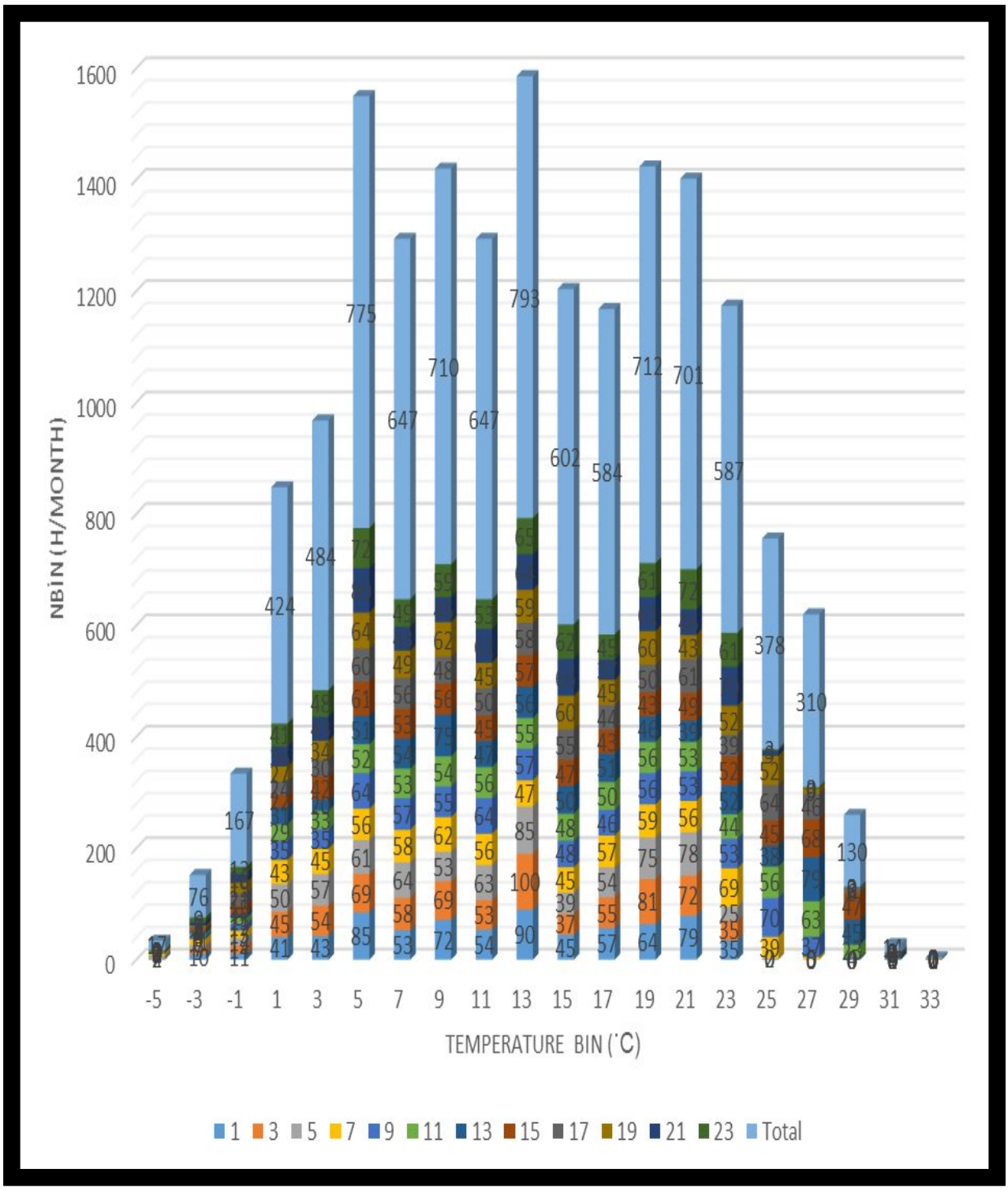
	4-6	0	1	4	20	8	9	9	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	6-8	0	0	4	20	8	8	6	9	10	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	8-10	0	0	4	15	13	9	7	7	10	5	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0
	10-12	0	0	3	7	12	7	9	10	12	8	6	4	1	0	0	0	0	0	0	0
	12-14	0	0	2	10	10	9	10	10	6	17	4	4	2	0	0	0	0	0	0	0
	14-16	0	0	3	1	6	13	13	5	12	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	16-18	0	0	7	2	2	10	13	5	5	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	18-20	0	0	3	12	9	10	10	9	5	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	20-22	0	0	2	6	8	10	3	6	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	22-24	0	0	4	11	11	12	3	8	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Toplam	0	2	43	126	104	124	92	91	73	55	21	8	5	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 25'de yıllık toplam bin değerlerinin hesaplanmıştır. Yıllık toplam en yüksek Nbin ise 793 saat ile 13°C (12°C/14°C) sıcaklık aralarında olduğu tespit edilmiştir. Yıllık toplam en düşük N_{bin} ise 2 saat ile 33°C (32°C/34°C) sıcaklık aralarında olduğu tespit edilmiştir. Toplam N_{bin} değerleri Aşağıdaki Tablo 26'de gösterilmiştir.

Tablo 26. İstanbul ili için gün içerisinde 12 farklı zaman aralıkları arasında gösteren Yıllık N_{bin} Değerleri (Saat/Yıl)

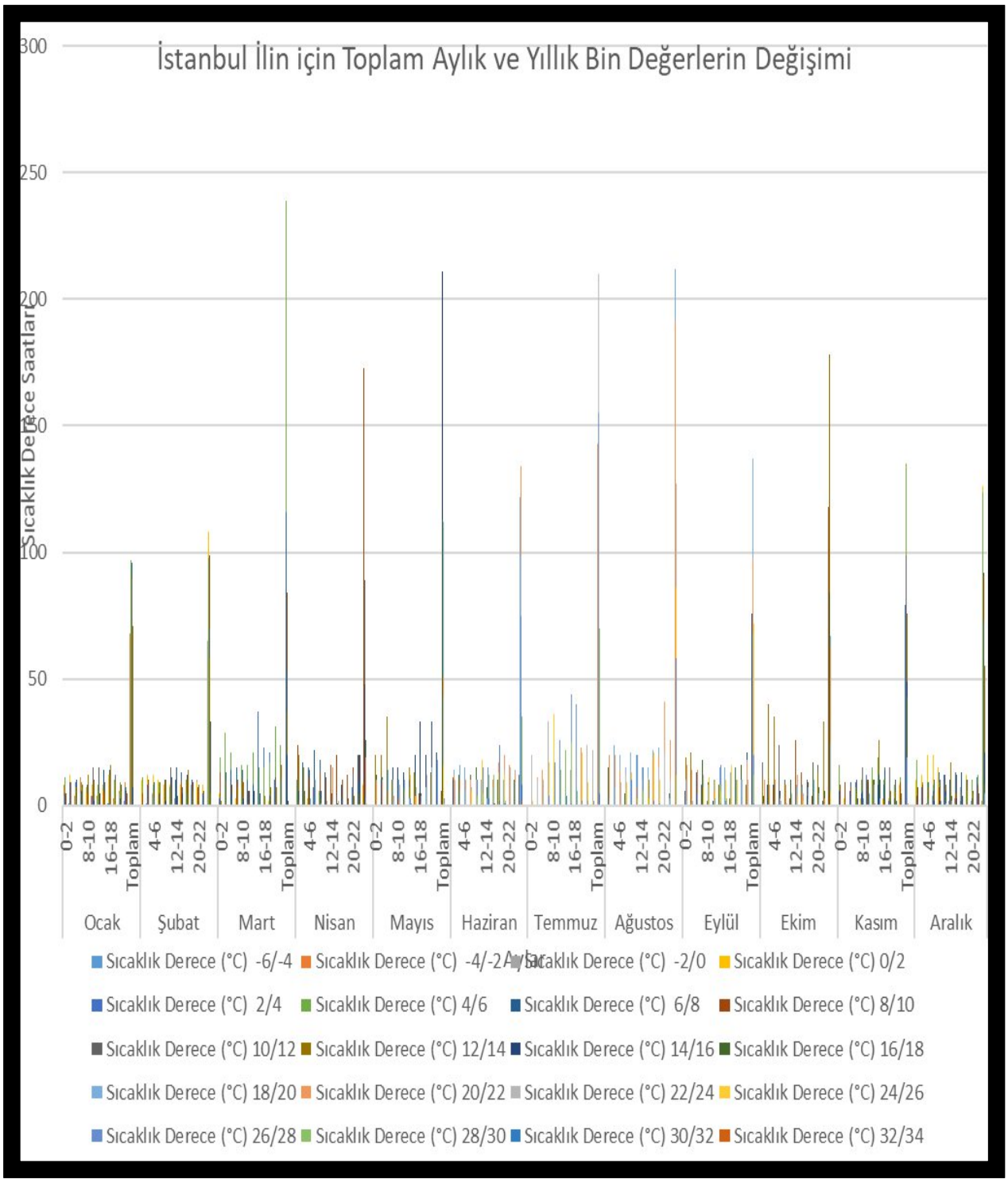
Zaman Aralığı (h)	BIN Sıcaklığı (°C)																			
	-5	-3	-1	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33
1	2	10	11	41	43	85	53	72	54	90	45	57	64	79	35	2	0	0	0	0
3	2	9	14	45	54	69	58	69	53	100	37	55	81	72	35	0	0	0	0	0
5	4	7	14	50	57	61	64	53	63	85	39	54	75	78	25	0	0	0	0	0
7	3	11	13	43	45	56	58	62	56	47	45	57	59	56	69	39	5	0	0	0
9	1	6	12	35	35	64	57	55	64	57	48	46	56	53	53	70	37	4	0	0
11	0	4	11	29	33	52	53	54	56	55	48	50	56	53	44	56	63	23	1	1
13	0	4	8	31	20	51	54	75	47	56	50	51	46	39	52	38	79	45	8	0
15	0	4	15	22	42	61	53	56	45	57	47	43	43	49	52	45	68	47	2	1
17	1	3	21	24	30	60	56	48	50	58	55	44	50	61	39	64	46	6	2	0
19	2	3	19	27	34	64	49	62	45	59	60	45	60	43	52	52	9	3	1	0
21	0	6	16	36	43	80	43	45	61	64	66	37	61	46	70	9	0	2	0	0
23	2	9	13	41	48	72	49	59	53	65	62	45	61	72	61	3	3	0	0	0
Toplam	17	76	167	424	484	775	647	710	647	793	602	584	712	701	587	378	310	130	14	2

İstanbul ili için toplam NBin değerleri ayrıntı olarak Tablo 26'da hesplanmıştır. En düşük sıcaklığın olan -6°C ile en yüksek sıcaklığın olan 34 derece arasında sıcaklıkların toplam NBin değerleri günün içersinde 2 saat aralığında ve sıcaklık olarak 2 derece aralıkların arasında ayrıntılı olarak hesaplanmıştır. Yıl içerisindeki NBin değerleri Şekil 31'de gösterilmiştir.



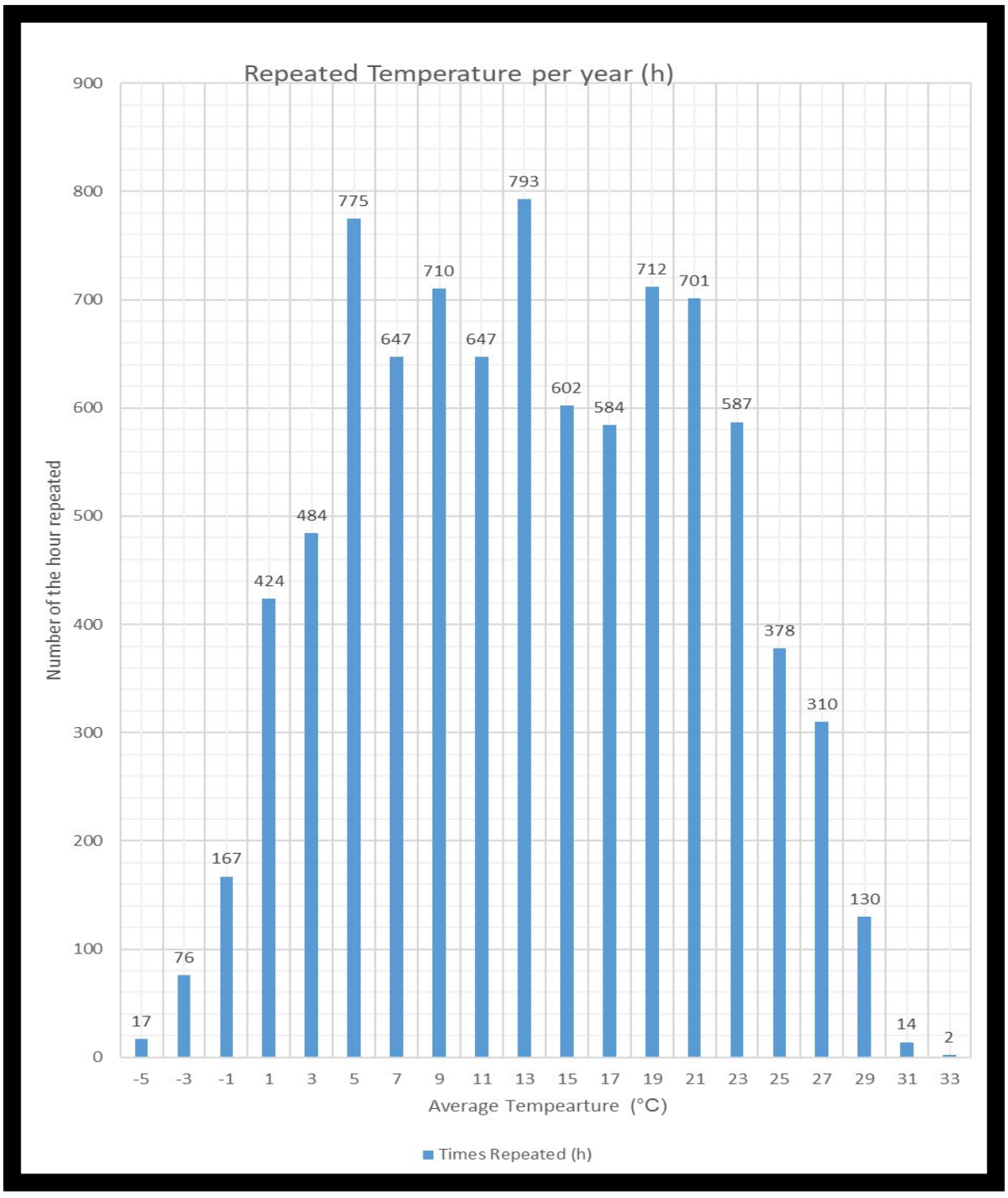
Şekil 31. İstanbul ili Yıl içerisindeki toplam Nbin Değerlerini gösteren Grafik

Toplam NBin değerlerin saat aralıklara göre ayrıntılı bilgileri Şekil 31'de gösterilmiştir. İstanbul ili BIN data değerlerine gore en düşük ortalama sıcaklık -5°C ve en yüksek ortalam sıcaklık 33 derece olarak tespit edilmiştir. İstanbul ilin BIN data değerleri değişimini Şekil 31'de gösterilmiştir.



Şekil 32. İstanbul ili için Toplam Aylık ve Yıllık Bin Değerlerinin Değişimi gösteren grafik

İstanbul ilin saatlik, günlük, haftalık, aylık ve y.ıllık olarak NBin değerleri Şekil 32'de gösterilmiş gibi hesaplanmıştır. Tekrarlanan NBin değerleri ve süreleri Şekil 33'te gösterilmiştir.



Şekil 33. İstanbul ili için Toplam Yıl içerisinde sıcaklık dereceleri göre Tekrarlanan süreleri gösteren grafik

Yıl içersinde tekrarlanan N_{Bin} değerlerine göre hesaplama detayları Şekil 33'de incelenmiştir. En fazla tekrarlan sıcaklık süre 793 saat olup genel saat 13.00 de görünmektedir.

İstanbul ili için aylık N_{bin} değerlerinin değişimleri Tablo 26'da belirlemiştir. Bu şekilden kış ve yaz mevsimlerin değerlerine tespit edilmiştir. Yıl içerisinde toplam 8760 saat bulunmaktadır.

İstanbul'daki kamu binaların enerji tüketimi ile ilgili 18.04.2007 tarih ve 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu ve daha sonra yayınlanan yönetmelikler ve 06.07.2022 tarih ve 31888 sayılı Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımda Verimliliğin Artırılmasına Dair Yönetmeliğin ilgili çalışmaları devam ettirerek enerji tüketim ile ilgili çalışmalar çok hızlı yükselmektedir. Enerji tüketimi ile ilgili enerji verimliliği kanunlara uygun olarak kamu binaların için konut sektöründe çeşitli yükümlülükleri belirlemiştir.

İstanbul'daki kamu binaları ile ilgili çalışmalarında ilgili binaların yılların içerisinde kullanılmış olan yıllık enerji tüketim değerleri kWh/m² olarak belirlenmektedir. Binalarında bulunan ısıtma ve soğutma tesisatları düzenli olarak kontrol edilmektedir. Ayrıca sıhhi tesisatı olarak soğuksu ve sıcak su, havalandırma ve iklimlendirme tesisatları düzenli kontrol edilmektedir. Bu binaların ısı yalıtım cinsine göre binaların enerji sınıfları belirlenmektedir.

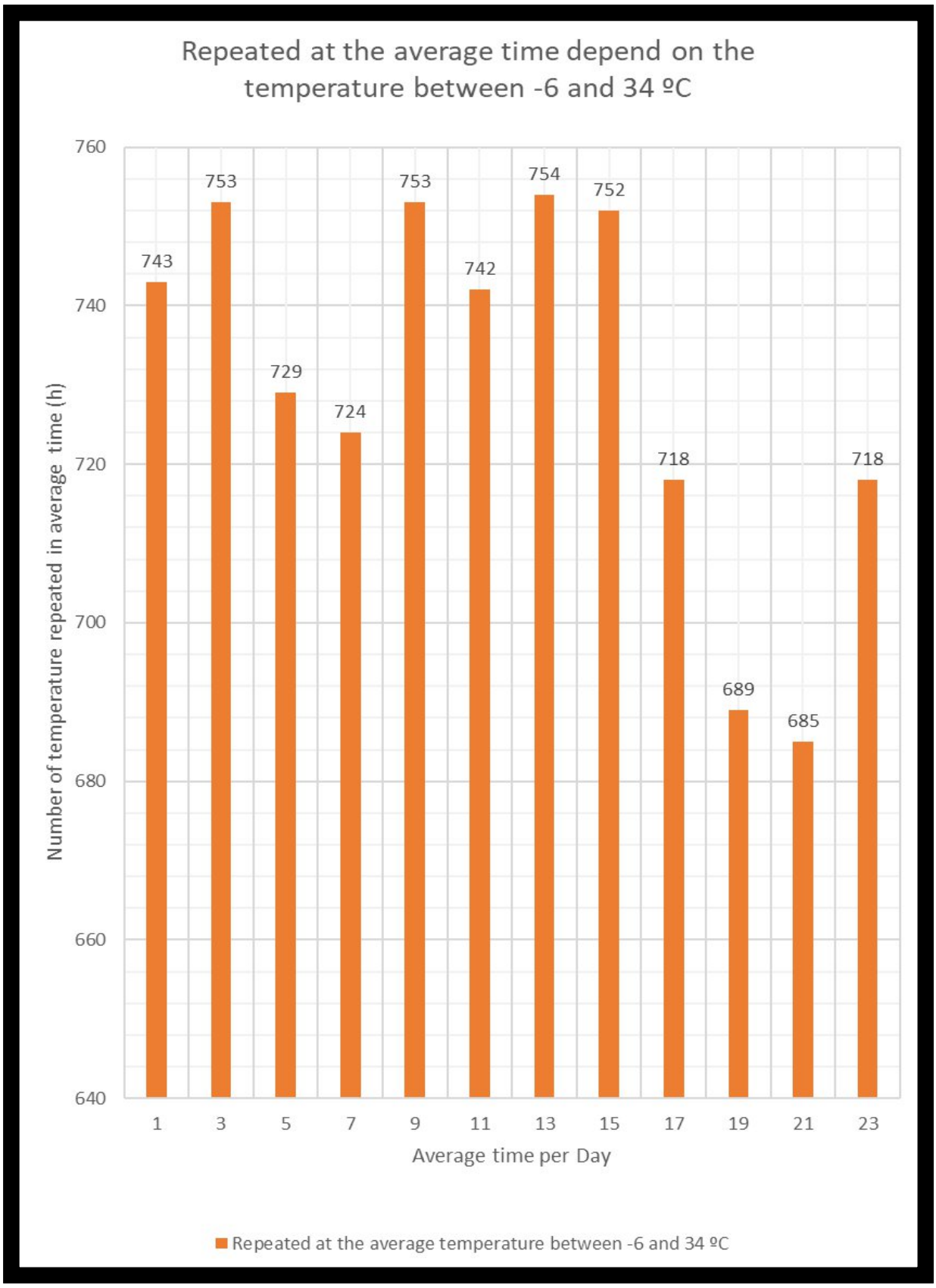
İstanbul'da iklimlerine göre Bin data çalışmaları Tablo 26, deki gibi çalışmaları yapılmıştır. Bin data çalışmalarında, saatlik, günlük, haftalık, aylık ve yıllık olarak toplam sıcaklığı değerleri saatlik olarak toplanmaktadır. Bu çalışmada, 12 ayın içerisinde bulunan zamanı saat olarak 12 dilim bölünmektedir. Her bir dilimde 2 saatlik, 2 saat aralıklı olarak (örnek. Saat 0-2, 2-4, 4-6, 6-8, 8-10, 10-12, 12-14, 14-16, 16-18, 18-20, 20-22 ve 22-24) sıcaklık derecelerine göre sıcaklıkları 2°C aralıklı olarak bölünerek ayın içerisinde hangi saatleri arasında kaç derece sıcaklığına kaç saat görüldüğünü hesaplanmaktadır. Bu durumda ayın içerisinde toplam sıcaklığın kaç saat görülmüş olduğu hesaplanmaktadır.

İstanbul Göztepe istasyondan alınan 25 yıllık Meteoroloji Müdürlüğün verileri göre ortalama yıllık tekrarlanan süreleri şekil 21.de göstermektedir. Şekil 29.de en düşük tekrarlanan süre 2 saat olup ortalama 33ºC, Haziran ayında bulunmaktadır. Ortalama 13ºC de en yüksek tekrarlama olup toplam 793 saat olarak görünmektedir.

Ortalama -5ºC de tekrarlanan süre toplam 17 saat, -3ºC de tekrarlanan süre toplam 76 saat, -1ºC de tekrarlanan süre toplam 167 saat, 1ºC de tekrarlanan süre toplam 424 saat, 3ºC de tekrarlanan süre toplam 484 saat, 5ºC de tekrarlanan süre toplam 775 saat, 7ºC ve 11ºC de

tekrarlanan süre toplam 647 saat, 9ºC de tekrarlanan süre toplam 710 saat, 15ºC de tekrarlanan süre toplam 602 saat, 17ºC de tekrarlanan süre toplam 584 saat, 19ºC de tekrarlanan süre toplam 712 saat, 21ºC de tekrarlanan süre toplam 701 saat, 23ºC de tekrarlanan süre toplam 587 saat, 25ºC de tekrarlanan süre toplam 378 saat, 27ºC de tekrarlanan süre toplam 310 saat, 29ºC de tekrarlanan süre toplam 130 saat ve 31ºC de tekrarlanan süre toplam 14 saat olarak bulunmaktadır.

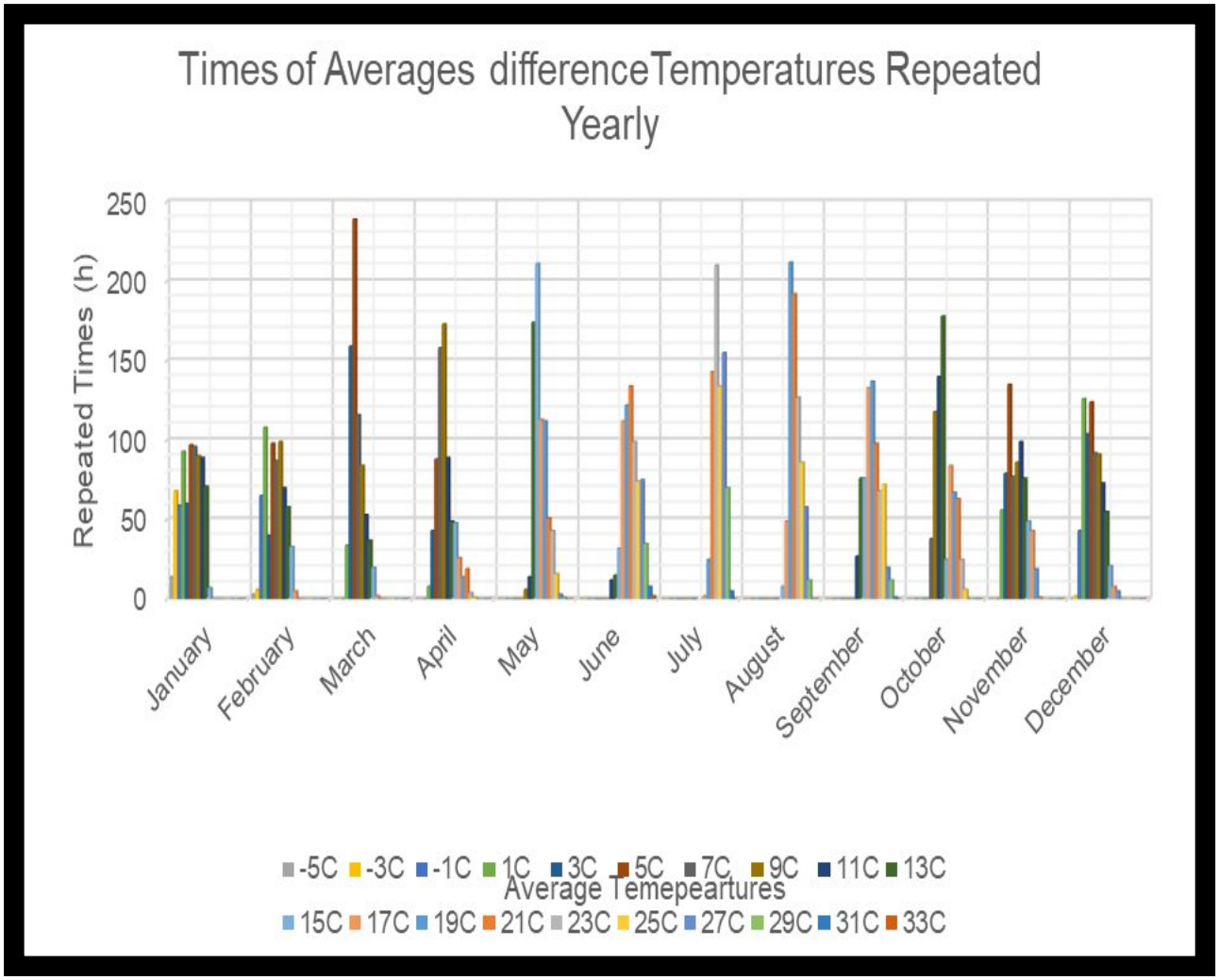
İstanbul ilin sıcaklık derecelerine göre -6°C ile 34°C sıcaklıkların arasında bulunan ili içerisinde tekrarlanan sıcaklıklara Şekil 34'teki gibi gösterilmiştir.



Şekil 34. İstanbul ili için Toplam Yıl içerisinde sıcaklık derece -6ºC ile 34 ºC arasında ortalama tekrarlanan saat ortalamasını gösteren grafik

Şekil 34.te gösterilmiş gibi ortalama saat 21'de en düşük tekrarlama olup toplam 685 kez, saat 1de 743 kez, saat 3 ile 9lerde 753 kez, saat 5 te 729 kez, saat 7 de 724 kez, saat 13 te en yüksek tekrarlama sayısı olup 754 kez, saat 15te 752 kez, saat 17 de 718 kez, saat 19 de 689 kez ve 23 de 718 kez görünmektedir.

Aylara göre toplam 8760 saatin içerisinde -6 ºC ile 34 ºC arasında bulunan toplam N_{bin} değerleri tablo 22.de hesaplanmıştır. Aylara göre farklı sıcaklıların arasında tekrarlanan süreleri Şekil 35'te gösterilmiştir



Şekil 35. İstanbul ili için Aylara göre Yıl içerisinde f.arklı sıcaklıklarında tekrarlama süreleri gösteren grafik

Bu incelemelerinden bulunan verileri göre, Ocak ayında toplam Nbin değeri 744 saat, ortalama -5 ºC de 14 saat, -3 ºC de 68 saat, -1 ºC de 59 saat, 1 ºC de 93 saat, 3 ºC de 60 saat, 5

ºC de 97 saat, 7 ºC de 96 saat, 9 ºC de 90 saat, 11 ºC de 89 saat, 13 ºC de 71 saat ve 15 ºC de 7 saat görünmekte olup Ocak ayın en yüksek sıcaklığı 15ºC görünmektedir.

Şubat ayında toplam Nbin değeri 672 saat, ortalama -5 ºC de 3 saat, -3 ºC de 6 saat, -1 ºC de 65 saat, 1 ºC de 108 saat, 3 ºC de 40 saat, 5 ºC de 98 saat, 7 ºC de 87 saat, 9 ºC de 99 saat, 11 ºC de 70 saat, 13 ºC de 58 saat ve 15 ºC de33 saat ve 17 ºC de 5 saat görünmekte olup Şubat ayın en yüksek sıcaklığı 17ºC görünmektedir.

Mart ayında toplam Nbin değeri 744 saat, ortalama sıcaklık 1 ºC de 34 saat, 3 ºC de 159 saat, 5 ºC de 239 saat, 7 ºC de 116 saat, 9 ºC de 84 saat, 11 ºC de 53 saat, 13 ºC de 37 saat ve 15 ºC de20 saat ve 17ºC de 2 saat görünmekte olup Mart ayın en yüksek sıcaklığı 17ºC ve en düşük ortalama sıcaklığı 1 derece görünmektedir.

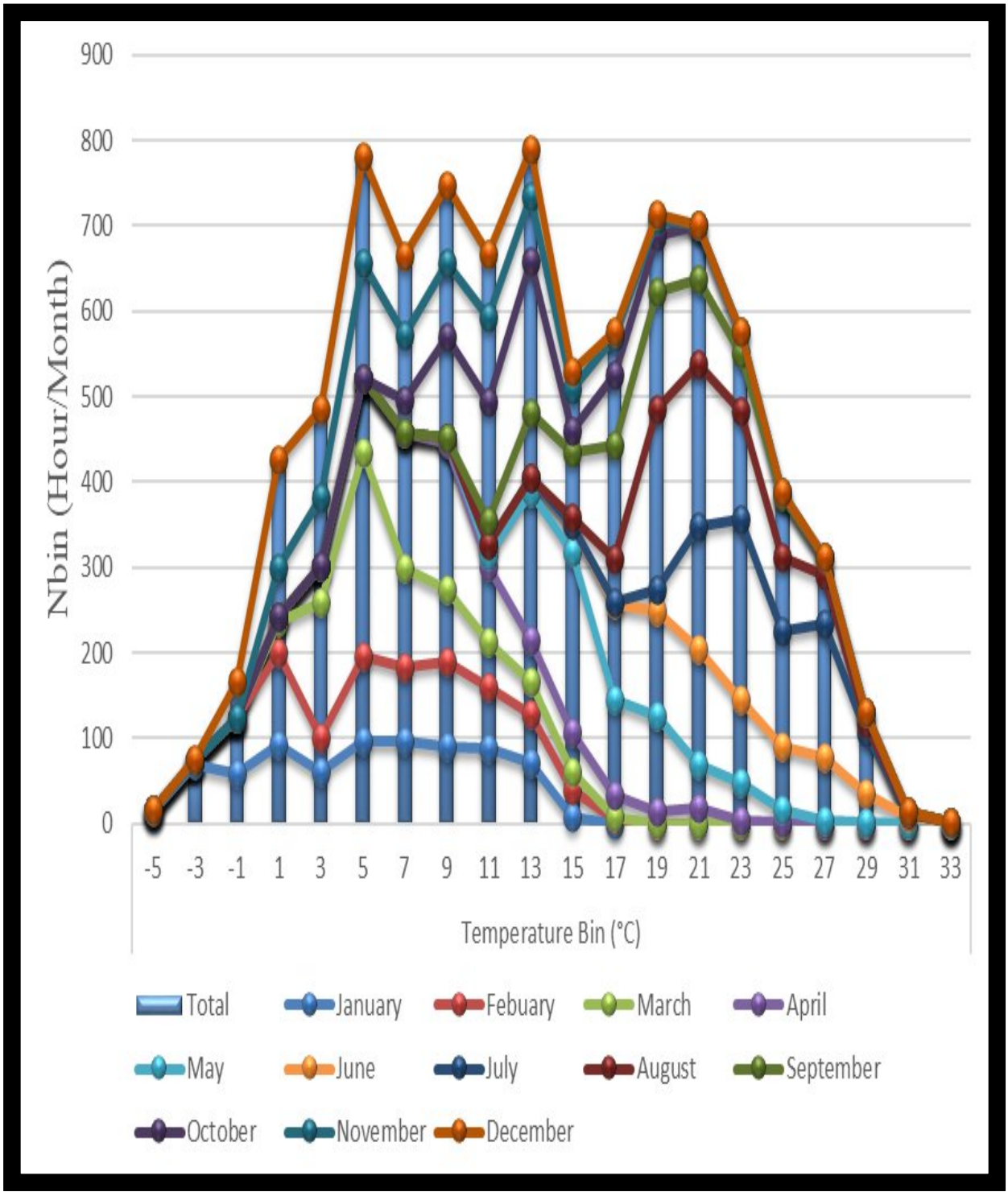
Nisan ayında toplam Nbin değeri 720 saat, ortalama sıcaklık 1 ºC de 8 saat, 3 ºC de 43 saat, 5 ºC de 88 saat, 7 ºC de 158 saat, 9 ºC de 173 saat, 11 ºC de 89 saat, 13 ºC de 49 saat, 15 ºC de 48 saat, 17ºC de 26 saat, 19 ºC de 14 saat, 21ºC de 19 saat, 23 ºC de 4 saat, ve 25ºC de 1 saat, görünmekte olup Nisan ayın en yüksek sıcaklığı 25ºC ve en düşük ortalama sıcaklığı 1 derece görünmektedir.

Mayıs ayında toplam Nbin değeri 744 saat, ortalama sıcaklık 9 ºC de 6 saat, 11 ºC de 14 saat, 13 ºC de 174 saat, 15 ºC de 211 saat, 17 ºC de 113 saat, 19 ºC de 112 saat, 21 ºC de 51 saat, 23 ºC de 43 saat, 25ºC de 16 saat, 27 ºC de 3 saat, 29ºC de 1 saat görünmekte olup Mayıs ayın en yüksek sıcaklığı 29ºC ve en düşük ortalama sıcaklığı 9 derece görünmektedir.

Haziran ayında toplam Nbin değeri 720 saat, ortalama sıcaklık 11 ºC de 12 saat, 13 ºC de 15 saat, 15 ºC de 32 saat, 17 ºC de 112 saat, 19 ºC de 134 saat, 21 ºC de 99 saat, 23 ºC de 122 saat, 25ºC de 75 saat, 27 ºC de 74 saat, 29ºC de 35 saat, 31 ºC de 8 saat, 33ºC de 2 saat, görünmekte olup Haziran ayın en yüksek sıcaklığı 33ºC ve en düşük ortalama sıcaklığı 11 derece görünmektedir.

Temmuz ayında toplam Nbin değeri 744 saat, ortalama sıcaklık 17 ºC de 2 saat, 19 ºC de 25 saat, 21 ºC de 143 saat, 23 ºC de 210 saat, , 25 ºC de 134 saat, 27 ºC de 155 saat, 29 ºC de 70 saat, 31 ºC de 5 saat, görünmekte olup Temmuz ayın en yüksek sıcaklığı 31ºC ve en düşük ortalama sıcaklığı 17 derece görünmektedir.

12 aylık NBin değerleri ayları göre Şekil 36'da gösterilmiştir.



Şekil 36. İstanbul ilin Yıllık Toplam N_{bin} değerler (saat/yıl) olarak 12 ayın zaman dilimleri içinde gösteren grafik

Şekil 36 'da gösterilmiş 12 ayın NBin dereğleri ayrıntılı olarak belirlemiştir.

Aylara göre BIN data hesaplamaları aşağıdaki tablolarında ayları göre gösterilmiştir.

Ağustos ayında toplam Nbin değeri 744 saat, ortalama sıcaklık 15 ºC de 8 saat, 17 ºC de 49 saat 19 ºC de 212 saat, 21 ºC de 192 saat, 23 ºC de 127 saat, , 25 ºC de 86 saat, 27 ºC de 56 saat, 29 ºC de 12 saat, görünmekte olup Ağustos ayın en yüksek sıcaklığı 29ºC ve en düşük ortalama sıcaklığı 15 derece görünmektedir.

Eylül ayında toplam Nbin değeri 720 saat, , ortalama sıcaklık 11 ºC de 27 saat, 13 ºC de 76 saat 15 ºC de 76 saat, 17 ºC de 192 saat, 19 ºC de 127 saat, , 21 ºC de 98 saat, 23 ºC de 68 saat, 25 ºC de 72 saat, , ortalama sıcaklık 27 ºC de 20 saat, 29 ºC de 12 saat 31 ºC de 1 saat, görünmekte olup Eylül ayın en yüksek sıcaklığı 31ºC ve en düşük ortalama sıcaklığı 11 derece görünmektedir.

Ekim ayında toplam Nbin değeri 744 saat, ortalama sıcaklık 7 ºC de 38 saat, 9 ºC de 118 saat 11 ºC de 140 saat, 13 ºC de 178 saat, 15 ºC de 25 saat, , 17 ºC de 84 saat, 19 ºC de 67 saat, 21 ºC de 63 saat, , ortalama sıcaklık 23 ºC de 25 saat, 25 ºC de 6 saat, görünmekte olup Ekim ayın en yüksek sıcaklığı 25ºC ve en düşük ortalama sıcaklığı 7 derece görünmektedir.

Kasım ayında toplam Nbin değeri 720 saat, ortalama sıcaklığı 1 ºC de 56 saat, 3 ºC de 79 saat 5 ºC de 135 saat, 7 ºC de 192 saat, 9 ºC de 127 saat, , 11 ºC de 79 saat, 13 ºC de 96 saat, 15 ºC de 49 saat, , ortalama sıcaklık 17 ºC de 43 saat, 19 ºC de 19 saat 21 ºC de 1 saat, görünmekte olup Kasım ayın en yüksek sıcaklığı 21ºC ve en düşük ortalama sıcaklığı 1 derece görünmektedir.

Aralık ayında toplam Nbin değeri 744 saat, , ortalama sıcaklık -3 ºC de 2 saat, -1 ºC de 43 saat 1 ºC de 126 saat, 3 ºC de 104 saat, 5 ºC de 124 saat, , 7 ºC de 91 saat, 9 ºC de 92 saat, 11 ºC de 55 saat, , 13 ºC de 72 saat, 15 ºC de 21 saat 17 ºC de 8 saat, ve 19°C de 5 saat görünmekte olup Aralık ayın en yüksek sıcaklığı 19ºC ve en düşük ortalama sıcaklığı -3°C e görünmektedir

Yıl içerisinde toplam NBin değeri 8760 saat hesaplanmıştır. Ayları göre tekrarlan süreleri hagi saatlerinde görünmete olduğunun aşağıdaki Tablolarında belirlemiştir. İstanbul ilin Ocakayın içerisinde tekrarlanan saatlara göre NBin değerler Tablo 27.'de gösterilmiştir.

Tablo 27. İstanbul ilin Ocak ayın N_{bin} Değerleri (Saat/Yıl)

Ocak Ay'ın BIN Data - Sıcaklık Derece ve Saat Aralıları													
Ortalama Sıcaklık Derece (˚C)/ Sıcaklık Süre (Saat)	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	Toplam
-5	1	1	3	3	1	0	0	0	1	2	0	2	14
-3	8	6	4	11	6	4	4	4	3	3	6	9	68
-1	4	5	5	5	4	4	3	5	7	8	5	4	59
1	10	12	9	7	7	8	7	8	12	3	5	5	93
3	10	9	9	5	5	4	1	0	1	2	7	7	60
5	11	8	7	9	6	6	8	7	9	10	9	7	97
7	5	5	10	6	8	8	10	14	14	10	3	3	96
9	5	9	7	8	5	10	10	6	7	9	8	6	90
11	0	0	3	5	9	15	15	9	12	12	4	5	89
13	0	0	0	7	12	10	6	5	16	9	6	0	71
15	0	0	0	0	0	2	5	0	0	0	0	0	7
Toplam Süresi	54	55	57	66	63	71	69	58	82	68	53	48	744

İstanbul ilin Ocak ayın NBin değerleri 744 saat/yıl olan değerlerin saat 17.00 cıvarında en çok tekrarlandığı Tablo 27'de görünmektedir. En düşük sıcaklığı olan -5°C toplam 14 kez tekrarlanması İstanbulun en soğut ayı Ocak ayı olarak tespit edilmiştir. Şubat ayın detay NBin değerlerine Tablo 28'de gösterilmiştir.

Tablo 28. İstanbul ilin Şubat ayın N_{bin} Değerleri (Saat/Yıl)

Şubat Ay'ın BIN Data - Sıcaklık Derece ve Saat Aralıları													
Ortalama Sıcaklık Derece (˚C)/ Sıcaklık Süre (Saat)	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	Toplam
-5	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
-3	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
-1	4	5	5	5	4	4	3	5	7	8	10	5	65
1	10	12	12	10	8	8	8	8	7	8	9	8	108
3	10	8	8	5	0	0	0	0	0	0	4	5	40
5	11	8	8	9	7	7	10	7	10	10	7	4	98
7	4	5	9	5	7	7	10	13	12	10	3	2	87
9	5	10	6	9	5	10	12	10	10	9	7	6	99
11	0	0	3	5	10	15	12	7	5	5	3	5	70
13	0	0	0	9	10	7	3	1	14	6	8	0	58
15	0	0	0	0	2	11	15	5	0	0	0	0	33
17	0	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	5
Toplam Süresi	47	51	54	57	53	70	77	56	65	56	51	35	672

İstanbul ilin Şubat ayın NBin değerleri 672 saat/yıl olan değerlerin saat 13.00 cıvarında en çok tekrarlandığı Tablo 28'de görünmektedir. En düşük sıcaklığı olan -5°C toplam 3 kez tekrarlanmaktadır. En yüksek sıcaklığı 17°C olduğu tespit edilmiştir. Mart ayın detay NBin değerlerine Tablo 29'da gösterilmiştir**.**

Tablo 29. İstanbul ilin Mart ayın N_{bin} Değerleri (Saat/Yıl)

Martt Ay'ın BIN Data - Sıcaklık Derece ve Saat Aralıları													
Ortalama Sıcaklık Derece (˚C)/ Sıcaklık Süre (Saat)	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	oplam
1	5	3	3	3	2	0	0	0	0	2	8	8	34
3	3	12	16	11	10	5	1	37	23	21	10	10	159
5	19	29	21	15	16	16	21	15	15	17	31	24	239
7	11	13	14	15	14	10	8	0	1	4	10	16	116
9	13	9	8	9	10	6	0	0	0	2	11	16	84
11	4	10	5	10	4	0	0	0	0	0	10	10	53
13	2	0	0	7	9	0	0	0	4	7	7	1	37
15	0	0	0	0	3	6	6	5	0	0	0	0	20
17	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2
Toplam Süresi	57	76	67	70	68	44	37	57	43	53	87	85	744

Tablo 29'da gösterilmiş gibi İstanbul ilin Mart ayın NBin değerleri 744 saat/yıl olan değerlerin saat 21.00 cıvarında en çok tekrarlandığı Tablo 29'da görünmektedir. En düşük sıcaklığı olan 1°C toplam 34 kez tekrarlanmaktadır. En yüksek sıcaklığı 17°C olduğu tespit edilmiştir. Nisan ayın detay NBin değerlerine Tablo 30'da gösterilmiştir**.**

Tablo 30. İstanbul ilin Nisan ayın N_{bin} Değerleri (Saat/Yıl)

Nisan Ay'ın BIN Data - Sıcaklık Derece ve Saat Aralıları													
Ortalama Sıcaklık Derece (˚C)/ Sıcaklık Süre (Saat)	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	Toplam
1	1	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8
3	2	11	10	7	0	0	0	0	0	0	7	6	43
5	10	6	8	8	6	8	0	0	6	7	15	14	88
7	14	17	15	22	18	13	6	5	8	5	15	20	158
9	24	12	11	9	13	11	16	20	10	12	15	20	173
11	10	10	14	10	6	1	5	4	3	3	13	10	89
13	20	15	5	0	0	0	0	0	0	0	4	5	49
15	6	6	4	6	6	0	0	0	0	0	0	20	48
17	2	6	7	4	3	1	1	1	0	0	0	1	26
19	0	0	3	10	1	0	0	0	0	0	0	0	14
21	0	0	0	0	0	2	15	2	0	0	0	0	19
23	0	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	4
25	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Toplam Süresi	89	86	80	76	53	37	46	33	27	27	69	97	720

Tablo 30'da gösterilmiş gibi İstanbul ilin Nisan ayın NBin değerleri 720 saat/yıl olan değerlerin saat 23.00 cıvarında en çok tekrarlandığı Tablo 30'da görünmektedir. En düşük sıcaklığı olan 1°C toplam 34 kez tekrarlanmaktadır. En yüksek sıcaklığı 25°C olduğu tespit edilmiştir. Mayıs ayın detay NBin değerlerine Tablo 31'da gösterilmiştir

Tablo 31. İstanbul ilin Mayıs ayın N_{bin} Değerleri (Saat/Yıl)

Mayıs Ay'ın BIN Data - Sıcaklık Derece ve Saat Aralıları													
Ortalama Sıcaklık Derece (˚C)/ Sıcaklık Süre (Saat)	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	Toplam
9	0	0	0	0	1	0	0	0	5	0	0	0	6
11	6	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
13	20	20	35	10	5	10	15	13	5	10	13	18	174
15	10	10	11	15	15	13	10	20	33	20	33	21	211
17	12	11	14	10	10	7	7	12	5	7	8	10	113
19	10	10	14	10	10	10	3	1	4	7	15	18	112
21	9	9	6	4	3	4	10	4	2	0	0	0	51
23	0	0	0	3	8	6	6	7	1	12	0	0	43
25	0	0	0	0	0	0	12	4	0	0	0	0	16
27	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3
29	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Toplam Süresi	67	65	83	52	52	50	67	61	55	56	69	67	744

Tablo 31’da gösterilmiş gibi İstanbul ilin Mayıs ayın NBin değerleri 744 saat/yıl olan değerlerin saat 21.00 cıvarında en çok tekrarlandığı Tablo 31’da görünmektedir. En düşük sıcaklığı olan 9°C toplam 6 kez tekrarlanmaktadır. En yüksek sıcaklığı 29°C olduğu tespit edilmiştir. Haziran ayın detay NBin değerlerine Tablo 32’da gösterilmiştir

Tablo 32. İstanbul ilin Haziran ayın N_{bin} Değerleri (Saat/Yıl)

Haziran Ay'ın BIN Data - Sıcaklık Derece ve Saat Aralıları													
Ortalama Sıcaklık Derece (˚C)/ Sıcaklık Süre (Saat)	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	Toplam
11	11	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
13	11	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
15	10	10	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32
17	12	12	10	12	15	10	7	10	10	4	0	10	112
19	14	16	15	10	10	10	3	1	4	10	15	14	122
21	12	10	10	10	8	8	0	10	17	20	16	13	134
23	10	6	6	7	10	6	7	7	2	14	15	9	99
25	0	0	0	6	10	18	5	10	13	12	0	0	74
27	0	0	0	0	10	15	15	10	24	1	0	0	75
29	0	0	0	0	4	5	12	12	0	2	0	0	35
31	0	0	0	0	0	1	3	1	2	1	0	0	8
33	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2
Toplam	80	59	53	45	67	74	52	62	72	64	46	46	720

Tablo 32’da gösterilmiş gibi İstanbul ilin Haziran ayın NBin değerleri 720 saat/yıl olan değerlerin saat 01.00 cıvarında en çok tekrarlandığı Tablo 32’da görünmektedir. En düşük sıcaklığı olan 11°C toplam 12 kez tekrarlanmaktadır. En yüksek sıcaklığı 33°C olduğu tespit edilmiştir. Yıllın içerisinde en sıcak ayı Ağustos ayı olmasına rağmen en yüksek sıcaklığı Haziran ayında görünmektedir. Temmuz ayın detay NBin değerlerine Tablo 33’te gösterilmiştir

Tablo 33. İstanbul ilin Temmuz ayın N_{bin} Değerleri (Saat/Yıl)

Temmuz Ay'ın BIN Data - Sıcaklık Derece ve Saat Aralıları													
Ortalama Sıcaklık Derece (˚C)/ Sıcaklık Süre (Saat)	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	oplam
17	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
19	10	10	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25
21	12	11	14	10	8	8	0	10	17	23	9	21	143
23	20	10	10	33	22	12	13	14	15	15	24	22	210
25	2	0	0	17	36	9	8	16	14	21	9	2	134
27	0	0	0	4	17	26	20	44	40	2	0	2	155
29	0	0	0	0	0	14	22	25	6	1	2	0	70
31	0	0	0	0	0	0	4	1	0	0	0	0	5
Toplam	46	31	29	64	83	69	67	110	92	62	44	47	744

Tablo 33'da gösterilmiş gibi İstanbul ilin Temmuz ayın NBin değerleri 744 saat/yıl olan değerlerin saat 17.00 cıvarında en çok tekrarlandığı Tablo 33'da görünmektedir. En düşük sıcaklığı olan 17°C toplam 2 kez tekrarlanmaktadır. En yüksek sıcaklığı 31°C olduğu tespit edilmiştir. Yıllın içerisinde en sıcak aylarından biri olarak bilinmektedir. Ağustos ayın detay NBin değerlerine Tablo 34'te gösterilmiştir

Tablo 34. İstanbul ilin Ağustos ayın N_{bin} Değerleri (Saat/Yıl)

Ağustos Ay'ın BIN Data - Sıcaklık Derece ve Saat Aralıları													
Ortalama Sıcaklık Derece (˚C)/ Sıcaklık Süre (Saat)	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	oplam
15	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
17	15	12	6	5	5	1	0	0	0	0	0	5	49
19	19	24	20	15	21	20	15	15	22	23	15	3	212
21	20	20	14	10	8	7	2	5	19	20	41	26	192
23	3	7	9	12	9	8	10	11	12	15	21	10	127
25	0	0	0	9	13	19	4	10	21	10	0	0	86
27	0	0	0	0	10	20	15	10	2	1	0	0	58
29	0	0	0	0	0	3	6	3	0	0	0	0	12
Toplam	63	65	49	51	66	78	52	54	76	69	77	44	744

Tablo 34’da gösterilmiş gibi İstanbul ilin Ağustos ayın NBin değerleri 744 saat/yıl olan değerlerin saat 11.00 cıvarında en çok tekrarlandığı Tablo 34’da görünmektedir. En düşük sıcaklığı olan 15°C toplam 8 kez tekrarlanmaktadır. En yüksek sıcaklığı 29°C olduğu tespit edilmiştir. Yıllın en sıcak ayı olarak bilinmektedir. Eylül ayın detay NBin değerlerine Tablo 35’te gösterilmiştir

Tablo 35. İstanbul ilin Eylül ayın N_{bin} Değerleri (Saat/Yıl)

Eylül Ay'ın BIN Data - Sıcaklık Derece ve Saat Aralıları													
Ortalama Sıcaklık Derece (˚C)/ Sıcaklık Süre (Saat)	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	oplam
11	6	4	5	8	0	0	0	0	0	0	0	4	27
13	19	21	10	2	2	0	0	0	3	5	6	8	76
15	10	9	13	13	8	2	0	0	0	0	0	21	76
17	10	10	13	18	9	6	8	5	10	15	16	13	133
19	10	10	10	8	8	10	15	15	13	10	10	18	137
21	16	14	14	10	8	6	6	6	1	0	0	17	98
23	2	2	5	12	3	3	7	7	6	1	10	10	68
25	0	0	0	7	11	10	8	10	16	10	0	0	72
27	0	0	0	0	0	2	16	2	0	0	0	0	20
29	0	0	0	0	0	3	6	3	0	0	0	0	12
31	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Toplam	73	70	70	78	49	42	67	48	49	41	42	91	720

Tablo 35’da gösterilmiş gibi İstanbul ilin Eylül ayın NBin değerleri 720 saat/yıl olan değerlerin saat 23.00 cıvarında en çok tekrarlandığı Tablo 35’da görünmektedir. En düşük sıcaklığı olan 11°C toplam 27 kez tekrarlanmaktadır. En yüksek sıcaklığı 31°C olduğu tespit edilmiştir. Ekim ayın detay NBin değerlerine Tablo 36’te gösterilmiştir

Tablo 36. İstanbul ilin Ekim ayın N_{bin} Değerleri (Saat/Yıl)

Ekim Ay'ın BIN Data - Sıcaklık Derece ve Saat Aralıları													
Ortalama Sıcaklık Derece (˚C)/ Sıcaklık Süre (Saat)	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	oplam
7	9	8	8	5	0	0	0	0	0	0	6	2	38
9	10	10	7	9	7	3	26	13	9	4	10	10	118
11	17	20	17	24	10	5	3	3	10	5	16	10	140
13	10	40	35	2	8	10	5	7	5	10	13	33	178
15	3	0	0	6	6	2	2	2	4	0	0	0	25
17	4	4	8	4	5	10	5	5	9	17	7	6	84
19	1	6	5	3	6	5	8	8	7	10	5	3	67
21	10	8	10	2	8	5	12	5	0	0	0	3	63
23	0	0	2	2	1	5	7	5	3	0	0	0	25
25	0	0	0	0	0	0	4	2	0	0	0	0	6
Toplam	64	96	92	57	51	45	72	50	47	46	57	67	744

Tablo 36'da gösterilmiş gibi İstanbul ilin Ekim ayın NBin değerleri 744 saat/yıl olan değerlerin saat 05.00 cıvarında en çok tekrarlandığı Tablo 36'da görünmektedir. En düşük sıcaklığı olan 7°C toplam 38 kez tekrarlanmaktadır. En yüksek sıcaklığı 25°C olduğu tespit edilmiştir. Kasım ayın detay NBin değerlerine Tablo 37'te gösterilmiştir

Tablo 37. İstanbul ilin Kasım ayın N_{bin} Değerleri (Saat/Yıl)

Kasım Ay'ın BIN Data - Sıcaklık Derece ve Saat Aralıları													
Ortalama Sıcaklık Derece (˚C)/ Sıcaklık Süre (Saat)	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	oplam
1	5	3	3	3	3	6	6	5	3	3	8	8	56
3	8	7	6	9	7	12	8	3	1	2	7	9	79
5	16	9	8	7	10	8	15	19	10	14	8	11	135
7	6	5	9	4	5	6	10	8	8	10	3	3	77
9	8	9	7	9	7	10	7	2	2	7	9	9	86
11	0	0	3	10	15	10	6	10	15	15	10	5	99
13	0	0	0	5	6	10	10	26	7	6	6	0	76
15	0	0	0	3	6	6	8	12	14	0	0	0	49
17	0	0	0	0	0	9	10	10	10	2	2	0	43
19	0	0	0	0	3	5	8	3	0	0	0	0	19
21	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Toplam	43	33	36	50	62	82	89	98	70	59	53	45	720

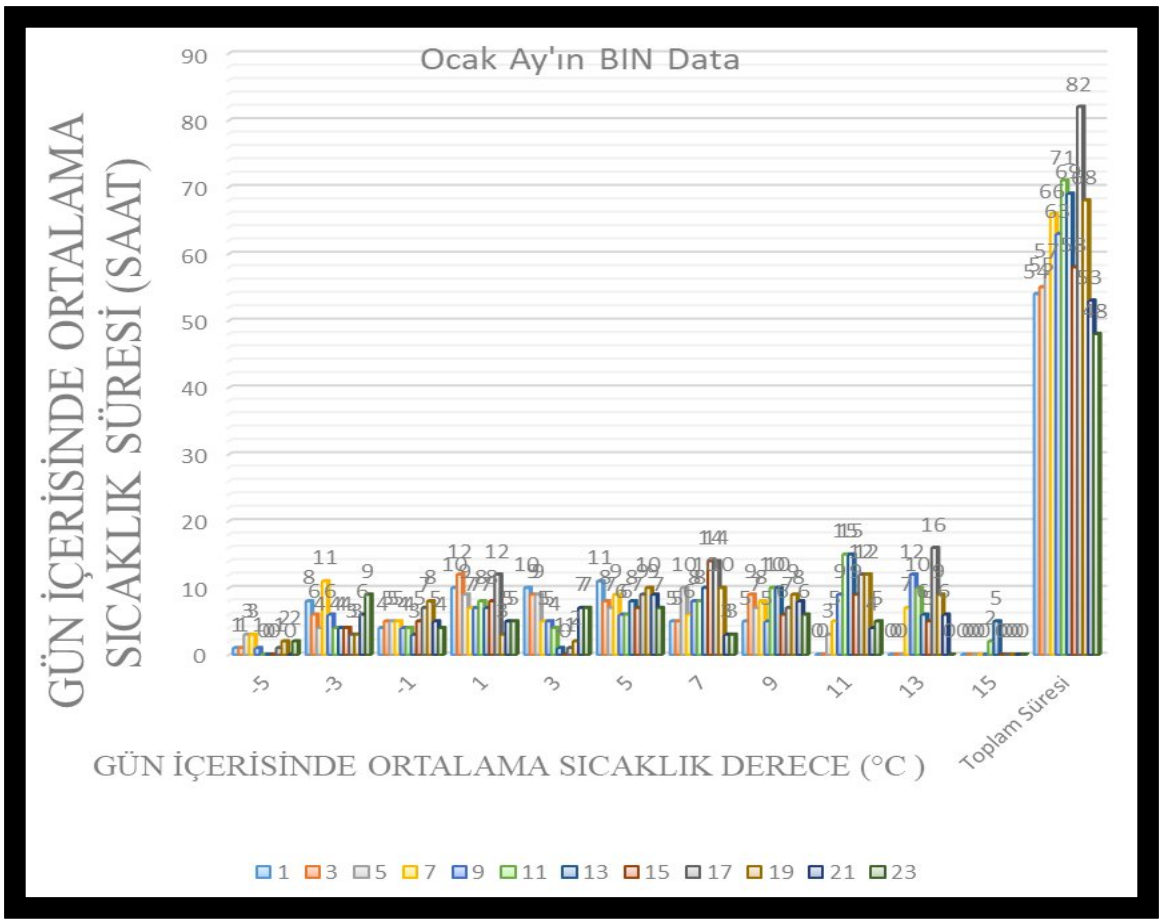
Tablo 37'da gösterilmiş gibi İstanbul ilin Kasım ayın NBin değerleri 720 saat/yıl olan değerlerin saat 15.00 cıvarında en çok tekrarlandığı Tablo 37'da görünmektedir. En düşük sıcaklığı olan 1°C toplam 56 kez tekrarlanmaktadır. En yüksek sıcaklığı 21°C olduğu tespit edilmiştir. Aralık ayın detay NBin değerlerine Tablo 38'te gösterilmiştir

Tablo 38. İstanbul ilin Aralık ayın N_{bin} Değerleri (Saat/Yıl)

Aralık Ay'ın BIN Data - Sıcaklık Derece ve Saat Aralıları													
Ortalama Sıcaklık Derece (˚C)/ Sıcaklık Süre (Saat)	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	Toplam
-3	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
-1	3	4	4	4	4	3	2	3	7	3	2	4	43
1	10	12	20	20	15	7	10	1	2	12	6	11	126
3	10	7	8	8	13	12	10	6	2	9	8	11	104
5	18	9	9	8	9	7	9	13	10	10	10	12	124
7	4	5	9	6	7	9	10	13	13	10	3	3	92
9	7	8	7	9	7	10	10	5	5	9	6	8	91
11	0	0	3	10	10	12	6	12	5	5	5	5	73
13	0	0	0	5	5	8	17	5	4	6	5	0	55
15	0	0	0	2	2	6	4	3	4	0	0	0	21
17	0	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0	8
19	0	0	0	0	2	1	2	0	0	0	0	0	5
Toplam	52	46	61	72	74	79	84	61	52	64	45	54	744

Tablo 38'da gösterilmiş gibi İstanbul ilin Kasım ayın NBin değerleri 744 saat/yıl olan değerlerin saat 13.00 cıvarında en çok tekrarlandığı Tablo 38'da görünmektedir. En düşük sıcaklığı olan -3°C toplam 2 kez tekrarlanmaktadır. En yüksek sıcaklığı 19°C olduğu tespit edilmiştir.

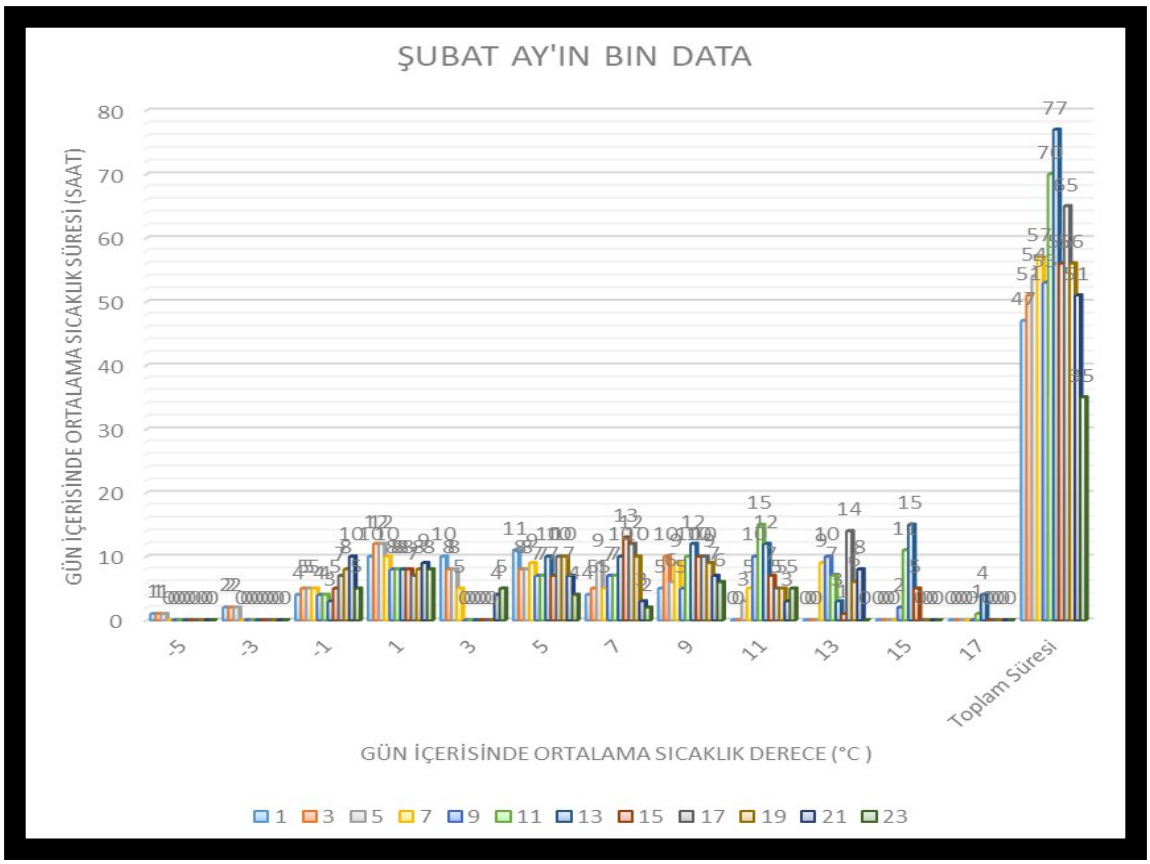
Ocak ayın BIN Data çalışmalarına göre Tablo 22.de gösterilmiş gibi toplam 744 saat olup, gün içerisindeki süreleri 12 dilim olarak bölerek incelemiştir. İnceleme sonucunda, farklı saatlerinde derece sıcaklıkları aşağıdaki gibi belirlemiştir. Nbin değerleri şekil 37.de gösterilmiştir.



Şekil 37. İstanbul ilin Ocak Ayın Toplam N_{bin} değerler (saat/yıl) gösteren grafik

Ortalama -5ºC de 1 saat, -3ºC de 8 saat, -1ºC de 4 saat, 1ºC de 10 saat, 3ºC de 10 saat, 5ºC de 11 saat, 7ºC de 5 saat ve 9ºC de 5 saat olarak görünmektedir. Ortalama saat 1 civarında en yüksek sıcaklığın 11ºC ve en düşük sıcaklığın ise -6ºC. Ocak ayın içerisinde ortalama saat 1 de toplam 54 saat hesaplanmıştır. Ay boyunca ortalama saat 3lerde toplam 55 saat, saat 5lerinde 57 saat, saat 7lerinde de toplam 66 saat, 9 de 63, 11de 71 saat, 13lerinde 69, 15lerinde 58, 17lerinde 82 saat, 19 saatlerinde 68 saat, 21 saatlerinde 53 ve 23 saatlerinde 48 saat olarak tekrarladığını görünmektedir.

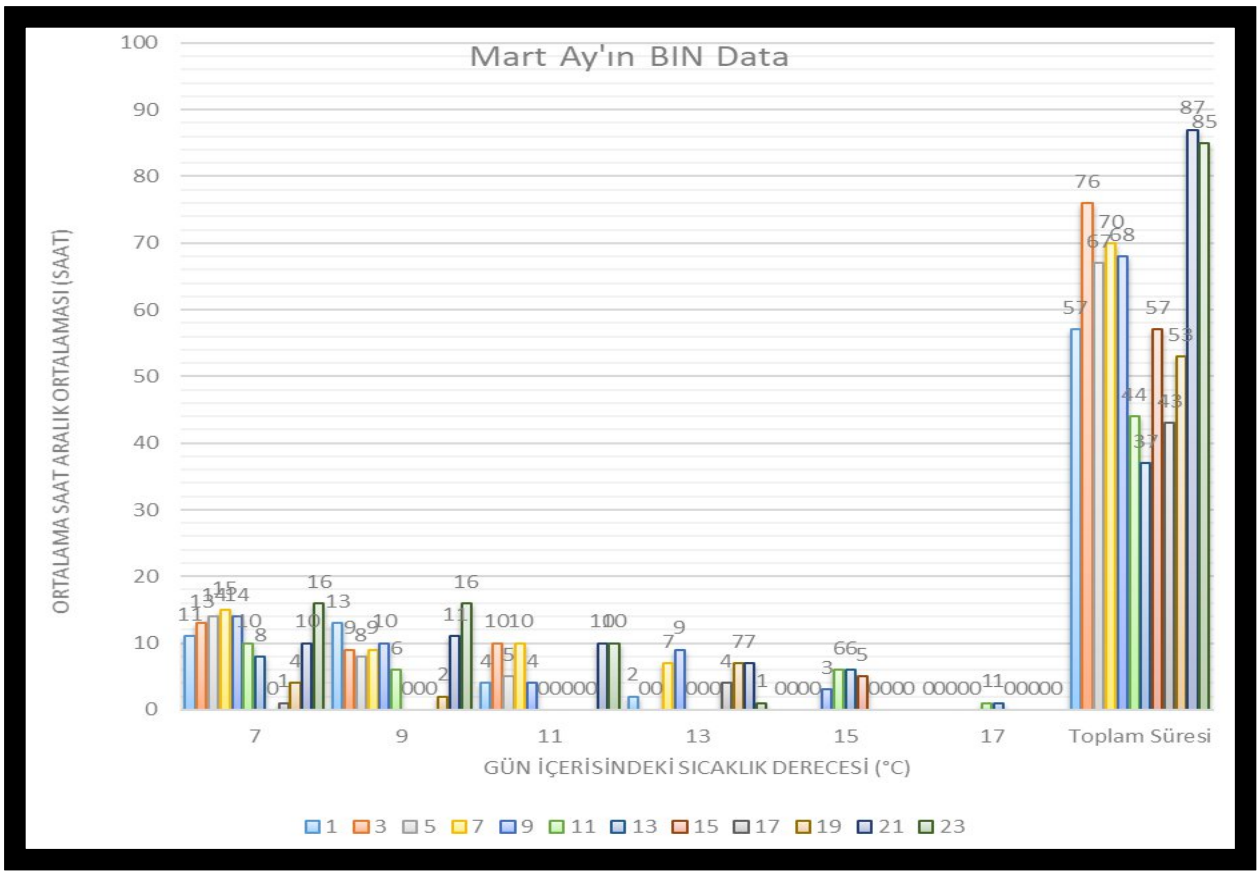
Şubat ayın BIN Data çalışmalarına göre Tablo 28.de gösterilmiş gibi toplam 672 saat olup, gün içerisindeki süreleri 12 dilim olarak bölerek incelemiştir. İnceleme sonucunda, farklı saatlerinde derece sıcaklıkları aşağıdaki gibi belirlemiştir. Nbin değerleri şekil 38.de gösterilmiştir.



Şekil 38. İstanbul ilin Şubat Ayın Toplam N_{bin} değerler (saat/yıl) gösteren grafik

Şubat ayın içerisinde ortalama saat 1 de toplam 47 saat hesaplanmıştır. Ay boyunca ortalama saat 3lerde toplam 51 saat, saat 5lerinde 54 saat, saat 7lerinde de toplam 57 saat, 9 de 53, 11de 70 saat, 13lerinde 77, 15lerinde 56, 17lerinde 65 saat, 19 saatlerinde 58 saat, 21 saatlerinde 51 ve 23 saatlerinde 35 saat olarak tekrarladığını görünmektedir.

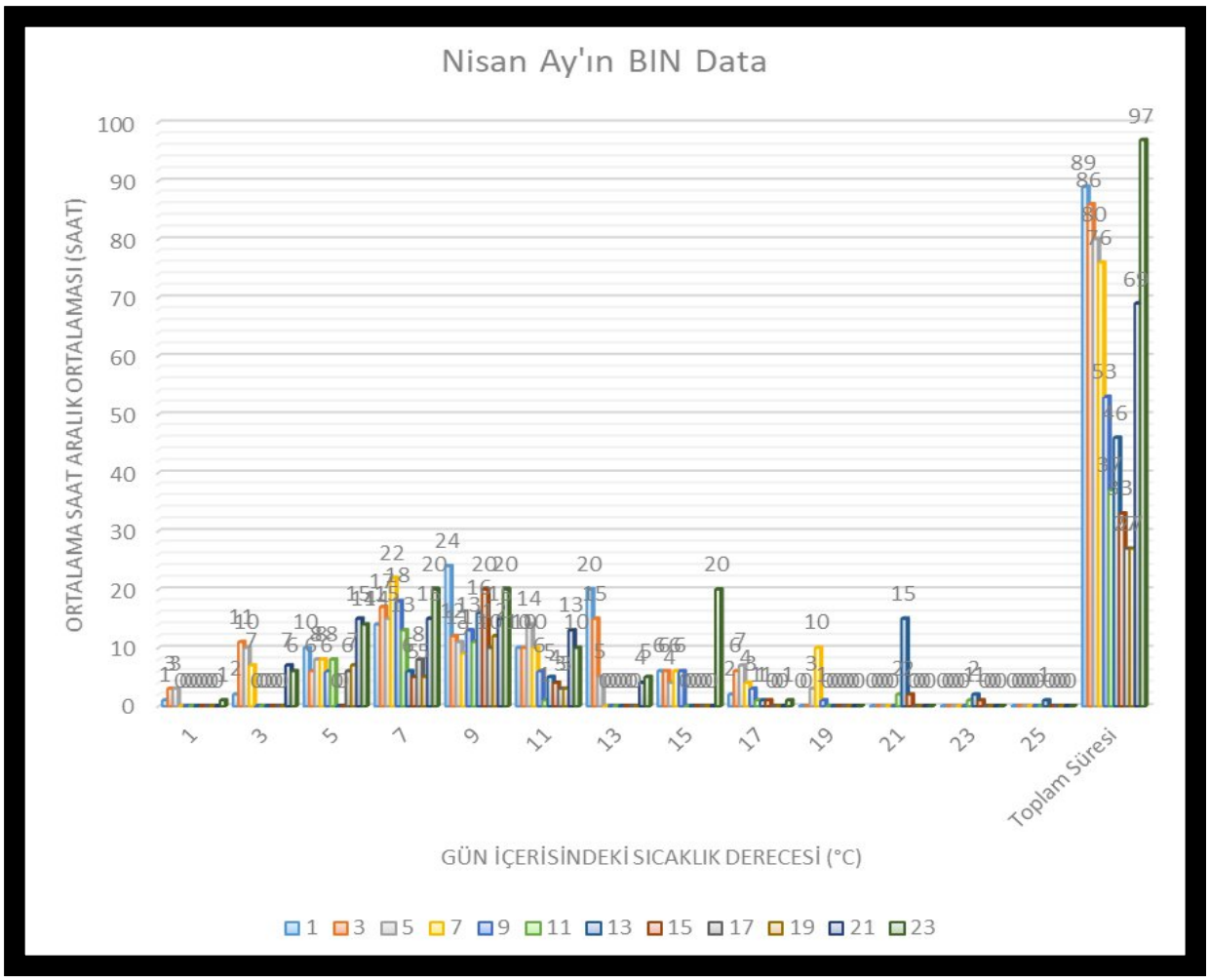
Mart ayın BIN Data çalışmalarına göre Tablo 24.de gösterilmiş gibi toplam 744 saat olup, gün içerisindeki süreleri 12 dilim olarak bölerek incelemiştir. İnceleme sonucunda, farklı saatlerinde derece sıcaklıkları aşağıdaki gibi belirlemiştir. Nbin değerleri şekil 39'da gösterilmiştir.



Şekil 39. İstanbul ilin Mart Ayın Toplam N_{bin} değerler (saat/yıl) gösteren grafik

Şekil 39'da gösterilmiş gibi Mart ayın içerisinde ortalama saat 1 de toplam 57 saat hesaplanmıştır. Ay boyunca ortalama saat 3lerde toplam 76 saat, saat 5lerinde 67 saat, saat 7lerinde de toplam 70 saat, 9 de 68, 11de 44 saat, 13lerinde 37, 15lerinde 57, 17lerinde 43 saat, 19 saatlerinde 53 saat, 21 saatlerinde 87 ve 23 saatlerinde 85 saat olarak tekrarladığını görünmektedir.

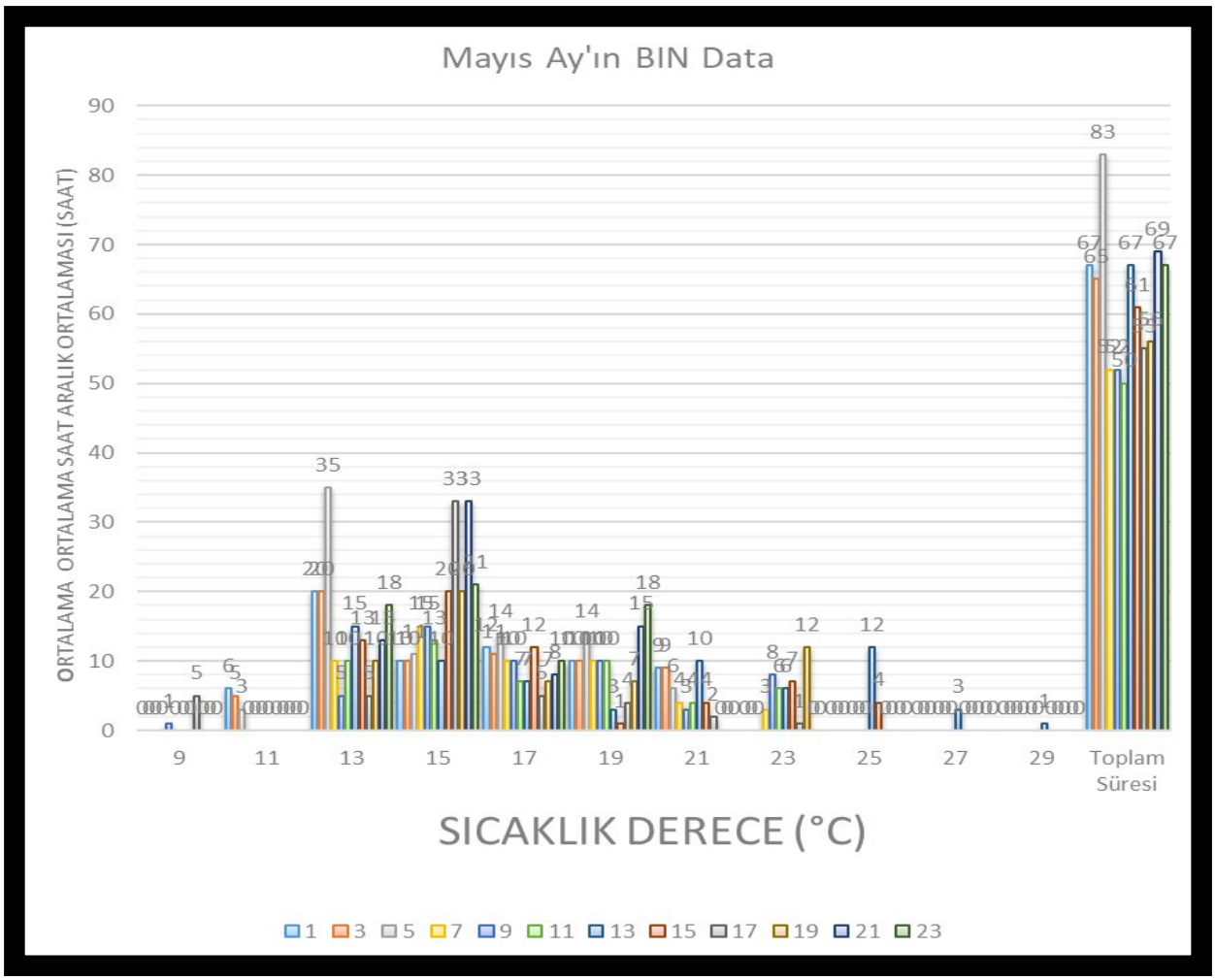
Nisan ayın BIN Data çalışmalarına göre Tablo 25.de gösterilmiş gibi toplam 720 saat olup, gün içerisindeki süreleri 12 dilim olarak bölerek incelemiştir. İnceleme sonucunda, farklı saatlerinde derece sıcaklıkları aşağıdaki gibi belirlemiştir. Nbin değerleri şekil 40'ta gösterilmiştir.



Şekil 40. İstanbul ilin Nisan Ayın Toplam N_{bin} değerler (saat/yıl) gösteren grafik

Şekil 40'ta Nisan ayın içerisinde ortalama saat 1 de toplam 89 saat hesaplanmıştır. Ay boyunca ortalama saat 3lerde toplam 86 saat, saat 5lerinde 80 saat, saat 7lerinde de toplam 76 saat, 9 de 53, 11de 37 saat, 13lerinde 46, 15lerinde 33, 17lerinde 27 saat, 19 saatlerinde 27 saat, 21 saatlerinde 69 ve 23 saatlerinde 97 saat olarak tekrarladığını görünmektedir.

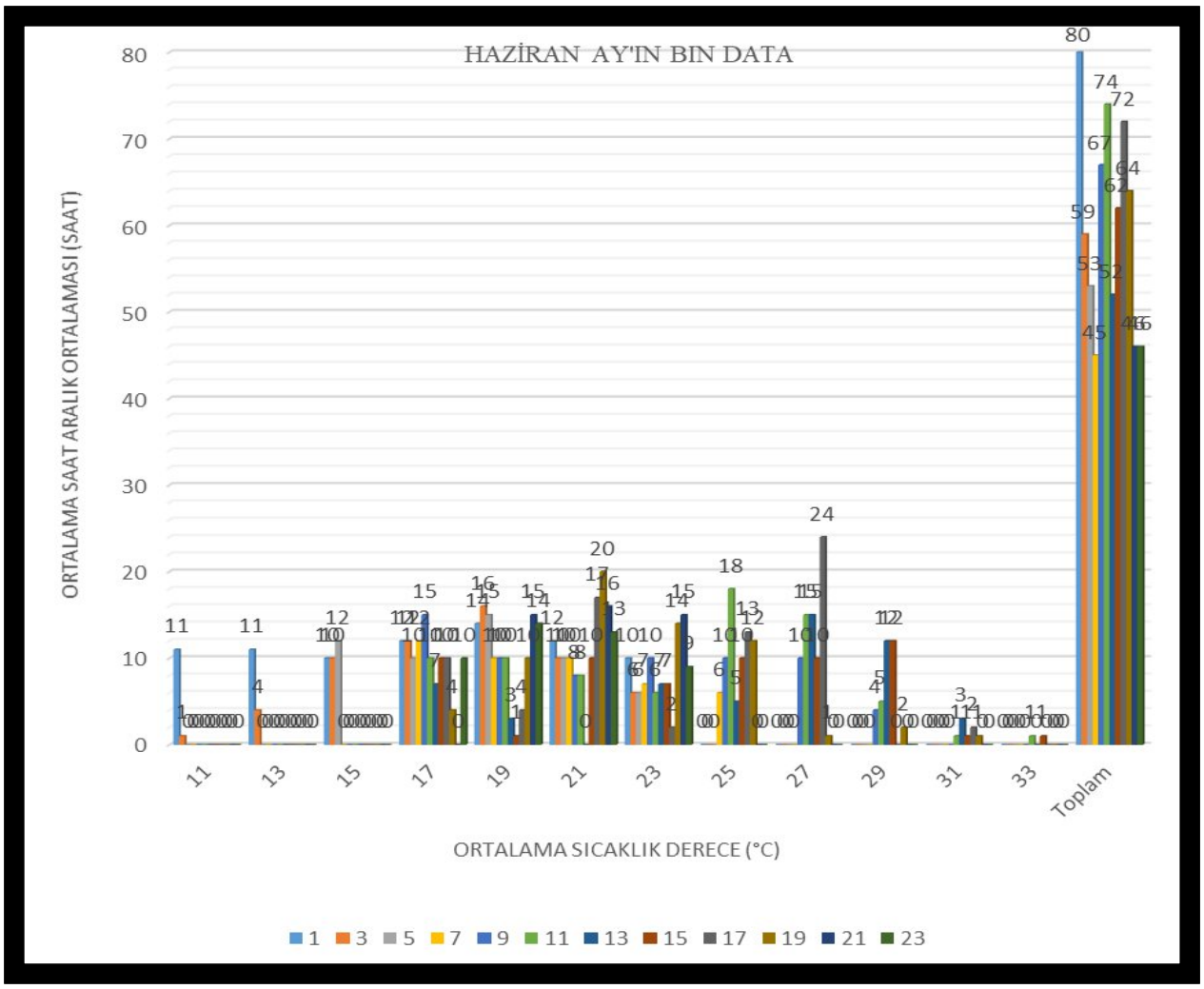
Mayıs ayın BIN Data çalışmalarına göre Tablo 26.de gösterilmiş gibi toplam 744 saat olup, gün içerisindeki süreleri 12 dilim olarak bölerek incelemiştir. İnceleme sonucunda, farklı saatlerinde derece sıcaklıkları aşağıdaki gibi belirlemiştir. Nbin değerleri Şekil 41'.de gösterilmiştir.



Şekil 41. İstanbul ilin Mayıs Ayın Toplam N_{bin} değerler (saat/yıl) gösteren grafik

Şekil 41'te gösterilmiş gibi Mayıs ayın içerisinde ortalama saat 1 de toplam 67 saat hesaplanmıştır. Ay boyunca ortalama saat 3lerde toplam 65 saat, saat 5lerinde 83 saat, saat 7lerinde de toplam 52 saat, 9 de 52, 11de 50 saat, 13lerinde 67, 15lerinde 61, 17lerinde 55 saat, 19 saatlerinde 56 saat, 21 saatlerinde 69 ve 23 saatlerinde 67 saat olarak tekrarladığını görünmektedir.

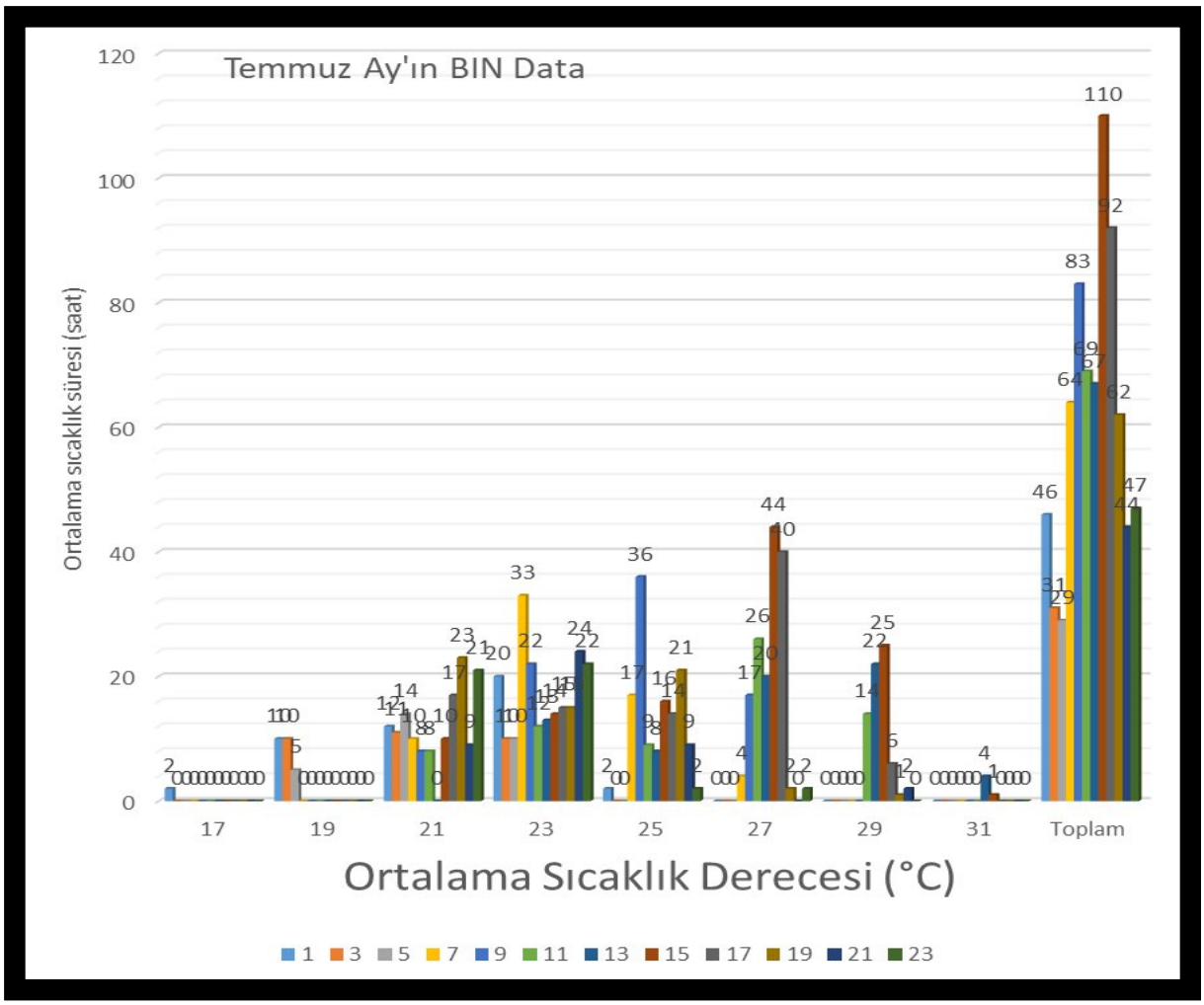
Haziran ayın BIN Data çalışmalarına göre Tablo 27.de gösterilmiş gibi toplam 720 saat olup, gün içerisindeki süreleri 12 dilim olarak bölerek incelemiştir. İnceleme sonucunda, farklı saatlerinde derece sıcaklıkları aşağıdaki gibi belirlemiştir. Nbin değerleri Şekil 42'.de gösterilmiştir.



Şekil 42. İstanbul ilin Haziran Ayın Toplam N_{bin} değerler (saat/yıl) gösteren grafik

Haziran ayın BIN Data çalışmalarına göre Tablo 27'de gösterilmiş gibi toplam 720 saat olup, gün içerisindeki süreleri 12 dilim olarak bölerek incelemiştir. İnceleme sonucunda, farklı saatlerinde derece sıcaklıkları aşağıdaki gibi belirlemiştir. Nbin değerleri Şekil 42.de gösterilmiştir. Haziran ayın içerisinde ortalama saat 1 de toplam 80 saat hesaplanmıştır. Ay boyunca ortalama saat 3lerde toplam 54 saat, saat 5lerinde 53 saat, saat 7lerinde de toplam 45 saat, 9 de 67, 11de 74 saat, 13lerinde 52, 15lerinde 62, 17lerinde 72 saat, 19 saatlerinde 64 saat, 21 saatlerinde 46 ve 23 saatlerinde 46 saat olarak tekrarladığını görünmektedir.

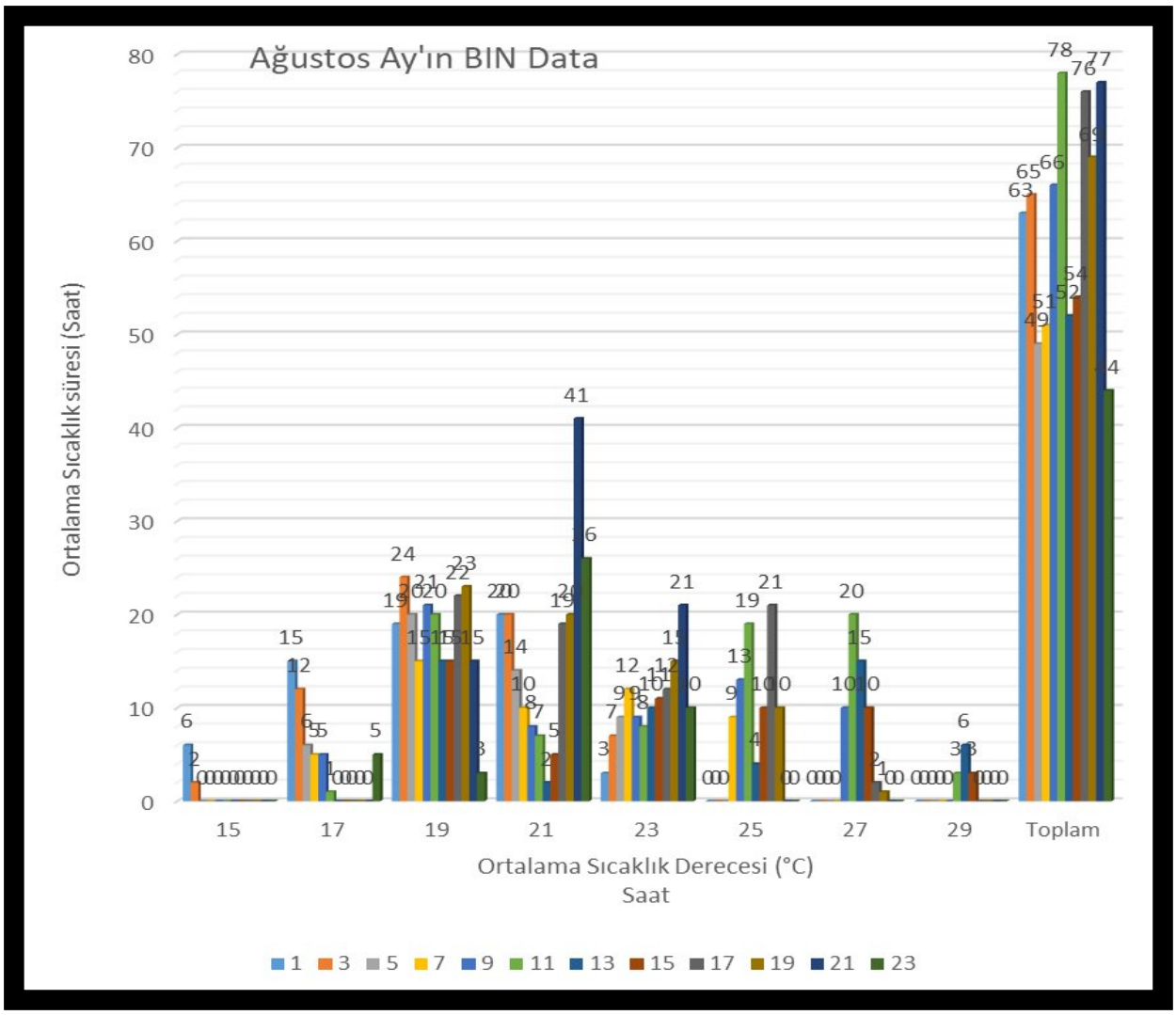
Temmuz ayın BIN Data çalışmalarına göre Tablo 28.de gösterilmiş gibi toplam 744 saat olup, gün içerisindeki süreleri 12 dilim olarak bölerek incelemiştir. İnceleme sonucunda, farklı saatlerinde derece sıcaklıkları aşağıdaki gibi belirlemiştir. Nbin değerleri Şekil 43'.de gösterilmiştir.



Şekil 43. İstanbul ilin Temmuz Ayın Toplam N_{bin} değerler (saat/yıl) gösteren grafik

Temmuz ayın BIN Data çalışmalarına göre Tablo 28'de gösterilmiş gibi toplam 744 saat olup, gün içerisindeki süreleri 12 dilim olarak bölerek incelemiştir. İnceleme sonucunda, farklı saatlerinde derece sıcaklıkları aşağıdaki gibi belirlemiştir. Nbin değerleri Şekil 43'te gösterilmiştir. Temmuz ayın içerisinde ortalama saat 1 de toplam 46 saat hesaplanmıştır. Ay boyunca ortalama saat 3lerde toplam 31 saat, saat 5lerinde 29 saat, saat 7lerinde de toplam 64 saat, 9 de 83, 11de 69 saat, 13lerinde 67, 15lerinde 110, 17lerinde 92 saat, 19 saatlerinde 62 saat, 21 saatlerinde 44 ve 23 saatlerinde 47 saat olarak tekrarladığını görünmektedir.

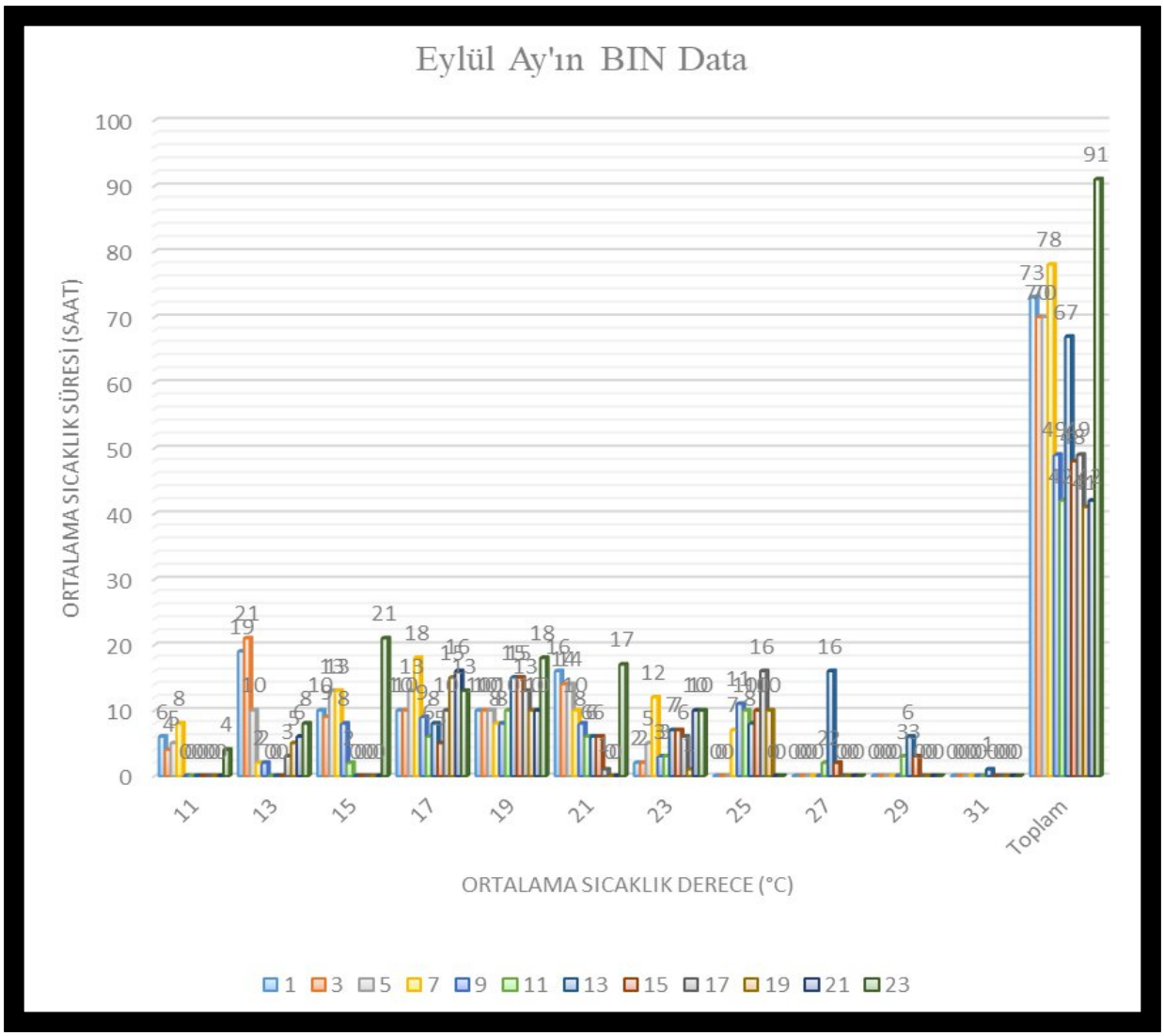
Ağustos ayın BIN Data çalışmalarına göre Tablo 29.de gösterilmiş gibi toplam 744 saat olup, gün içerisindeki süreleri 12 dilim olarak bölerek incelemiştir. İnceleme sonucunda, farklı saatlerinde derece sıcaklıkları aşağıdaki gibi belirlemiştir. Nbin değerleri Şekil 44'te gösterilmiştir



Şekil 44. İstanbul ilin Ağustos Ayın Toplam N_{bin} değerler (saat/yıl) gösteren grafik

Ağustos ayın BIN Data çalışmalarına göre Tablo 29'da gösterilmiş gibi toplam 744 saat olup, gün içerisindeki süreleri 12 dilim olarak bölerek incelemiştir. İnceleme sonucunda, farklı saatlerinde derece sıcaklıkları aşağıdaki gibi belirlemiştir. Nbin değerleri şekil 40.de gösterilmiştir. Ağustos ayın içerisinde ortalama saat 1 de toplam 63 saat hesaplanmıştır. Ay boyunca ortalama saat 3lerde toplam 65 saat, saat 5lerinde 49 saat, saat 7lerinde de toplam 51 saat, 9 de 66, 11de 78 saat, 13lerinde 52, 15lerinde 54, 17lerinde 76 saat, 19 saatlerinde 69 saat, 21 saatlerinde 77 ve 23 saatlerinde 44 saat olarak tekrarladığını görünmektedir.

Eylül ayın BIN Data çalışmalarına göre Tablo 30.da gösterilmiş gibi toplam 720 saat olup, gün içerisindeki süreleri 12 dilim olarak bölerek incelemiştir. İnceleme sonucunda, farklı saatlerinde derece sıcaklıkları aşağıdaki gibi belirlemiştir. Nbin değerleri Şekil 45'.de gösterilmiştir

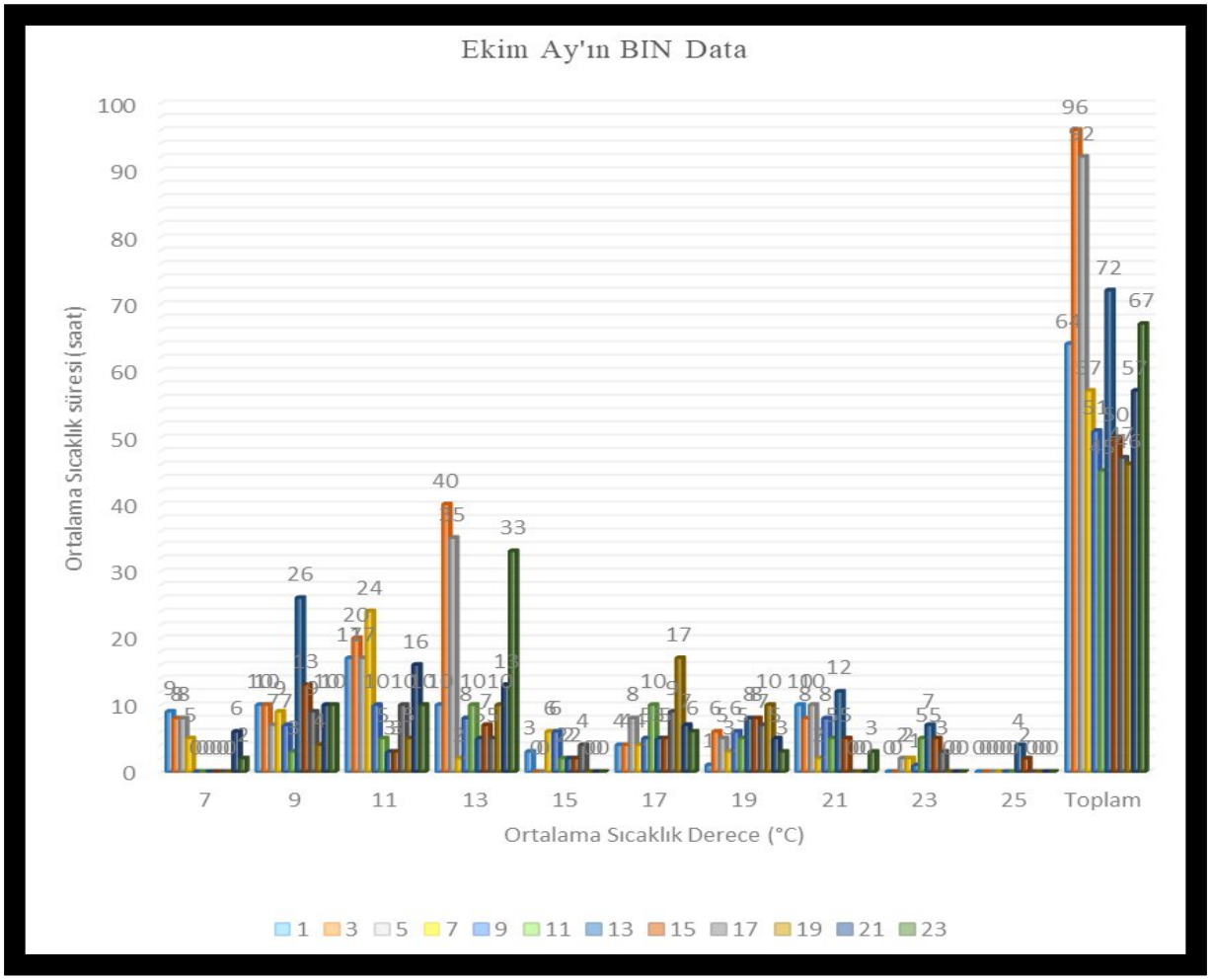


Şekil 45. İstanbul ilin Eylül Ayın Toplam N_{bin} değerler (saat/yıl) gösteren grafik

Eylül ayın BIN Data çalışmalarına göre Tablo 30'da gösterilmiş gibi toplam 720 saat olup, gün içerisindeki süreleri 12 dilim olarak bölerek incelemiştir. İnceleme sonucunda, farklı saatlerinde derece sıcaklıkları aşağıdaki gibi belirlemiştir. Nbin değerleri şekil 45.de gösterilmiştir.

Eylül ayın içerisinde ortalama saat 1 de toplam 73 saat hesaplanmıştır. Ay boyunca ortalama saat 3lerde toplam 70 saat, saat 5lerinde 70 saat, saat 7lerinde de toplam 78 saat, 9 de 49, 11de 42 saat, 13lerinde 67, 15lerinde 48, 17lerinde 49 saat, 19 saatlerinde 41 saat, 21 saatlerinde 42 ve 23 saatlerinde 92 saat olarak tekrarladığını görünmektedir.

Ekim ayın BIN Data çalışmalarına göre Tablo 31'de gösterilmiş gibi toplam 744 saat olup, gün içerisindeki süreleri 12 dilim olarak bölerek incelemiştir. İnceleme sonucunda, farklı saatlerinde derece sıcaklıkları aşağıdaki gibi belirlemiştir. Nbin değerleri Şekil 46.da gösterilmiştir.

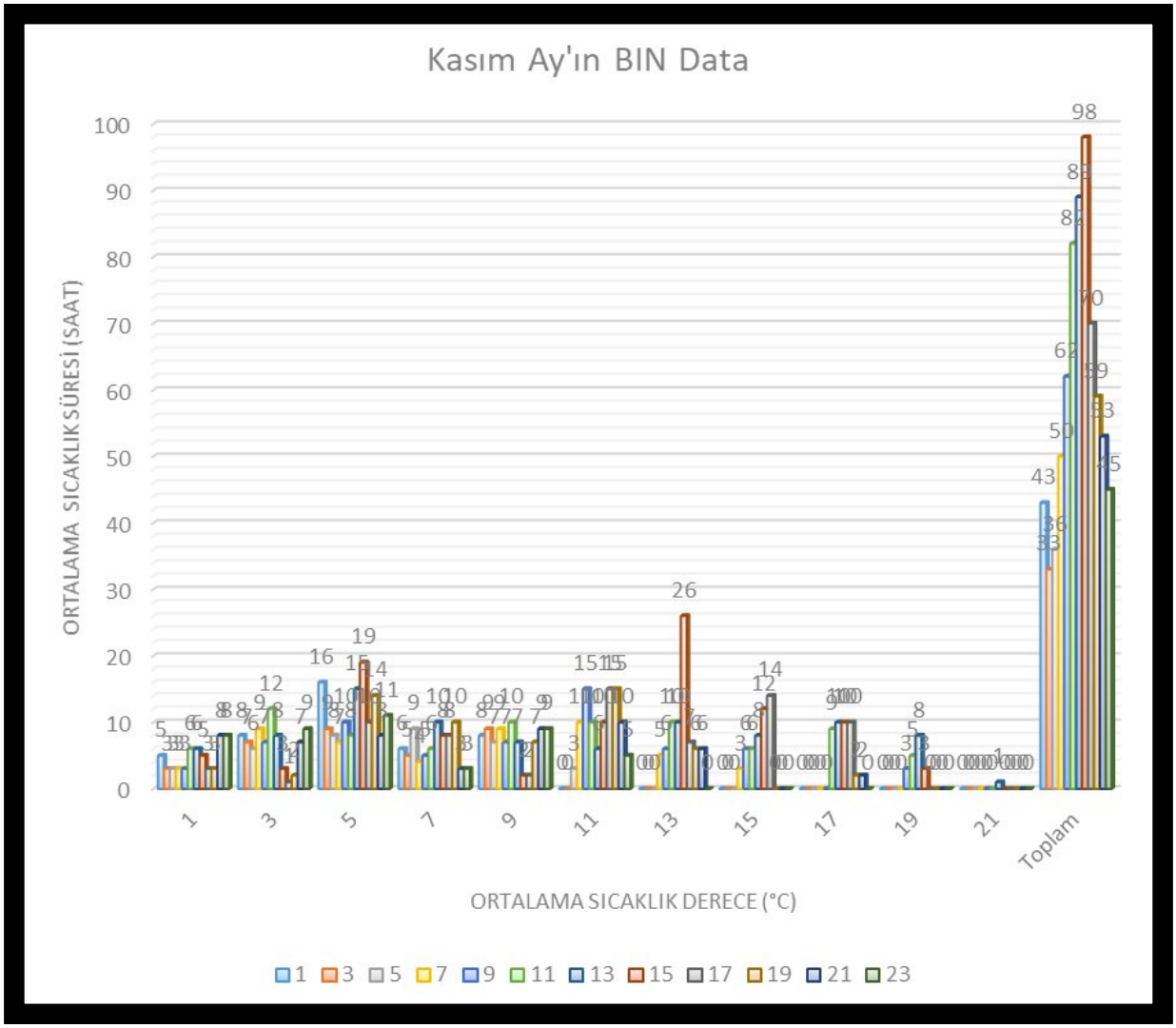


Şekil 46. İstanbul ilin Ekim Ayın Toplam N_{bin} değerler (saat/yıl) gösteren grafik

Ekim ayın içerisinde ortalama saat 1 de toplam 64 saat hesaplanmıştır. Ay boyunca ortalama saat 3lerde toplam 96 saat, saat 5lerinde 92 saat, saat 7lerinde de toplam 57 saat, 9 de 51, 11de 45 saat, 13lerinde 72, 15lerinde 50, 17lerinde 47 saat, 19 saatlerinde 46 saat, 21 saatlerinde 57 ve 23 saatlerinde 67 saat olarak tekrarladığını görünmektedir.

Kasım ayın BIN Data çalışmalarına göre Tablo 33'de gösterilmiş gibi toplam 720 saat olup, gün içerisindeki süreleri 12 dilim olarak bölerek incelemiştir. İnceleme sonucunda, farklı

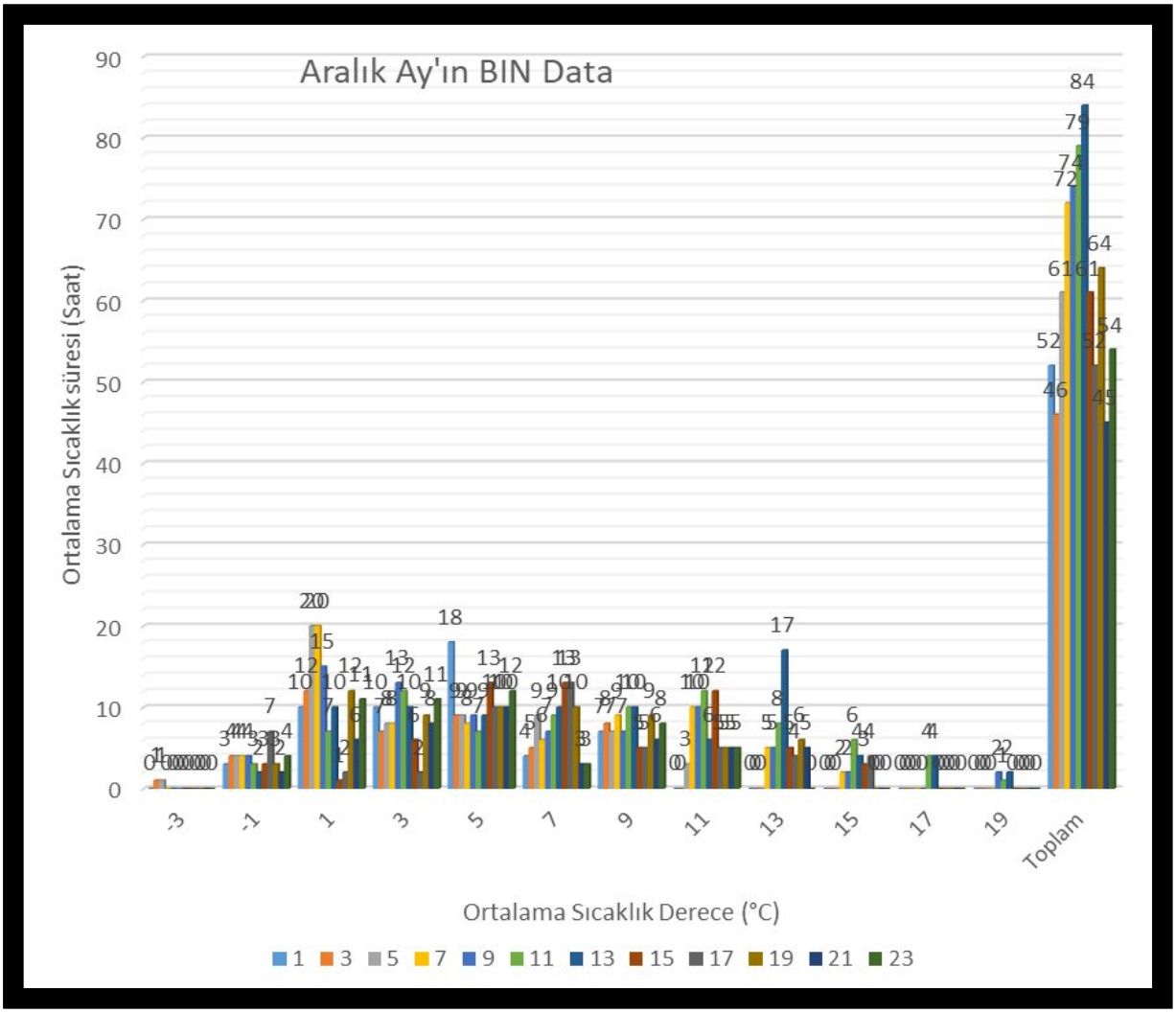
saatlerinde derece sıcaklıkları aşağıdaki gibi belirlemiştir. Nbin değerleri Şekil 47.da gösterilmiştir.



Şekil 47. İstanbul ilin Kasım Ayın Toplam N_{bin} değerler (saat/yıl) gösteren grafik

Kasım ayın BIN Data çalışmalarına göre Tablo 34'de gösterilmiş gibi toplam 720 saat olup, gün içerisindeki süreleri 12 dilim olarak bölerek incelemiştir. İnceleme sonucunda, farklı saatlerinde derece sıcaklıkları aşağıdaki gibi belirlemiştir. N_{bin} değerleri Şekil 47.de gösterilmiştir. Kasım ayın içerisinde ortalama saat 1 de toplam 43 saat hesaplanmıştır. Ay boyunca ortalama saat 3lerde toplam 33 saat, saat 5lerinde 36 saat, saat 7lerinde de toplam 50 saat, 9 de 62, 11de 82 saat, 13lerinde 89, 15lerinde 98, 17lerinde 70 saat, 19 saatlerinde 59 saat, 21 saatlerinde 53 ve 23 saatlerinde 45 saat olarak tekrarladığını görünmektedir.

Aralık ayın BIN Data çalışmalarına göre Tablo 34'de gösterilmiş gibi toplam 744 saat olup, gün içerisindeki süreleri 12 dilim olarak bölerek incelemiştir. İnceleme sonucunda, farklı saatlerinde derece sıcaklıkları aşağıdaki gibi belirlemiştir. Nbin değerleri Şekil 48.da gösterilmiştir



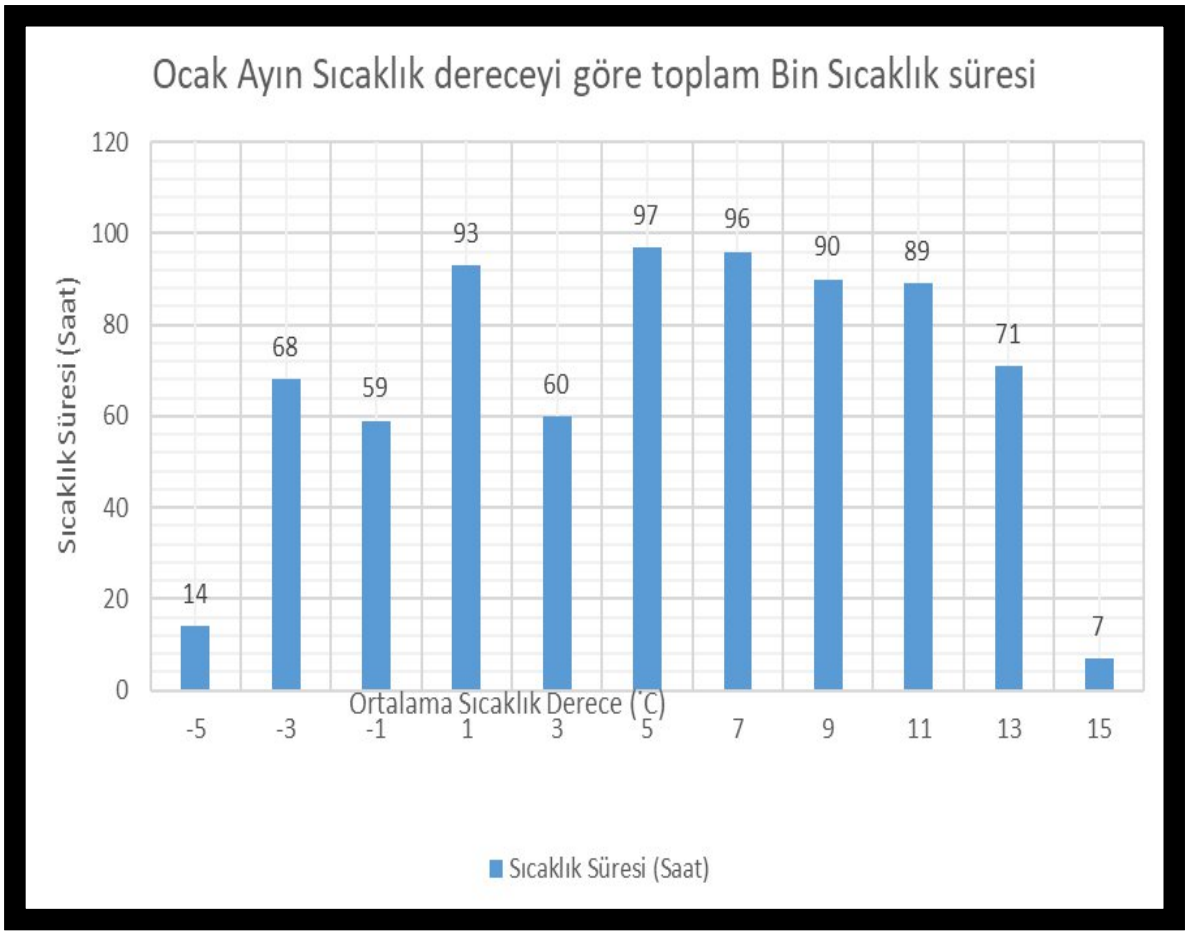
Şekil 48. İstanbul ilin Aralık Ayın Toplam N_{bin} değerler (saat/yıl) gösteren grafik

Aralık ayın BIN Data çalışmalarına göre Tablo 33'te gösterilmiş gibi toplam 720 saat olup, gün içerisindeki süreleri 12 dilim olarak bölerek incelemiştir. İnceleme sonucunda, farklı saatlerinde derece sıcaklıkları aşağıdaki gibi belirlemiştir. N_{bin} değerleri Şekil 48.de gösterilmiştir. Aralık ayın içerisinde ortalama saat 1 de toplam 52 saat hesaplanmıştır. Ay boyunca ortalama saat 3lerde toplam 46 saat, saat 5lerinde 61 saat, saat 7lerinde de toplam 72 saat, 9 de 74, 11de 79 saat, 13lerinde 84, 15lerinde 61, 17lerinde 52 saat, 19 saatlerinde 64 saat, 21 saatlerinde 45 ve 23 saatlerinde 54 saat olarak tekrarladığını görünmektedir.

Toplam 8760 içerisinde ısınma ve soğutma gereken ayları şekil 45ten inceleyebilmektedir. Isıtma gereken sezonlarında en düşük sıcak -6ºC görünürken en düşük sıcaklığını Ocak ve Şubatlarında bulunmaktadır. Soğutma sezonunda en yüksek sıcaklığını Haziran ayında 33ºC görünmektedir. Yıl içerisinde sıcaklık 13ºC en çok tekrarlanmış olup toplam 793 saat hesaplanmıştır. Ortalama 13ºC sıcaklığında genel olarak saat 3te toplam 100 saat ve en yüksek, saat 7 de toplam 47 saat tekrarlanmış bulunmaktadır.

Yıl içerisindeki BIN sıcaklık süreleri aşağıdaki Tablolara göre aylara sıcaklık sürelerin ayrıntılı gösterilmiştir.

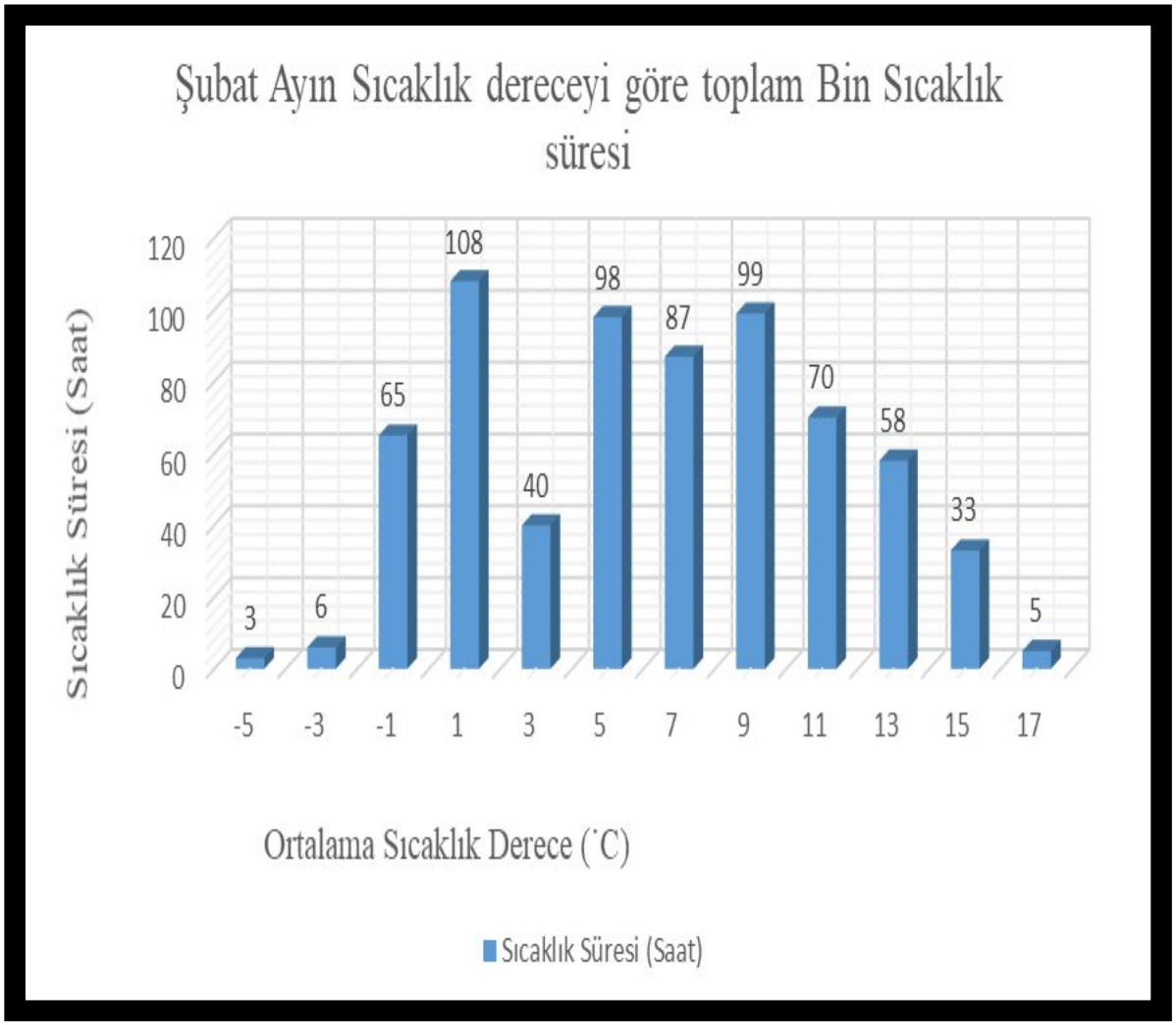
Ocak ayın sıcaklık derecelerine göre Nbin Süresine Şekil 49'daki gibi gösterilmiştir.



Şekil 49. Ocak ayın BIN Sıcaklığın süresi

Ocak ayında 14 kez (14 saat) ve Şubat ayında 3 kez (3 saat) olmak üzere -6ºC ila -4ºC sıcaklık aralığı 17 kez (17 saat) sıklığında görülmüştür. Yıllık doğal gaz olarak gerekli yakıt miktarı yaklaşık 33.268 m3 olacaktır. Kış aylarında ortalama maksimum dış sıcaklık 19°C'dir. Bu çalışmada, ısıtma için referans sıcaklık 18ºC olarak kabul edilebilir. Yıllık enerji tüketimi, kış ve yaz aylarındaki toplam enerji tüketiminin toplanmasıyla hesaplanmıştır. Yıllık doğal gaz olarak gerekli yakıt miktarı yaklaşık 33.268 m3 olacaktır. Kışın maksimum dış sıcaklık 19°C' bulunmuştur. Bu çalışmada, ısıtma için referans sıcaklık 18ºC olarak kabul edilmiştir. Yıllık enerji tüketimi, kış ve yaz aylarındaki toplam enerji tüketiminin toplanmasıyla hesaplanmıştır.

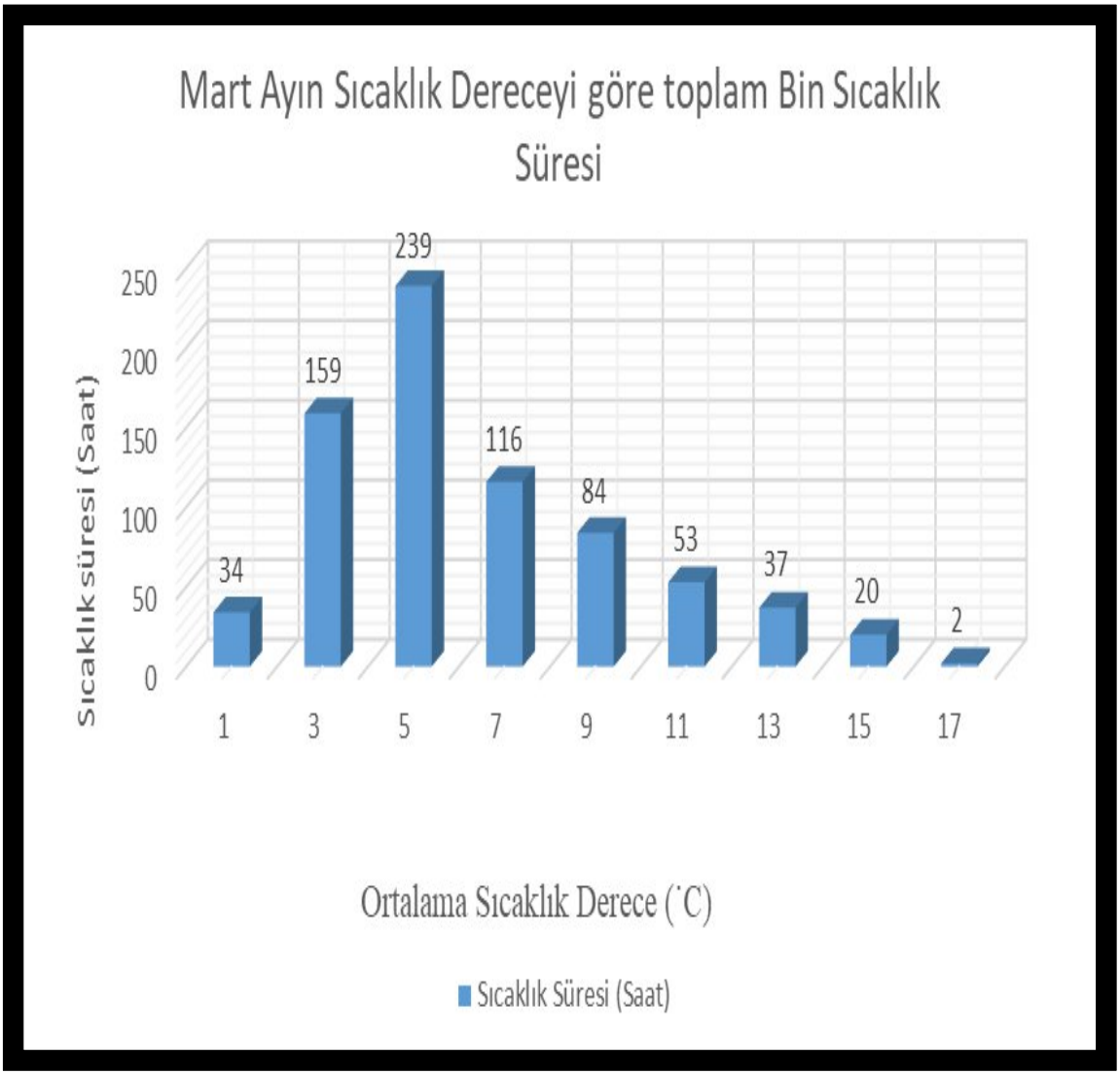
Şubat ayın sıcaklık derecelerine göre Nbin Süresine Şekil 50'daki gibi gösterilmiştir.



Şekil 50. Şubat ayın BIN Sıcaklığın süresi

Şekil 50'de gösterilmiş gibi Şubat ayın toplam Nbin değerleri ve sıcaklık süreları belirlemiştir.

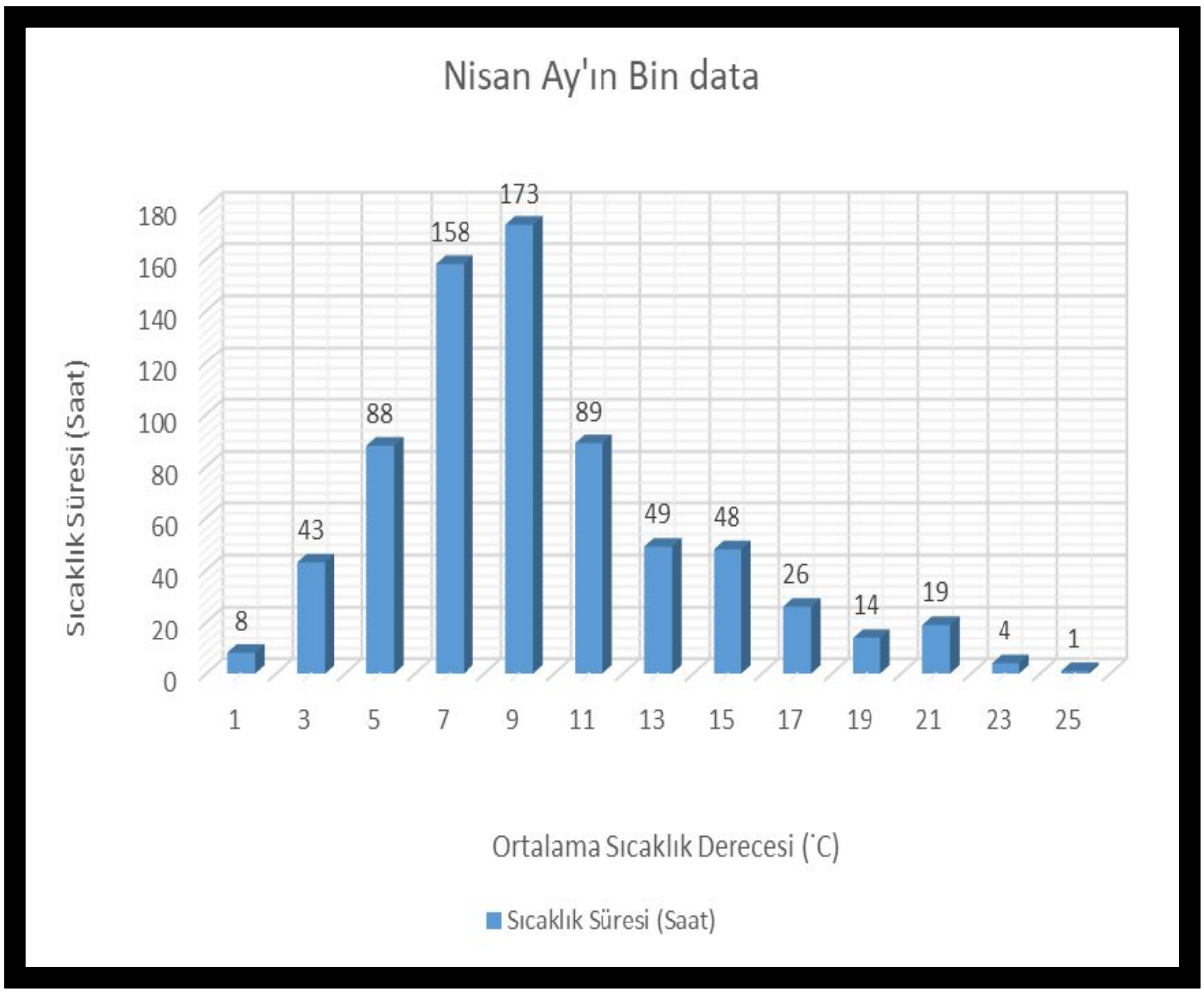
Mart ayın sıcaklık derecelerine göre Nbin Süresine Şekil 51’daki gibi gösterilmiştir



Şekil 51. Mart ayın BIN Sıcaklığın süresi

Şekil 51’de gösterilmiş gibi Mart ayın toplam Nbin değerleri ve sıcaklık süreları belirlemiştir. Mart ayında 5°C sıcaklıkta toplam 239 saat yada 239 tekrarlanması Mart ayın en çok Nbin süresi olarak tespit edilmiştir.

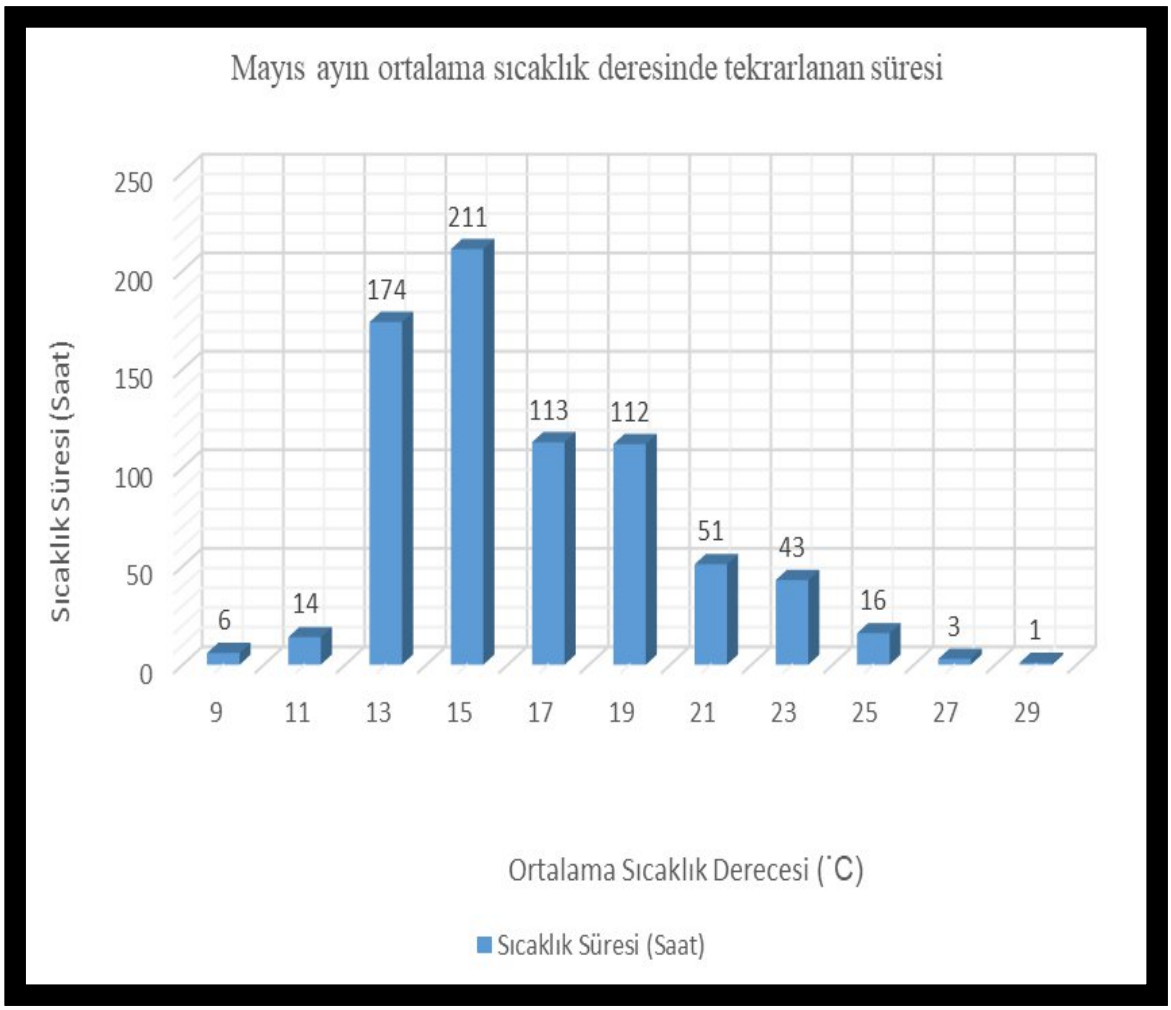
Nisan ayın sıcaklık derecelerine göre Nbin Süresine Şekil 52’daki gibi gösterilmiştir



Şekil 52. Nisan ayın BIN Sıcaklığın süresi

Şekil 52'de gösterilmiş gibi Nisan ayın toplam Nbin değerleri ve sıcaklık süreları belirlemiştir. Nisan ayında 9°C sıcaklıkta toplam 173 saat yada 173 tekrarlanması Nisan ayın en çok Nbin süresi olarak tespit edilmiştir.

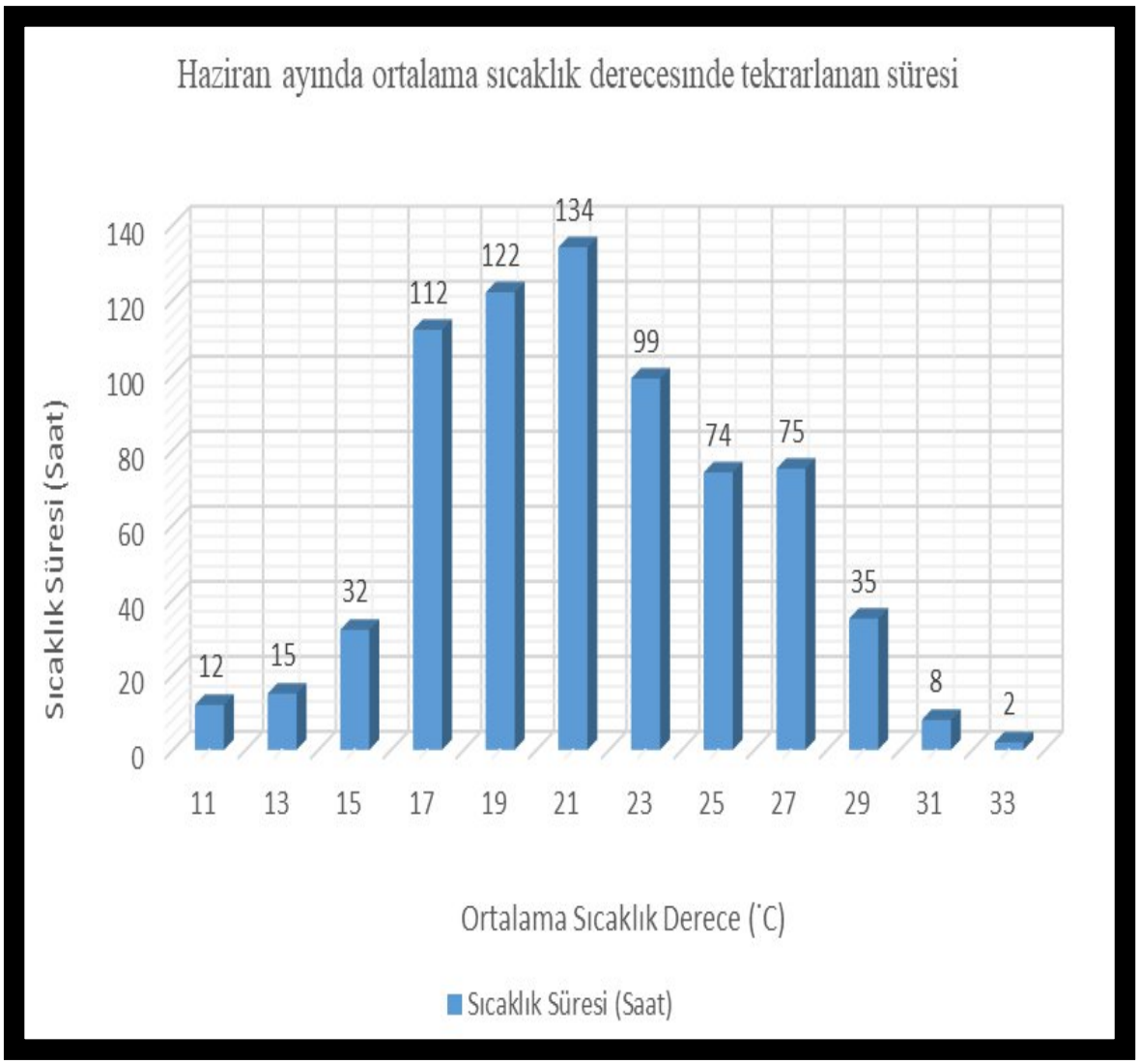
Mayıs ayın sıcaklık derecelerine göre Nbin Süresine Şekil 53'daki gibi gösterilmiştir



Şekil 53. Mayıs ayın BIN Sıcaklığın süresi

Şekil 53'te gösterilmiş gibi Mayıs ayın toplam Nbin değerleri ve sıcaklık süreları belirlemiştir. Mayıs ayında 15°C sıcaklıkta toplam 211 saat yada 211 tekrarlanması Mayıs ayın en çok Nbin süresi olarak tespit edilmiştir.

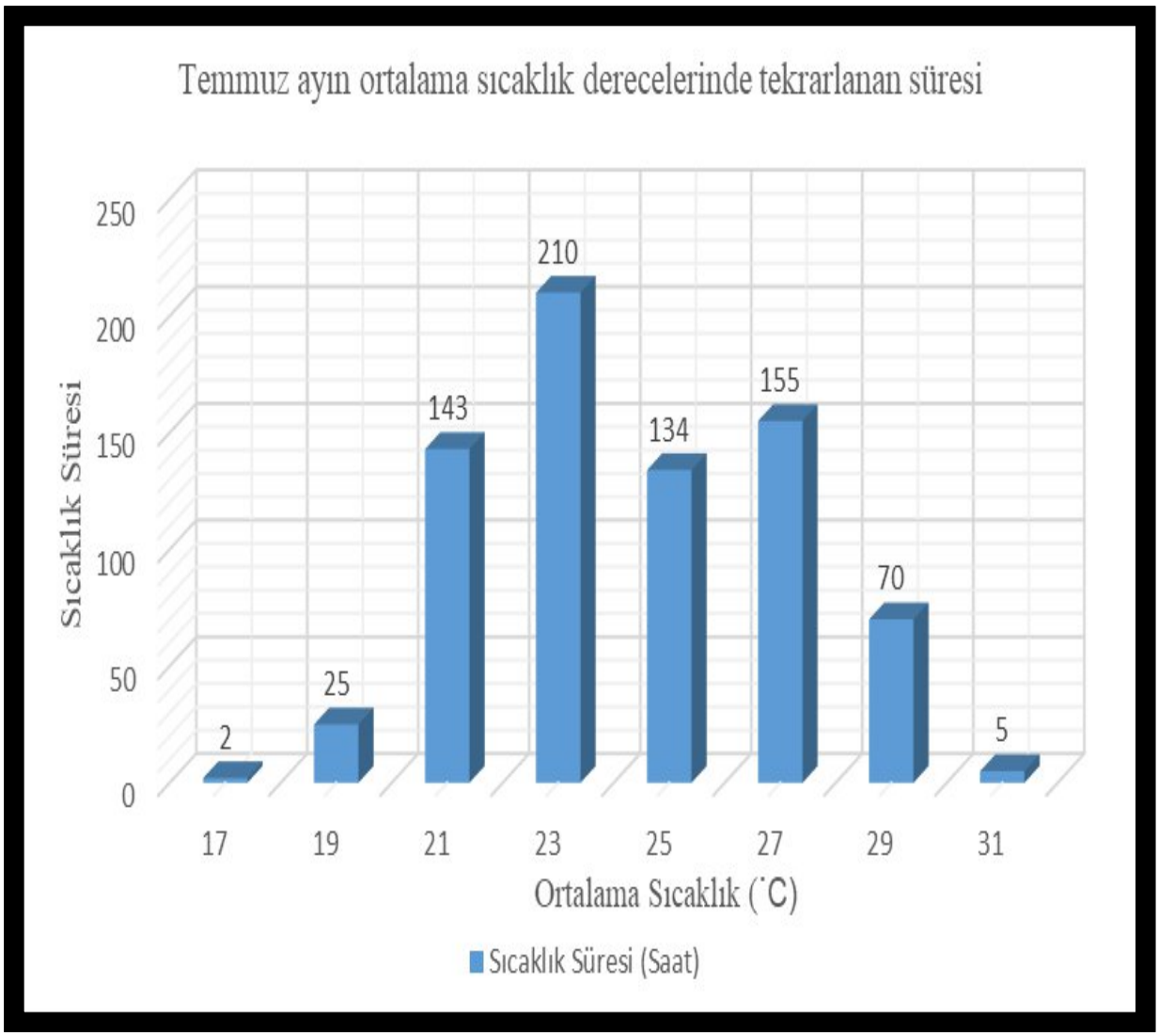
Haziran ayın sıcaklık derecelerine göre Nbin Süresine Şekil 54'taki gibi gösterilmiştir



Şekil 54. Haziran ayın BIN Sıcaklığın süresi

Şekil 54'te gösterilmiş gibi Haziran ayın toplam Nbin değerleri ve sıcaklık süreları belirlemiştir. Haziran ayında 21°C sıcaklıkta toplam 134 saat yâda 134 tekrarlanması Haziran ayın en çok Nbin süresi olarak tespit edilmiştir.

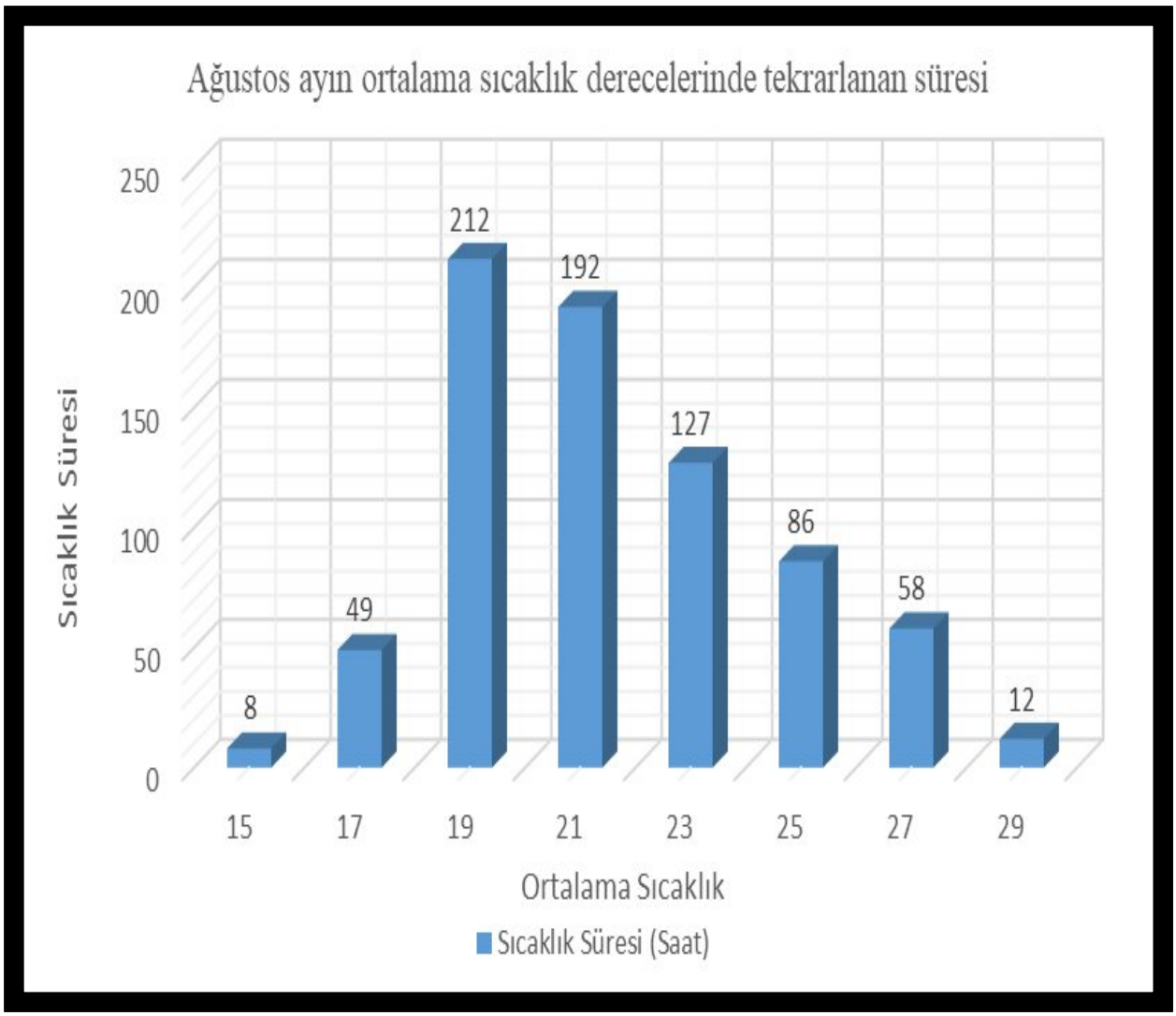
Temmuz ayın sıcaklık derecelerine göre Nbin Süresine Şekil 55'taki gibi gösterilmiştir



Şekil 55. Temmuz ayın BIN Sıcaklığın süresi

Şekil 55'te gösterilmiş gibi Temmuz ayın toplam Nbin değerleri ve sıcaklık süreları belirlemiştir. Temmuz ayında 23°C sıcaklıkta toplam 210 saat yâda 210 tekrarlanması Temmuz ayın en çok Nbin süresi olarak tespit edilmiştir.

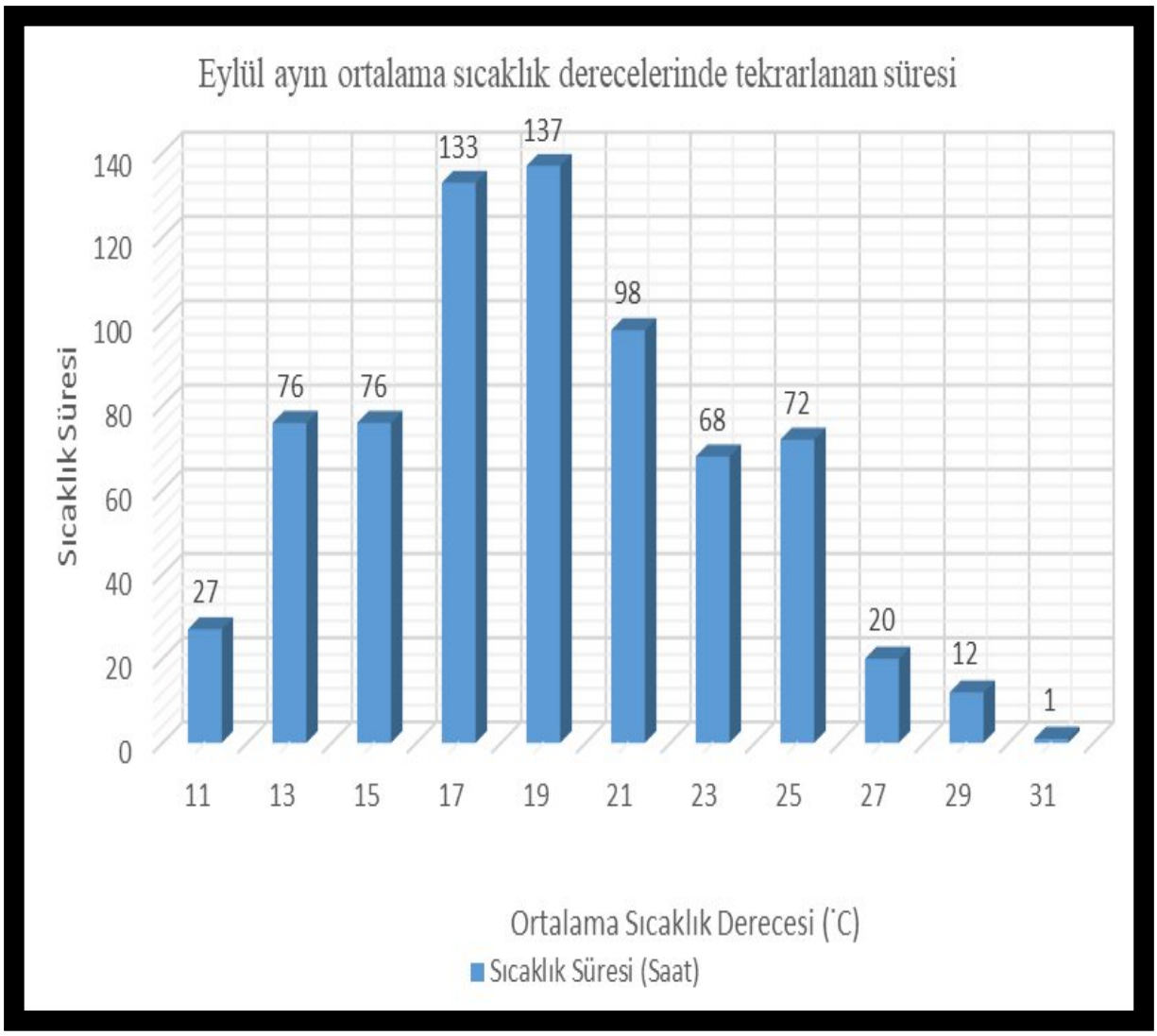
Ağustos ayın sıcaklık derecelerine göre Nbin Süresine Şekil 56'taki gibi gösterilmiştir



Şekil 56. Ağustos ayın BIN Sıcaklığın süresi

Şekil 56'te gösterilmiş gibi Ağustos ayın toplam Nbin değerleri ve sıcaklık süreları belirlemiştir. Ağustos ayında 19°C sıcaklıkta toplam 212 saat yâda 212 tekrarlanması Ağustos ayın en çok Nbin süresi olarak tespit edilmiştir.

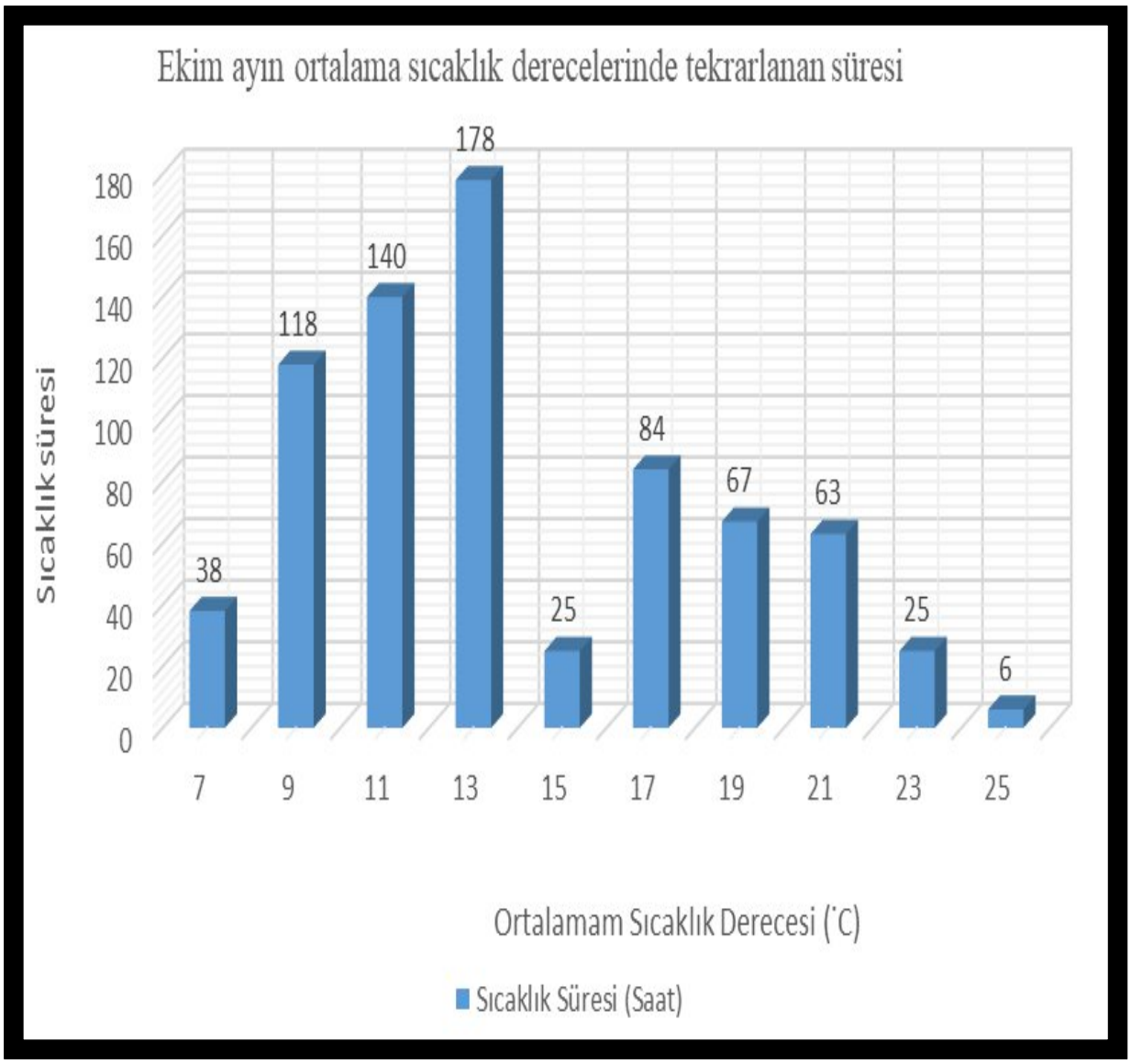
Eylül ayın sıcaklık derecelerine göre Nbin Süresine Şekil 57'taki gibi gösterilmiştir



Şekil 57. Eylül ayın BIN Sıcaklığın süresi

Şekil 57'te gösterilmiş gibi Eylül ayın toplam Nbin değerleri ve sıcaklık süreları belirlemiştir. Eylül ayında 19°C sıcaklıkta toplam 137 saat yâda 137 tekrarlanması Eylül ayın en çok Nbin süresi olarak tespit edilmiştir.

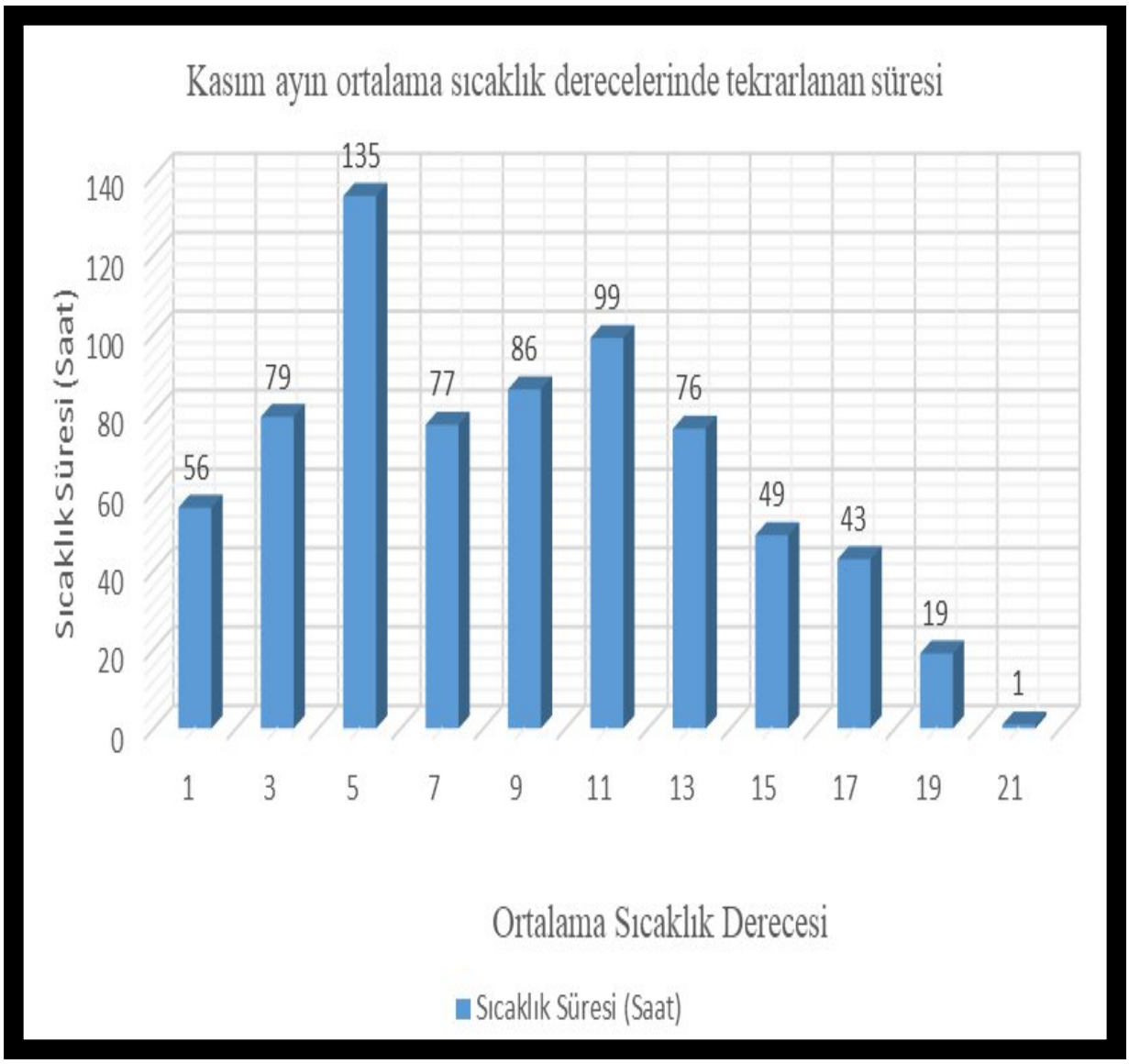
Ekim ayın sıcaklık derecelerine göre Nbin Süresine Şekil 58'taki gibi gösterilmiştir



Şekil 58. Ekim ayın BIN Sıcaklığın süresi

Şekil 58'te gösterilmiş gibi Ekim ayın toplam Nbin değerleri ve sıcaklık süreları belirlemiştir. Ekim ayında 13°C sıcaklıkta toplam 178 saat yâda 178 tekrarlanması Ekim ayın en çok Nbin süresi olarak tespit edilmiştir.

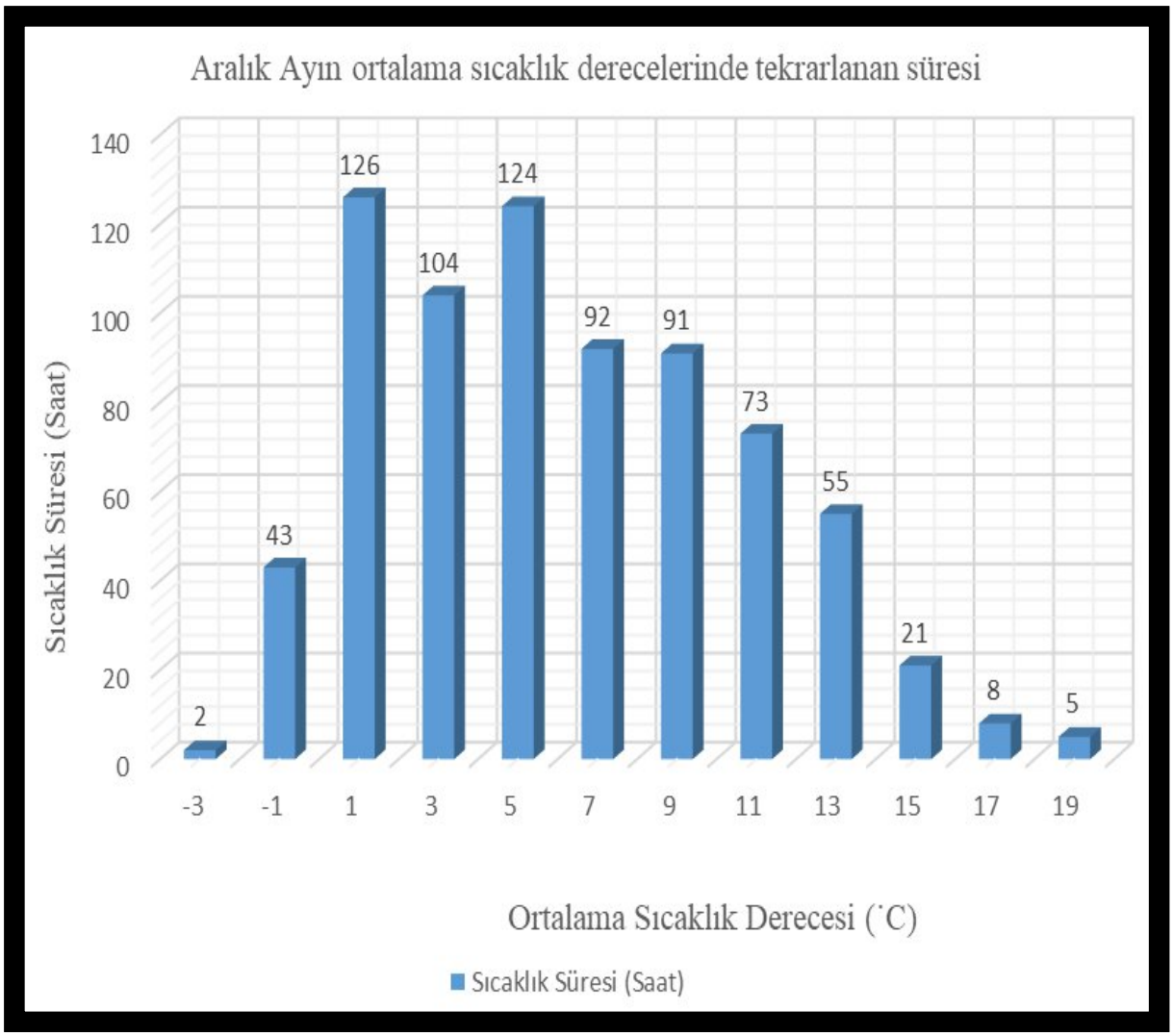
Kasım ayın sıcaklık derecelerine göre Nbin Süresine Şekil 59'taki gibi gösterilmiştir



Şekil 59 Kasım ayın BIN Sıcaklığın süresi

Şekil 59'te gösterilmiş gibi Kasım ayın toplam Nbin değerleri ve sıcaklık süreları belirlemiştir. Kasım ayında 5°C sıcaklıkta toplam 135 saat yâda 135 tekrarlanması Kasım ayın en çok Nbin süresi olarak tespit edilmiştir.

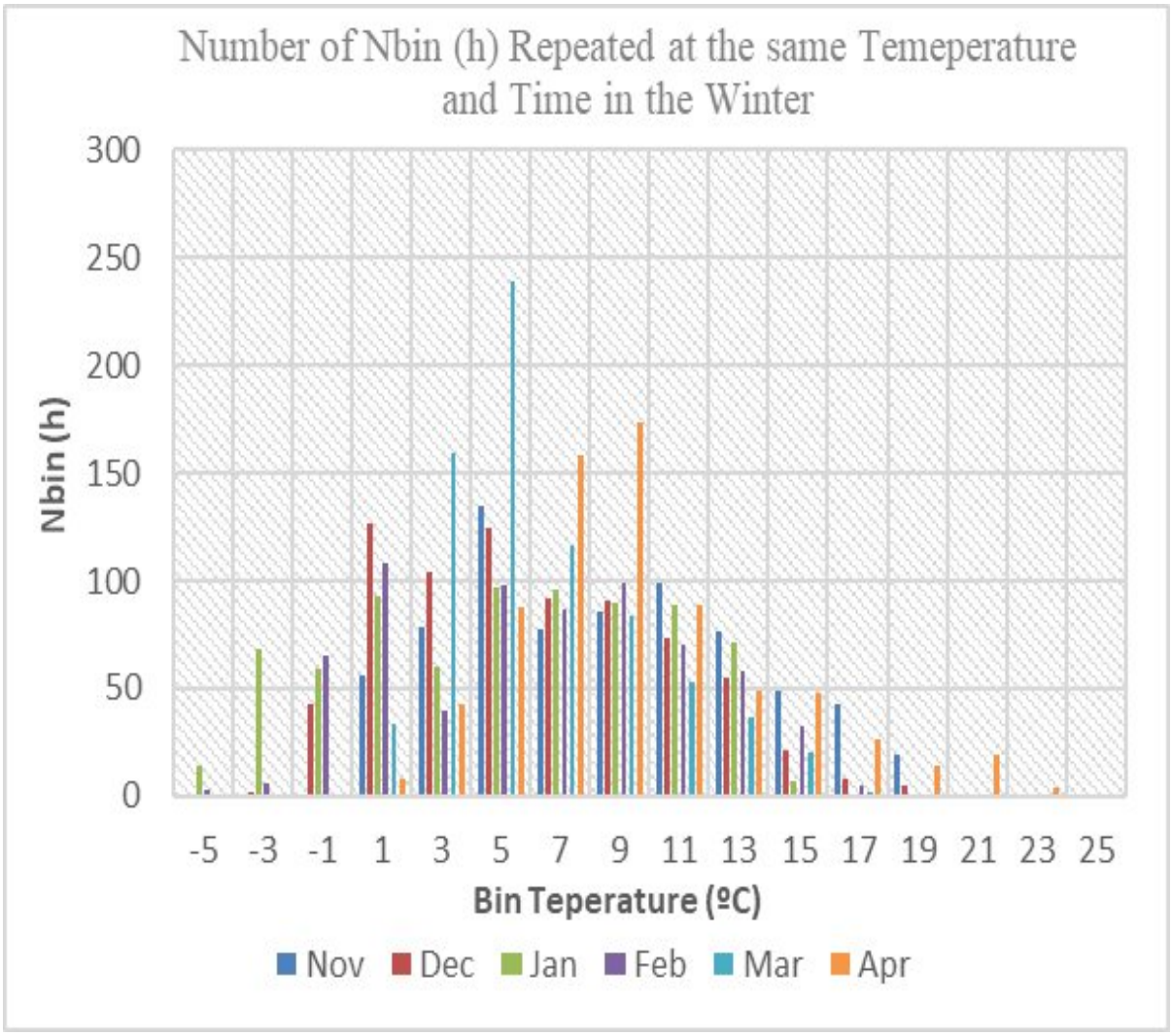
Aralık ayın sıcaklık derecelerine göre Nbin Süresine Şekil 60'taki gibi gösterilmiştir



Şekil 60. Aralık ayın BIN Sıcaklığın süresi

Şekil 60'te gösterilmiş gibi Aralık ayın toplam Nbin değerleri ve sıcaklık süreları belirlemiştir. Aralık ayında 5°C sıcaklıkta toplam 124 saat yâda 124 tekrarlanması Aralık ayın en çok Nbin süresi olarak tespit edilmiştir.

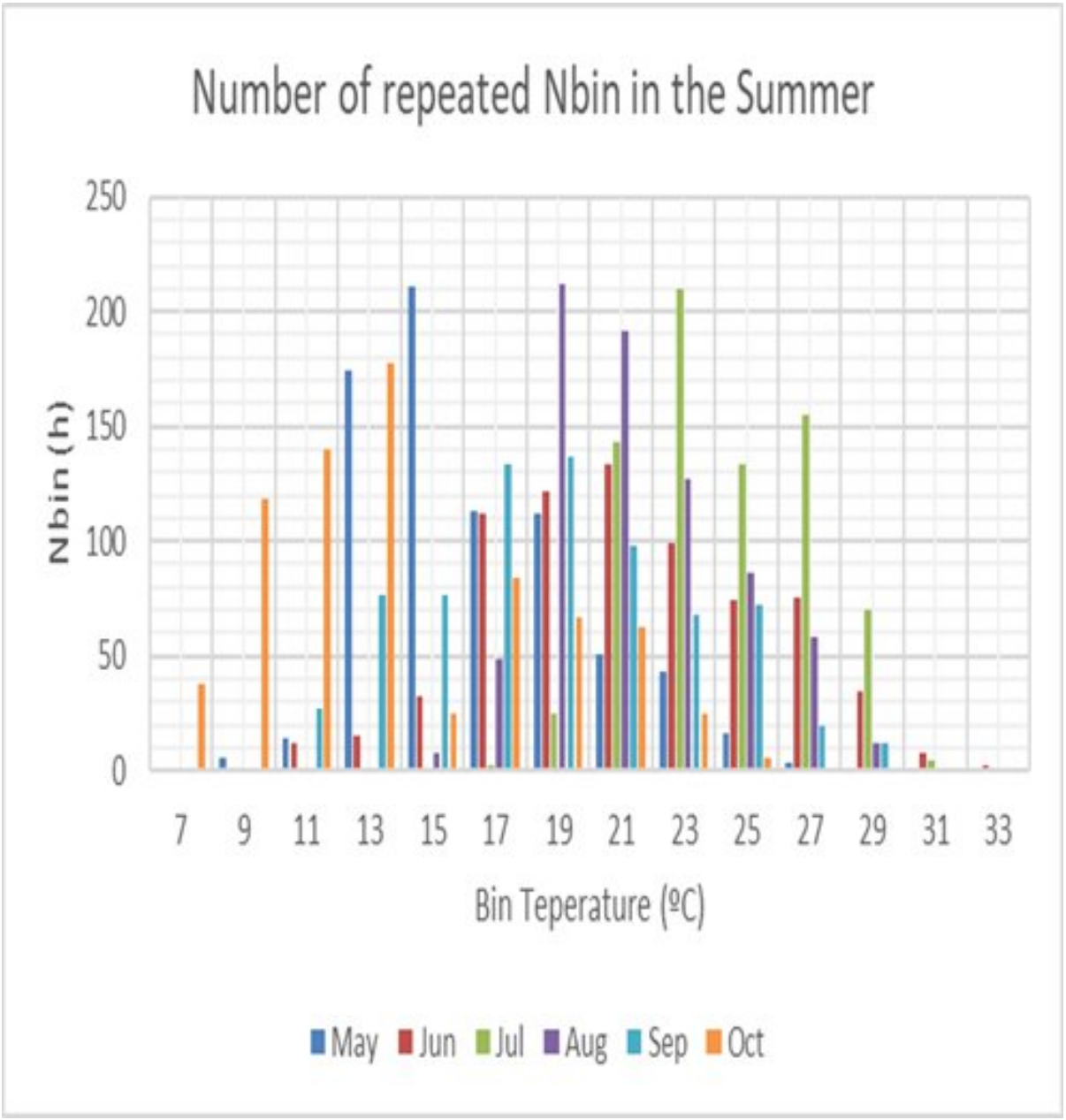
BIN data ile İstabul enerji tüketimi mevsimlik olarakda hesaplanmıştır. Çevreyi ısıtmak amacı ile enerji tüketmekte olan Kasım ayından Nisan ayına kadar 6 aylık bir kış döneminde ihtiyacı olan toplam enerji tüketimi için gerekli N_{bin} değerleri Şekil 61'de gösterilmiş gibi hesaplanmıştır..



Şekil 61. İstanbul için Isınma amacıyla (Kasım ayından Nisan ayın'a kadar) tüketilen toplam Nbin (saat/ay)

İstanbul genelinide kış mevsiminde Kasım ayından Nisan aya kadar olan bir kış döneminde toplam enerji tüketimini hesaplanırken binaların içerisinde kullanılan ve mutfakta kullanışan alet yâda cihazları dikatine alınması gerekmektedir.

BIN yöntem uygunarak kış mevsininde toplam enerji tüketimi 319.139 kWh olarak hesaplanmıştır. Ayrıca İstanbul ilin konut sektörün enerji tüketimin BIN yöntemi ile hesaplanmasında daha kolay işlem yapabilmesi için günümüzde endüstri 4.0. uygulamaları yapılmaktadır. Çevreyi soğutma amacı ile enerji tüketmekte olan Mayıs ayından Ekim ayına kadar 6 aylık bir yaz döneminde ihtiyacı olan toplam enerji tüketimi için gerekli Nbin değerleri Şekil 62'de gösterilmiş gibi hesaplanmıştır..



Şekil 62. İstanbul için soğutma amacıyla (Mayıs ayından Ekim ayın'a kadar) tüketilen toplam Nbin (saat/ay)

Yaz aylarında soğutma için toplam enerji tüketimi yaklaşık 37.055 kWh olarak hesaplanmıştır. Yaz aylarında To,i 21ºC olarak kabul edilmelidir. En sıcak zaman Haziran ayında yaklaşık 33ºC olarak görülmüştür ve bu da Haziran ayında 2 kez (2 saat) sıklık göstermektedir. Yaz aylarında sıcaklık 15ºC ile 33ºC arasında değişmektedir. Enerji tüketiminin hesaplanmasından, İstanbul'daki en sıcak ayın Haziran olduğunu görünmüştür.

Toplam yıllık enerji tüketimi Qtop (Isıtma) = 319.139 kWh (kışın enerji tüketimi) ve Qtot (Soğutma) = 37.055 kWh (yazın enerji tüketimi) toplamından oluşmaktadır. Toplam yıllık

enerji tüketimi = 356.194 kWh tir. Tablo 37'de gösterildiği gibi, toplam enerji tüketiminin hesaplanması, kışın ısıtma için harcanan enerji tüketiminin yazın soğutma için harcanandan sekiz kat daha fazla olduğunu göstermektedir. Kışın toplam enerji tüketimi 319.139 kWh'dir. Kış dönemindeki maksimum enerji tüketimi yaklaşık 31.010 kWh olup, bu tüketim sabah 2-4 zaman aralığında ortaya çıkmaktadır. Saat 1 zaman noktasının en yüksek enerji tüketimine karşılık geldiği varsayılabilir. Kış dönemi boyunca ısıtma amaçlı enerji tüketiminin zamansal örüntüsü analiz edilmiştir. Bulgular, ortalama 22.758 kWh ile öğlen saatlerine denk gelen 12-14 arasındaki zaman diliminin en düşük enerji tüketimine sahip olduğunu göstermektedir. Bu analiz, enerji tüketiminin saat 13'te en düşük seviyede olduğunu göstermektedir. Yıllık BIN değerlerin detayını ayları göre ayrıntılı olarak Şekil 61'de gösterilmiştir.

Fakat Çevreyi soğutmak amacı ile enerji tüketmekte olan Mayıs ayından Ekim ayına kadar 6 aylık bir yaz dönemi için toplam enerji tüketimi için gerekli Nbin değerleri Şekil 62'de gösterilmiş gibi hesaplanmıştır

3.1.1. İstanbul'daki Kamu Binaların Enerji Tüketimini BİN Yöntemi ile Belirlemesi (Örnek: Beykoz Belediyesi – Ana Binası)

Marmara'nın incisi olarak adlandıran Beykoz ilçesi İstanbul ilinde bulunan 39 ilçeden biridir. 2023 yıllın Türkiye İstatistik Kurumun raporlara göre Beykoz ilçenin sınırların arasında toplam nüfusu 245 647 kişi olarak belirlemektedir. Beykoz ilçesine etraftan çevren komşu ilçeler ise Şile ilçesi doğu taraftan, Çekmeköy, Üsküdar ve Ümraniye gibi ilçeleri ise güney taraftan cevretmiştir. Ayrıca İstanbul Boğazı ise batı tarafından ve kuzey tarafından Karadeniz ile cevretmektedir. Beykoz'un toplam alanı 313 km² bulunmaktadır. Beykoz Belediye Binasının ön cephesi Şekil 63'te gibi gösterilmiştir (Tuik, 2022).

Şekil 63. Beykoz Belediyesi Başkanlığı Binası (Ana hizmet Binası)

Beykoz ilçesi toplam 45 mahallesinden oluşmaktadır. İlçemizde konut ve mesken dışı kullanılan yapı çeşitleri bulunmaktadır.

2022 TÜİK araştırmalara göre İstanbul'da yapı ruhsatına göre toplam bina sayısı 15098 adet olup daire sayısı ise 118055 adet bulunmaktadır. Yapı ruhsatına göre yüz ölçümü toplam 24.854.490 m² bulunmaktadır (Tüik, 2022).

Beykoz Belediyesi sınırların içerisinde bulanan yapılarında planlı alan ve plansız alan yapılaşma olarak ayrılmaktadır. Planlı alanlarındaki yapılarında yapı ruhsatlı olup plansız yapılaşma alanlarında bulunan yapılar ise ruhsatsız, imar barışından faydalanmış binaları ve kaçak yapıları olarak ayrılmaktadır.

Beykoz Belediyesi Başkanlık binası, İstanbul ili, Beykoz ilçesi, Gümüşsuyu mahallesinde 2011 yıllında inşa edilmiştir. Başkanlık ana bina olarak hizmet vermekte olup müdürlüklerin çoğunu bu binada bulunmaktadır. Yapısal olarak zemin kat, zemin üstü 2 kat, 1 adet yarım bodrum ve açık ve kapalı teraslar bulunmaktadır. Toplam alanı 10735m^2 olup bu binada çalışan sayısı toplam 651 kişi civarında bulunmaktadır.

Bu binanın taşıyıcı sistem olarak betonarme, çelik karkas, çerçeveli ve perdeli sistemleri kullanılmış karma bir taşıyıcı sistemi bulunmaktadır. Duvar dolgu maddeler olarak gaz beton, hafif panel ve dış cephede yalıtımlı giydirme cam kullanılmıştır. Döşemesinde plak kiriş, mantar döşeme, kaset ve hazır yapı elemanları kullanılmıştır. Bina yüksekliği toplam 14 m olup yapı yüksekliği ise 16,70 m bulunmaktadır. Beykoz Belediye Binanın yan cephedeki cam duvarları Şekil 64'te gibi gösterilmiştir.

Şekil 64. Beykoz Belediyesi Başkanlık Binası yan cepheleri (Ana hizmet Binası)

Bu binanın enerji tüketimi ile ilgili çalışmasında öncelikle binanın dış duvarları (dış havaya açık duvarları), diğer dış duvarı olan dış havaya açık kolon ve kirişleri, tavanları, tabanları, çatı ve ısıtılmayan mahallerinde dikkatine alınması gerekmektedir (Perekh, 2005).

Beykoz Belediyesi Başkanlık binanın enerji tüketimi hesaplanırken binanın gerekli enerji ihtiyacını bulabilmesi için çeşitli yöntemleri kullanılmıştır. Her yönteminde ısıtma için gerekli sıcaklık ve soğutmak için gerekli sıcaklık dereceleri ulaşabilmesi için tüketilen enerji miktarını derece saat yöntemi ile hesaplanmaktadır. Beykoz Belediye Başkanlık binasının enerji tüketimi (Al-Momoud, 2001) ile ilgili çalışmalarında binanın yılların içerisinde kullanılmış olan yıllık enerji tüketim değerleri kWh/m² olarak belirlenmektedir (ASHRE, 1993). (Peker, 2016). Binalarında bulunan ısıtma, soğutma, havalandırma ve iklimlendirme

tesisatları düzenli olarak kontrol edilmektedir. Ayrıca sıhhi tesisatı olarak soğuksu ve sıcak su, havalandırma ve iklimlendirme tesisatları düzenli kontrol edilmektedir. Bu binaların ısı yalıtım cinsine göre binaların enerji sınıfları belirlenmektedir (Bulut vd., 2016).

Bu çalışmada İstanbul ilin derece sıcaklığı Gün saat olarak 12 ay içerisinde bulunan saatlerin içerisinde sıcaklık değişimi Tablo 21.de hesaplanmış olup İstanbul ilin Nbin Değerleri (Saat/Ay) göstermiş gibi incelemiştir. Beykoz Belediyesi Başkanlık Binasının çalışmasında İstanbul iklimine göre çalışmaları yapılmaktadır (Durmayaz & Kadıoğlu, 2003). Derece saat çalışmalarında sıcaklık dereceleri saatlik, günlük, haftalık, aylık ve yıllık olarak toplam değerleri kullanılmıştır. Yıllın içeresinde her gün için 2 saatlik 2 saat aralıklı 12 dilim bölünmüştür. Derece sıcaklıkları -6 den 34 dereceyi kadar 2er derece olarak 20 dilim yaparak hesaplanmıştır (Sarak & Satman, 2003).

Beykoz Belediyesi Başkanlık binasının enerji tüketimi incelerken binada kullanılan çeşitli sistemlileri olan ısıtma sistemi, soğutma sistemi, bölgesel ısıtma ve soğutma (VRF) için kullanılan önemli kaynakları, havalandırma sistemleri, sıcak su için kullanılan enerji kaynakları, iklim değişikliği sistemi için kullanılan kaynakları ve merkezi soğutma sisteminde kullanılan enerji kaynakları dikkatine alınması gerekmektedir. Bu binanın enerji tüketimi 2021 yıllından 2023 yıllın arasındaki tüm enerji tüketim miktarları fatura bilgileri kullanarak hesaplanmıştır (Guler vd., 2001).

Brüt Hacim: 36.000,00

Net Kullanım Alanı: 10.000,00

Tavan Yüksekliği: 3,5m

Toplam Tavan Yüksekliği:12,90m

İç ortam sıcaklığı: 19

Kat Adedi:4

Bina Tipi: Kamu Bina

Yakıt Türü: Doğalgaz ve Elektrik

Bölgesi: İstanbul 2”

Havalandırma: Doğal ve VRF, VRV sistemleri

Pencere Alanı Oranı: %50’den az

Bulunduğu Yer: Beykoz/İSTANBUL

Enerji Verimliliği Endeksleri göre A tipi bina olduğundan aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

A/V: 0,25m^{-1} (Isı kaybeden toplam yüzeyin ısıtılmış yapı hacmine oranıdır.
Bu çalışmada, İstanbul ili, Beykoz Belediye binasında, dış duvarın belirli katmanları tamamen camdan oluşmaktadır ve pencerelerde çift camlı bölmeler bulunmaktadır (Radisavljevic vd., 2011). TS 825'te öngörülen hükümlere uygun olarak, bu bina etkin yalıtımın varlığını gösteren A sınıfı içinde sınıflandırılmıştır (Zengin vd., 2023). Beykoz ilçesini sıcaklık dereceleri göre kamu bina olarak Beykoz Belediyesinin ana binasının enerji tüketimini aşağıdaki Tablo 34’teki gibi hesaplanmıştır (TS 825, 2005), (Diz, 2023).

Tablo 39. Beykoz Belediye Binasının fiziksel ve termal özellikleri (Karakoç, 2001), (Zengin vd., 2023).

Yapı Elemanı	Alanı (m²)	U (W/m²°C)	UA (W/°C)
Dış Duvar 1	3314	0,3	994
Dış Duvar 2	1760	0,35	616
Dış Duvar 3(Cam)	744	2,4	1.786
Tavan	300	0,4	120
Taban (Döşeme)	200	0,4	80
Pencere (Çift Camlı)	1100	2,12	2.332
Toplam	7418	5,97	
Toplam		Ktop = ∑UA	5.928

Toplam cam duvarın alanı 744 m² olup yükseklikler 3m civarında ve ısıl geçirgen kat sayısı toplam 2,4 W/m²°C bulunmaktadır. Pencere alanı toplam 1135 m², ısıl geçirgen kat sayısı toplam 2,12 W/m²°C, tabanların döşemeli kısmi 200 m² ve tavan alanı 300 m² olarak hesaplanmıştır.

Dış duvarlarında 2 tipi bulunmaktadır. Dış duvar tip1 de dış duvarın alanı 3314 m² ve tip 2, kolon kirişlerinde 1760 m² hesaplanmıştır. Sonuç olarak toplam 5860 W/ºC bulunmaktadır. Bu değerlerinden ısınma için gerekli enerji miktarını hesaplanmıştır (Karakoç, 2001), (825, Binalarda Isı Yalıtım Kuralları. Mecburi Standart Tebliği, Ankara., 1999).

3.1.2. Kamu Binanın (Beykoz Belediye Binası) Enerji Tüketimini Hesaplanması

Öncelikle, binanın enerji tüketimini BIN yöntemi ile hesaplanırken N_{bin} değerleri toplanması gerekmektedir. N_{bin} değerleri ise belirlenen sürecinde geçen sıcaklığın kaç saat olduğunu belirtilen ve tekrarlanan süresidir. Tablo 21.de gösterilmiş gibi yıl içerisinde toplam 8760 saat hesaplanmaktadır. Isı geçirgen katsayısının toplam miktarı (∑U*A) 17510 W/°C. Enerji tüketiminin hesaplanması ile ilgili olarak, ısınma amaçlı gerekli doğal gaz tüketimi belirlenmiştir. Bir yakıt olarak doğal gaz için ısıtma değeri katsayısının 0,92 olduğu ve ısıtma için sıcaklık denge noktasının 18°C olduğu varsayılmaktadır.

Tablo 21' den alınan bilgileri göre η değeri = 0,92. T_b=18°C ve $T_{o,i}$ =13°C.

Denklen 1'e göre,

$Q_{bin,i}$ = 8.760* 5.928/0,92 (18-13) kWh,

Beykoz Belediye binası için yıllık ısıtma enerjisi hesaplamasında farklı zaman ve sıcaklık aralıklarına göre ayrılmış verilerle birlikte aşağıdaki Tablo 36'da sunulmuştur. Yukarıda belirtilen Denklem 1 ve Denklem 2'de gösterildiği gibi; bu belediye binasının ısıtılması için gereken toplam enerji miktarı aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

Q_{top} = 319.139 kWh (Isıtma için) ,

Doğalgaz söz konusu olduğunda, düşük kalorifik değer varsayımı 34.534 kJ/m³ olmuştur. Yakıt tüketimi de Denklem 3 kullanılarak hesaplanmıştır (TS 825, 1992).

$$F_{top} = (319.139 / 34.534{,}5) *3.600 = 33.268 \text{ m3}$$

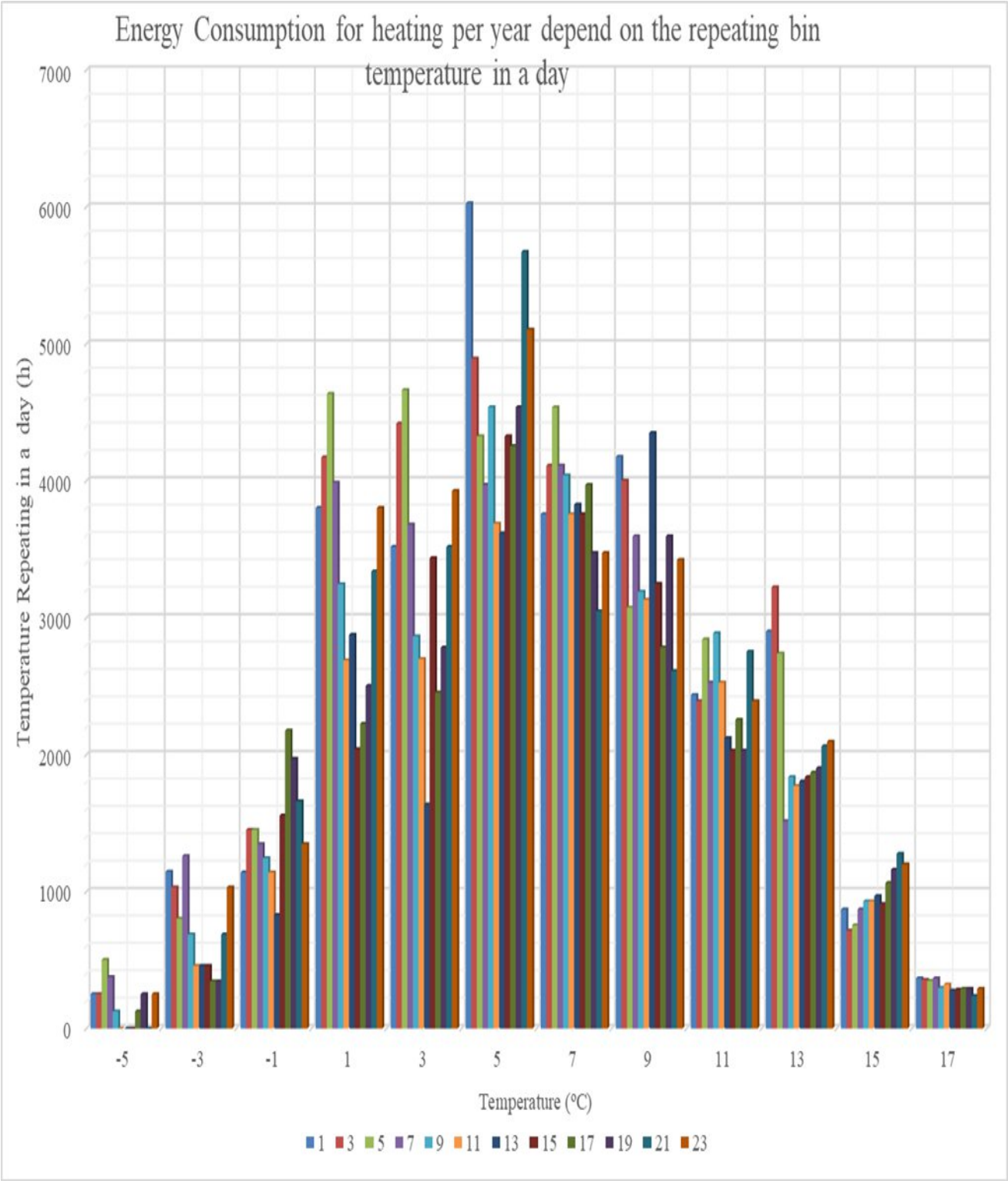
Kış mevsimde olan Kasım ayından Nisan ayına kadar toplam enerji tüketimi yaklaşık 319.139 kWh olarak hesaplanmıştır. Kış mevsimde İstanbul'un en düşük sıcaklığı -6ºC'a kadar ulaşılmıştır. Isıtma için gerekli enerji miktarının hesaplanmasını Tablo 40'ta Kış mevsiminde binanın ısınma için gerekli enerji tüketim miktarını Tablo 40te hesaplanmıştır.

Tablo 40. Beykoz Belediye Binanın Isıtma için gerekli enerji miktarı (kWh)

Zaman Aralığı (saat)	BIN Sıcak (°C)																			
	-5	-3	-1	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33
1	251	1145	1140	3802	3518	6027	3757	4175	2436	2900	870	367	0	0	0	0	0	0	0	0
3	251	1031	1451	4172	4418	4892	4111	4001	2391	3222	715	355	0	0	0	0	0	0	0	0
5	502	802	1451	4635	4663	4325	4536	3074	2842	2739	754	348	0	0	0	0	0	0	0	0
7	376	1260	1347	3987	3681	3971	4111	3595	2526	1514	870	367	0	0	0	0	0	0	0	0
9	125	687	1244	3245	2864	4538	4040	3190	2887	1836	928	297	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	458	1140	2689	2699	3687	3757	3132	2526	1772	928	322	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	458	829	2875	1636	3616	3826	4350	2120	1804	967	277	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	458	1555	2040	3436	4325	3757	3248	2030	1836	909	284	0	0	0	0	0	0	0	0
17	125	344	2176	2225	2454	4254	3970	2784	2255	1869	1063	290	0	0	0	0	0	0	0	0
19	251	344	1969	2503	2782	4538	3474	3595	2030	1901	1160	290	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	687	1659	3338	3518	5672	3048	2610	2752	2061	1276	238	0	0	0	0	0	0	0	0
23	251	1031	1347	3802	3927	5105	3473	3422	2391	2095	1199	290	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	2132	8705	17308	39313	39596	54950	45860	41176	29186	25549	11639	3725	0	0	0	0	0	0	0	0

Beykoz Belediye binasının Kasım ayıdan Nisan ayına kadar kış mevsiminde gerekli enerji tüketi miktarını Tablo 40'ta hesaplanmıştır. BIN dataya göre kış mevsinin sıcaklıklara göre en çok enerji tüketimi 5°C sıcaklığında görünmektedir.

Beykoz Belediye Binasının Kasım ayından Nisan ayına kadar kış mevsiminde ısınma için gerekli enerji tüketimini Şekil 65'te gösterilmiştir.



Şekil 65. Beykoz Belediye binasının Kış Aylarında Isınma için gerekli Enerji tüketimi (kWh)

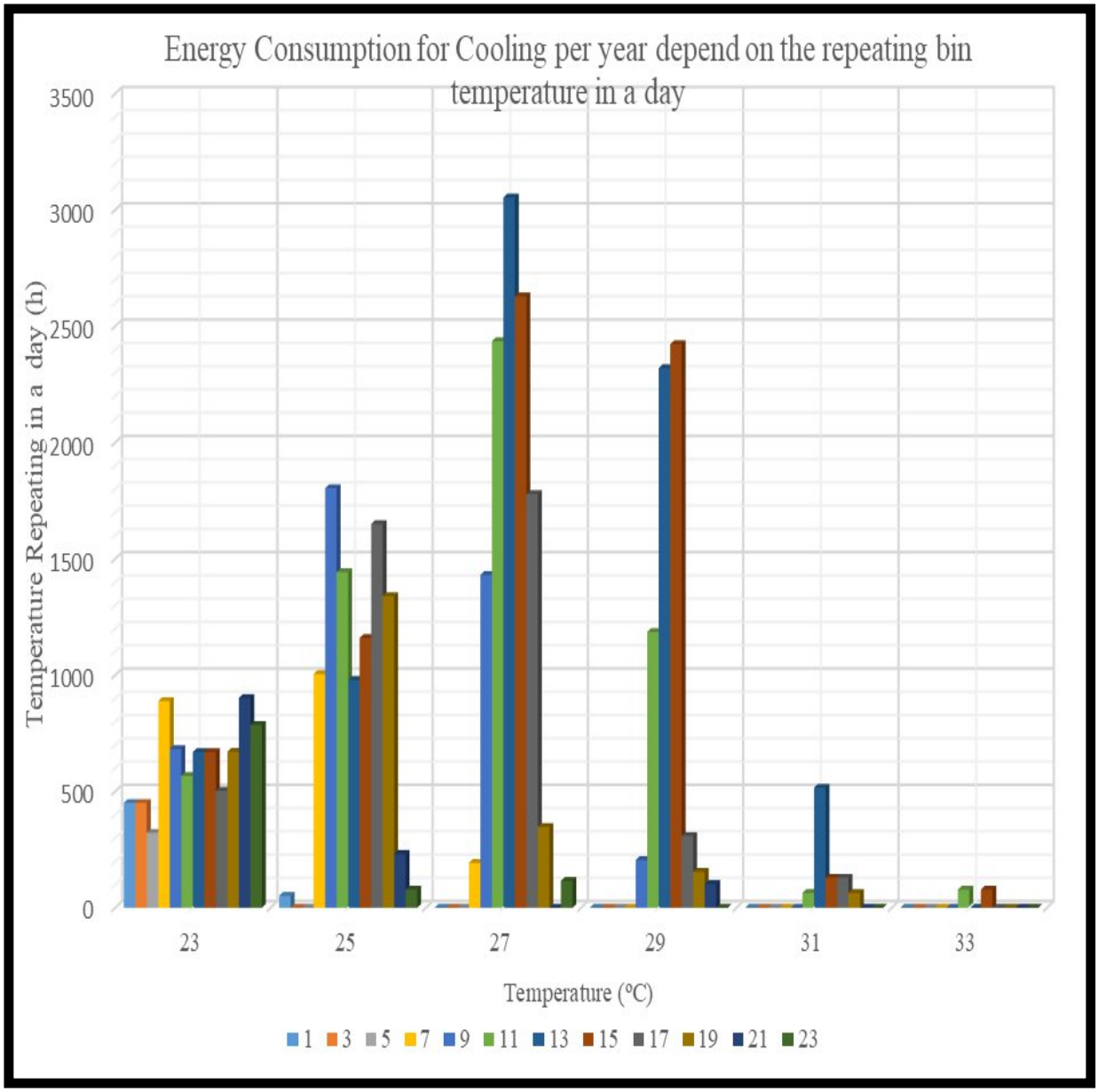
Kış mevsiminde gerekli enerji tüketimin Şekil 65'te gibi incelenmiştir. Beykoz Belediye Binasının Mayıs ayından Ekim aya kadar yaz mevsiminde binayı yâda bölgeye soğutmak için gerekli enerji tüketim miktarını Tablo 41'deki gibi hesaplanmıştır.

Tablo 41. Beykoz Belediye Binanın Soğutma için gerekli Enerji Miktarı (kWh)

Saat (Zaman aralığı)	Sıcaklık (ºC)												Toplam (kWh)
	10/12	12/14	14/16	16/18	18/20	20/22	22/24	24/26	26/28	28/30	30/32	32/34	
0-2	0	0	0	0	0	0	451	52	0	0	0	0	503
2-4	0	0	0	0	0	0	451	0	0	0	0	0	451
4-6	0	0	0	0	0	0	322	0	0	0	0	0	322
6-8	0	0	0	0	0	0	889	1.005	193	0	0	0	2.087
8-10	0	0	0	0	0	0	683	1.804	1.431	206	0	0	4.124
10-12	0	0	0	0	0	0	567	1.443	2.436	1.186	64	78	5.774
12-14	0	0	0	0	0	0	670	980	3.054	2.320	516	0	7.540
14-16	0	0	0	0	0	0	670	1.160	2.629	2.423	129	78	7.089
16-18	0	0	0	0	0	0	503	1.650	1.779	309	129	0	4.370
18-20	0	0	0	0	0	0	671	1.340	348	155	64	0	2.578
20-22	0	0	0	0	0	0	902	232	0	103	0	0	1.237
22-24	0	0	0	0	0	0	786	78	116	0	0	0	980
Toplam	0	0	0	0	0	0	7.565	9.744	11.986	6.702	902	156	37.055

Yaz mevsiminde binayı soğutmak için gerekli enerji tüketimi miktarı Tablo 41'deki gibi incelenmiştir. Beykoz belediye binasının soğutma için BIN data verileri hesaplanan sonuçlara göre 37.055 kWh enerji gerekmek olduğu ve soğutma için gerekli enerji miktarı hesaplanırken bina içinde kullanılan HVAC cihazların enerji tüketim miktarını eklenmek gerekmektedir. HVAC cihazların enerji hesaplamaları enerji tüketimin kıyaslama bölümünde. ayrıntılı olarak hesaplanmıştır.

Beykoz Belediye binasının soğutma için gerekli enerji miktarlarını BIN verilerinden alınan verileri ile hesaplamasından bulunan enerji miktarının Şekil 66'da gösterilmiştir.



Şekil 66. Beykoz Belediye binasının Yaz mevsimde Soğutma için gerekli Enerji tüketim miktarı (kWh)

Şekil 66'da gösterilmiş gibi yaz mevsiminde sıcaklıklarını göre gerekli enerji miktarları aşağıdaki gibi belirlemiştir. Bu çalışmada referans sıcaklık olarak 22 °C olarak hesaplanmıştır. Ortalama sıcaklık 23°C ta binanın enerji tüketimi 7.565 kWh, ortalama sıcaklık 25°C ta 9.744 kWh, ortalama sıcaklık 27°C'ta 11.986 kWh, ortalama sıcaklık 29°C'da 6.702 kWh, ortalama sıcaklık 31°C'ta 902 kWh, ve ortalama sıcaklık 33°C'ta 156 kWh enerji gerekmektedir.

Beykoz Belediye binasının Kış mevsim için Kasım ayından Nisan aya kadar 6 aylık gerekli enerji miktarı Tablo 42'deki gibi hesaplanmıştır.

Tablo 42. Beykoz Belediye Binanın Kış Mevsiminde aylara göre Isınma için gerekli Enerji Miktarı (kWh)

Aylar	-5	-3	-1	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19
Kasım	0	0	0	6852,2	8648,9	13041	6446,4	6092,2	5738	3426,1	1577,8	830,76	122,36
Aralık	0	296,24	5815,3	15417	11386	11978	7702,2	6446,4	4231,1	2479,4	676,2	154,56	32,2
Ocak	2254	10072	7979,2	11379	6568,8	9370,2	8037,1	6375,6	5158,4	3200,7	225,4	0	0
Şubat	483	888,72	8790,6	13215	4379,2	9466,8	7283,6	7013,2	4057,2	2614,6	1062,6	96,6	0
Mart	0	0	0	4160,2	17407	23087	9711,5	5950,6	3071,9	1668	644	38,64	0
Nisan	0	0	0	978,88	4707,6	8500,8	13228	12255	5158,4	2208,9	1545,6	502,32	90,16

Kış Mevsimdeki ayları göre enerji tüketimini Tablo 42'deki gibi hesaplanmıştır. Kış mevsimlerindeki aylara göre bölgeyi ısınmak için toplam enerji tüketimini aşağıdaki gibi hesaplanmıştır. Beykoz Belediye Binasının Ocak ayında toplam 60.370,74 kWh, Şubat ayında toplam 50.141,22 kWh, Mart ayında 55.542,61 kWh, Nisan ayında 39.860,74 kWh, Kasım ayında 43.160,17 kWh ve Aralık ayında 56.440,72 kWh enerji tüketmektedir. Belediye Binamızın kış mevsiminde ısınma için gerekli toplam enerji miktarı 305.516,20 kWh olduğu hesaplanmıştır.

Beykoz belediye binasının yaz mevsimindeki gerekli enerji tüketim miktarını Tablo 43'teki gibi hesaplanmıştır.

Tablo 43. Beykoz Belediye Binanın Yaz Mevsiminde Aylara göre Soğutma için gerekli Enerji Miktarı (kWh)

Aylar	11 ºC	13 ºC	15 ºC	17 ºC	19 ºC	21 ºC	23 ºC	25 ºC	27 ºC	29 ºC	31 ºC	33 ºC	Toplam (kWh)
Mayıs	0	0	0	0	0	0	277	309	97	45	0	0	728
Haziran	0	0	0	0	0	0	638	1430	2416	1579	464	141	6668
Temmuz	0	0	0	0	0	0	1145	2591	4994	3157	290	0	12177
Ağustos	0	0	0	0	0	0	818	1662	1869	541	0	0	4890
Eylül	0	0	0	0	0	0	438	1392	644	541	58	0	3073
Ekim	0	0	0	0	0	0	161	116	0	0	0	0	277

Toplam	27813

Beykoz Belediye binasının yaz mevsimdeki ayları göre enerji tüketimini Tablo 43'deki gibi hesaplanmıştır. Yaz mevsimlerindeki aylara göre bölgeyi ısınmak için toplam enerji tüketimini aşağıdaki gibi hesaplanmıştır. Beykoz Belediye Binasının Mayıs ayında toplam 728 kWh, Hazıran ayında toplam 6668 kWh, Temmuz ayında 12177 kWh, Ağustos ayında 4890 kWh, Eylül ayında 3073 kWh ve Ekim ayında 277 kWh enerji tüketmektedir. Belediye Binamızın yaz mevsiminde soğutma için gerekli toplam enerji miktarı 27813 kWh olduğu hesaplanmıştır.

Toplam yıllık enerji tüketimi ısınma için Q_{top} (Isıtma) = 319.139 kWh ve soğutma için Q_{tot} (Soğutma) = 37.055 kWh, ve toplamından oluşmaktadır. Toplam yıllık enerji tüketimi = 356.194 kWh tir. Tablo 42 ve 43'de gösterildiği gibi, toplam enerji tüketiminin hesaplanması, ısıtma için harcanan enerji tüketiminin soğutma için harcanandan daha fazla olduğunu göstermektedir. Mevsimleri göre Kış mevsiminde toplam enerji tüketimi 305.516,20 kWh'dir. Kış dönemindeki maksimum enerji tüketimi yaklaşık 31.010 kWh olup, bu tüketim sabah 2-4 zaman aralığında ortaya çıkmaktadır. Saat 1 zaman noktasının en yüksek enerji tüketimine karşılık geldiği varsayılabilir. Kış dönemi boyunca ısıtma amaçlı enerji tüketiminin zamansal örüntüsü analiz edilmiştir. Bulgular, ortalama 22.758 kWh ile öğlen saatlerine denk gelen 12-14 arasındaki zaman diliminin en düşük enerji tüketimine sahip olduğunu göstermektedir. Bu analiz, enerji tüketiminin saat 13'te en düşük seviyede olduğunu göstermektedir.

3.2. Beykoz Belediye Binasının Enerji Tüketimini İstatistik Yöntemi ile İncelemesi

İstatistik yöntemleri (İY), enerji tüketimin son kullanıcıların enerji tüketimin tarihsel verileri ve regresyon analizi tipine göre incelemektedir. Bu yönteminde öncelikle son kullanıcılar ile enerji tüketimi arasında bir bağlantı gelişmektedir (Lutzenhiser, 1992) . Bu şekilde günlük, haftalık, aylık ve yıllık enerji tüketimi veya mevsimlik enerji tüketimleri tahmin edilebilmektedir. Ayrıca, tüketicilerin enerji tüketimi faturaların bilgilerinden rahatça hesaplayabilmektedir (Emery & Kippenhan, 2006).

Kamu binaların enerji tüketimini istatistik yöntemi ile incelerken binanın fiziki durumu ile ilgili bilgileri hiç dikkatine almanı gerek yoktur. Bu durumda ısı geçiş ile ilgili denklemleri, sıcaklık ve bölgesel parametreleri gerek yoktur. Sadece binada kullanılan enerji miktarına dikkatine alınarak hesaplanmaktadır (Foucquier vd., 2013).

Şekil 67. Beykoz Belediyesi Başkanlık Binası ön cephesi (Ana hizmet Binası)

Beykoz Belediyesi Başkanlık binasının enerji tüketimi hesaplayabilmemiz için binada kullanılan ısıtma sistemi, soğutma sistemi, bölgesel ısıtma ve soğutma için kullanılan önemli

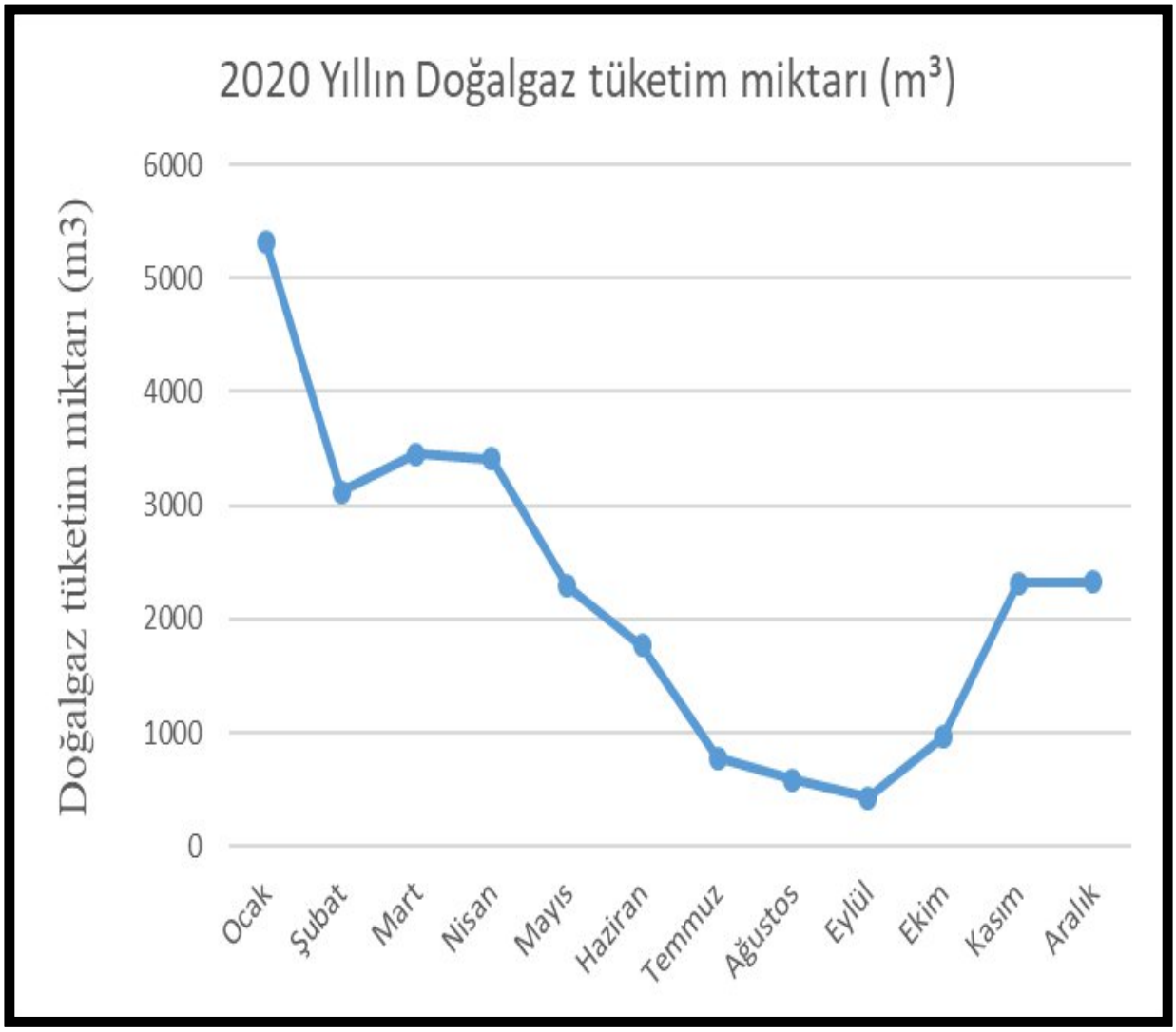
kaynakları, havalandırma sistemleri, sıcak su için kullanılan enerji kaynakları, iklim değişikliği sistemi için kullanılan kaynakları ve merkezi soğutma sisteminde kullanılan enerji kaynakları dikkatine alınması gerekmektedir. Bu binanın enerji tüketimi 2020 yıllından 2023 yıllın arasındaki tüm enerji tüketim miktarları kullanarak hesaplanmıştır (Yuan vd., 2016).

Binanın enerji tüketiminin belirlemesi için binanın bulunduğu bölgesi, binanın yapı özellikleri, kullanılan cihazları, iklim değişikliği ve son olarak çalışanların kullanıma göre değişmektedir. Mühendislik Yöntemi ile konut sektörün enerji tüketimi incelemesi çok hızla gelişmiştir. Bu yönteminde enerji tüketiminin tarihsel bilgileri hiç gerekmemektedir. Bu modelinde iklim değişikliği göre bölgesel ısıtma ve soğutma, binanın bulunduğu bölgenin günlük sıcaklığı derecesi ve ısı geçiş yâda ısı transferin üzerinde analizleri yapılıp hesaplanmaktadır (Fumo, 2013).
2020 yıllın doğalgaz tüketimi tablo 44'te gösterilmiştir.

Tablo 44. 2020 Yıllın Beykoz Belediye Binasının Doğalgaz Tüketimi Miktarı (Fatura)

Aylar	m^3
Ocak	5320
Şubat	3120
Mart	3455
Nisan	3412
Mayıs	2290
Haziran	1768
Temmuz	774
Ağustos	587
Eylül	431
Ekim	961
Kasım	2318
Aralık	2329
Toplam	26765

Tablo 44'te gösterilmiş gibi 2020 yıllında toplam doğalgaz tüketim miktarı 26765 m³ kullanılmıştır. Ayları göre doğalgaz kullanımın değişimi şekil 52'de gösterilmektedir. Ocak ayından Nisan ayı kadar doğalgaz tüketimi yükselmiş olduğunu görünmektedir. Ancak Mayıs ile Ekim ayların arasında doğalgaz tüketimi düşüş görünmekte ve Şekil 68'de gösterilmiştir.



Şekil 68. 2020 Yıllında ayları göre Doğalgaz Tüketimi Miktarı değişimi

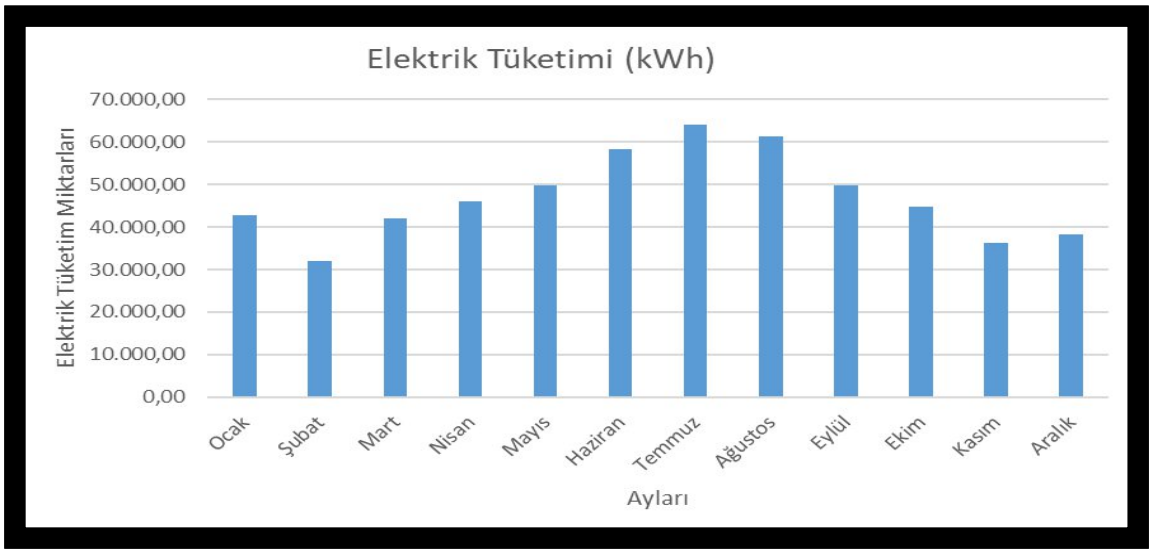
Şekil 68'deki gibi 2020 yıllık doğalgaz faturaları yukarıda gösterilmiş incelemiştir. Ayları göre elektrik kullanımın değişimi Şekil 68'de gösterilmektedir. Nisan ile Eylül ayların arası elektrik tüketimi yükselmiş olduğunu görünmektedir.

Ayrıca 2020 yıllın elektrik tüketimi Tablo 45'te gösterilmiştir. 2020 yıllında toplam elektrik tüketim miktarı 564.723,21 kWh kullanılmıştır.

Tablo 45. 2020 Yıllın Beykoz Belediye Binasının Elektrik Tüketimi Miktarı

Aylar	Elektrik Tüketimi (kWh)
Ocak	42.653,00
Şubat	31.881,97
Mart	41.987,00
Nisan	46.088,26
Mayıs	49785,99
Haziran	58.215,88
Temmuz	64.010,01
Ağustos	61.341,68
Eylül	49.745,56
Ekim	44.683,99
Kasım	36.189,24
Aralık	38.140,64
Toplam	564.723,21

Tablo 45'te gösterilmiş gibi en yüksek elektrik tüketimin ise Temmuz aylarında bulunmaktadır. Elektrik enerjisini genelde soğutma için kullanılmış olduğu ve ısınma için ise doğalgaza daha fazla tercih etmiş olduğunu bulunmaktadır.



Şekil 69. 2020 Yıllında ayları göre Elektrik Tüketimi Miktarı değişimi

Şekil 69da gösterilmiş gibi enerji tüketimi miktarını TEP olarak belirlemiştir.

2020 yıllında tüketilen toplam enerji tüketim miktarı TEP ile belirlemektedir. Toplam tüketim miktarı aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

Toplam Elektrik Tüketim: 564.723,21 kWh *860 = 485.661.960,6 kCal
Toplam Doğalgaz Tüketimi: 26765 m³ *8250 = 220.811.250 kCal

Toplam Enerji Tüketimi = (220.811.250 + 485.661.960,6)/10.000.000
= (706.473.210,6 kCal)/10.000.000
= 70,65 TEP

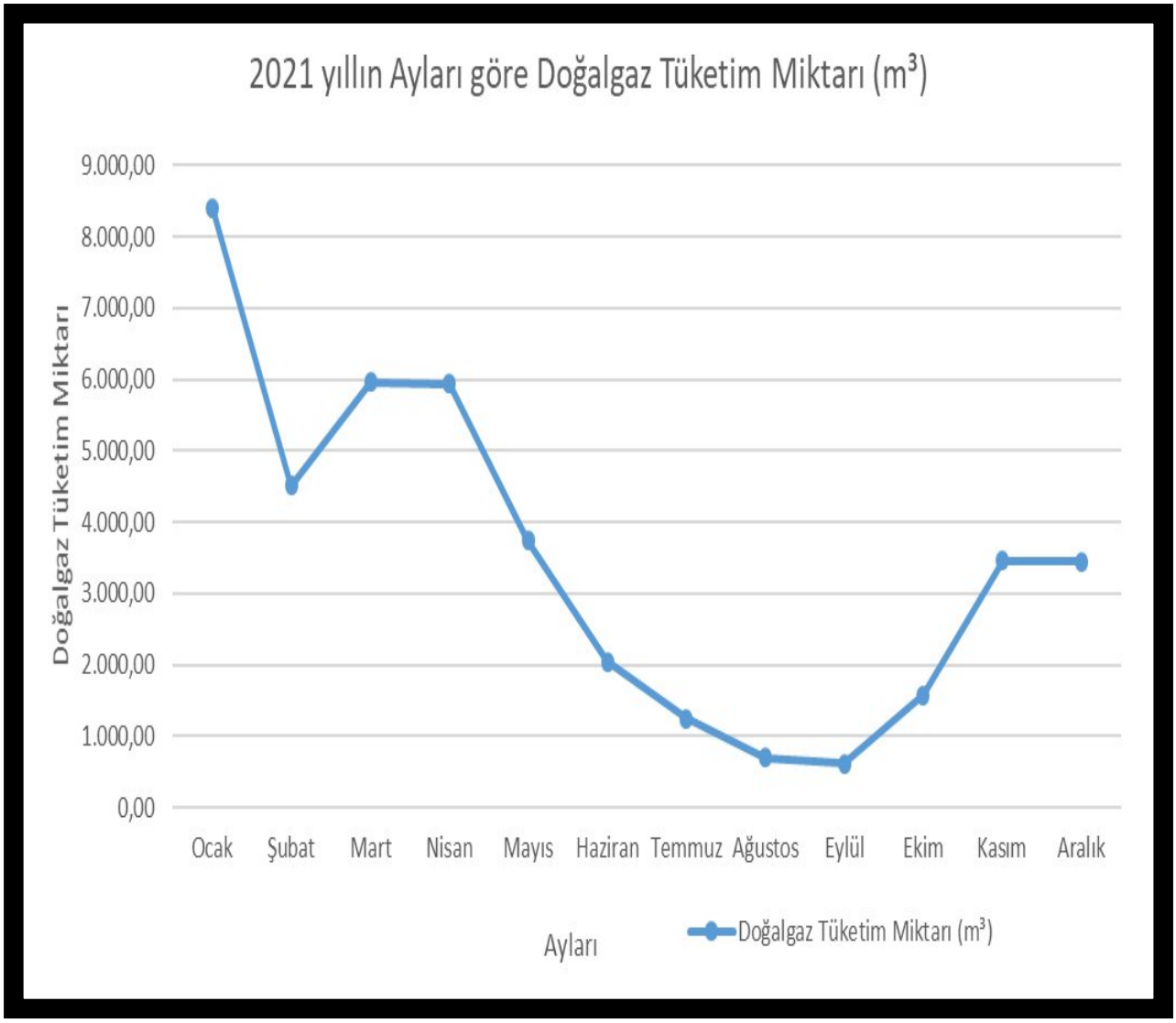
2020 yıllın toplam enerji tüketimi 70,65 TEP olarak bulunmuştur.

2021 yıllında Beykoz Belediye Başkanlık Binasının enerji tüketimi tablo 46'de gösterilmiştir.

Tablo 46. 2021 Yıllında Beykoz Belediye Binanın Enerji Tüketimi Miktarı

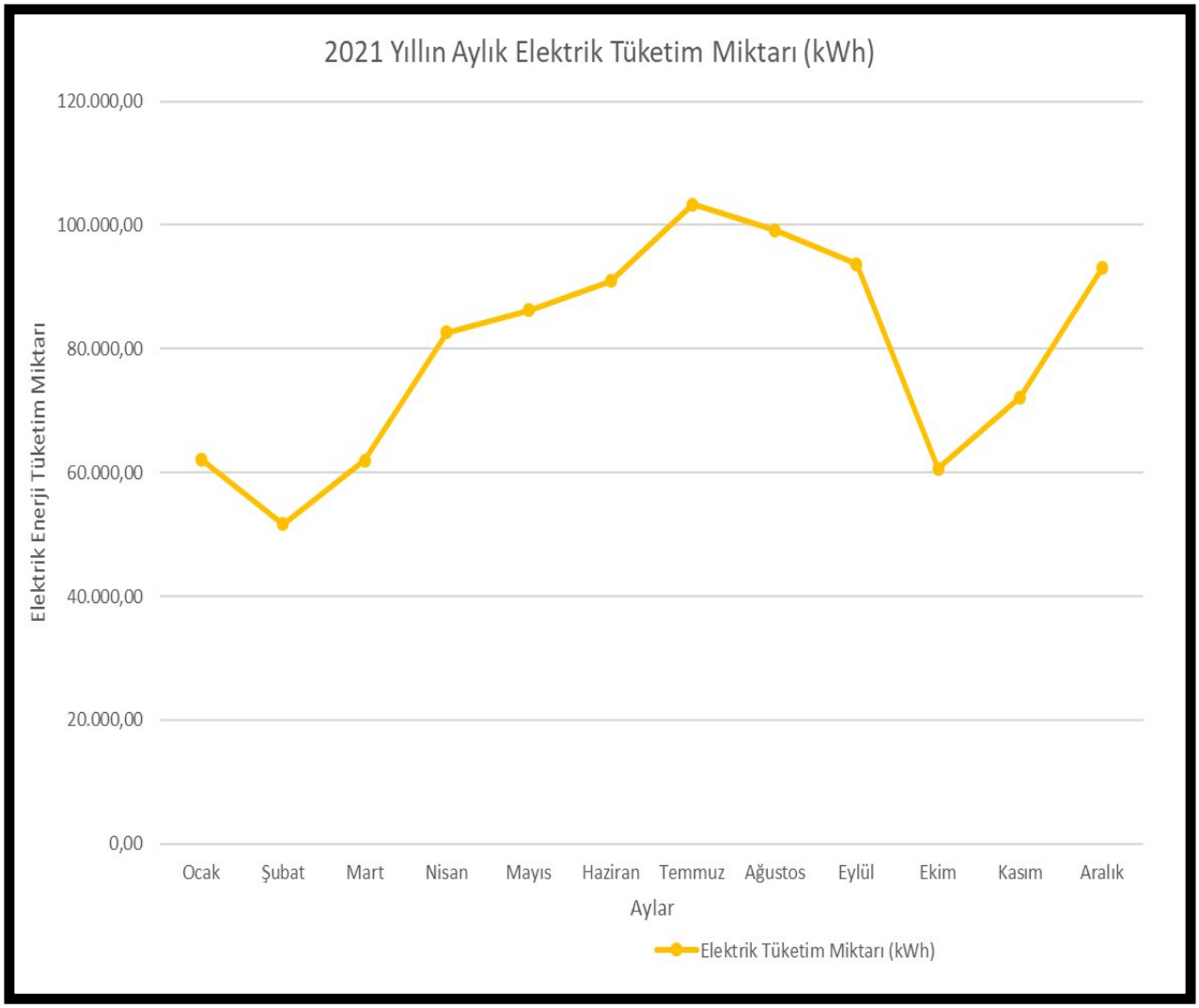
Aylar	Doğalgaz Tüketim Miktarı (m³)	Elektrik Tüketim Miktarı (kWh)
Ocak	8.396,00	62.103,96
Şubat	4.507,00	51.670,84
Mart	5.965,00	62.005,01
Nisan	5.937,00	82.673,34
Mayıs	3.735,00	86.242,44
Haziran	2.044,00	90.940,67
Temmuz	1.246,00	103.341,68
Ağustos	705,00	99.208,01
Eylül	620,00	93.745,56
Ekim	1.574,00	60.683,76
Kasım	3.459,00	72.189,24
Aralık	3.453,00	93.140,64
Toplam	41.641,00	957.945,14

Tablo 46’daki gibi 2021 yıllında toplam elektrik tüketim miktarı 957.945,14 kWh ve doğalgaz tüketimi toplam 41641 m³ tüketilmiştir. Ayları göre doğalgaz kullanımın değişimi Şekil 70’te gösterilmiştir.



Şekil 70. 2021 Yıllında Beykoz Belediyesi Başkanlık Binanın ayları göre Doğalgaz Tüketimi Miktarı değişimi

Şekil 70 te 2021 yılın fatura değerindeki doğalgaz tüketimin belirlemiştir. En yüksek doğalgaz tüketimi Ocak ayında görünmektedir. Elektrik kullanımın değişimi Şekil 71’ de gösterilmektedir.



Şekil 71. 2021 Yıllında Beykoz Belediyesi Binanın ayları göre Elektrik Tüketimi Miktarı değişimi

2021 yıllın Mayıs ayından itibaren doğalgaz tüketimi düşüşü göstermektedir. En düşük doğalgaz tüketim ise eylül ayında bulunmaktadır. Ekim ayından sonra tekrar doğalgaz tüketimi yükselmeyi başlamıştır. Ocak ayında en yüksek doğalgaz kullanılmış olup toplam 8396 m³ kullanılmıştır. Eylül ayında en 620 m³ en düşük kullanmıştır. Elektrik tüketimi ise yaz aylarında daha fazla kullanılmış olup kış ayında en çok tercih edilen doğalgazın tam tersine olduğunu görünmektedir. Nisan ayından itibaren elektrik tüketimi yükselmeyi başlamaktadır. Temmuz ayında toplam 103.341,68 kWh elektrik enerji kullanılmıştır. En düşük elektrik enerjisine Şubat ayında kullanmıştır.

2021 yıllında tüketilen toplam enerji tüketim miktarı TEP ile belirlemektedir. Toplam tüketim miktarı aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

Toplam Elektrik Tüketim: 957.945,14 kWh *860 = 823.832.820,4 kCal

Toplam Doğalgaz Tüketimi: 41.641,00 m³ *8250 = 343.538.250 kCal

Toplam Enerji Tüketimi = (343.538.250 + 823.832.820,4)/10.000.000

= (1.167.371.070,4 kCal)/10.000.000

= 116,74 TEP

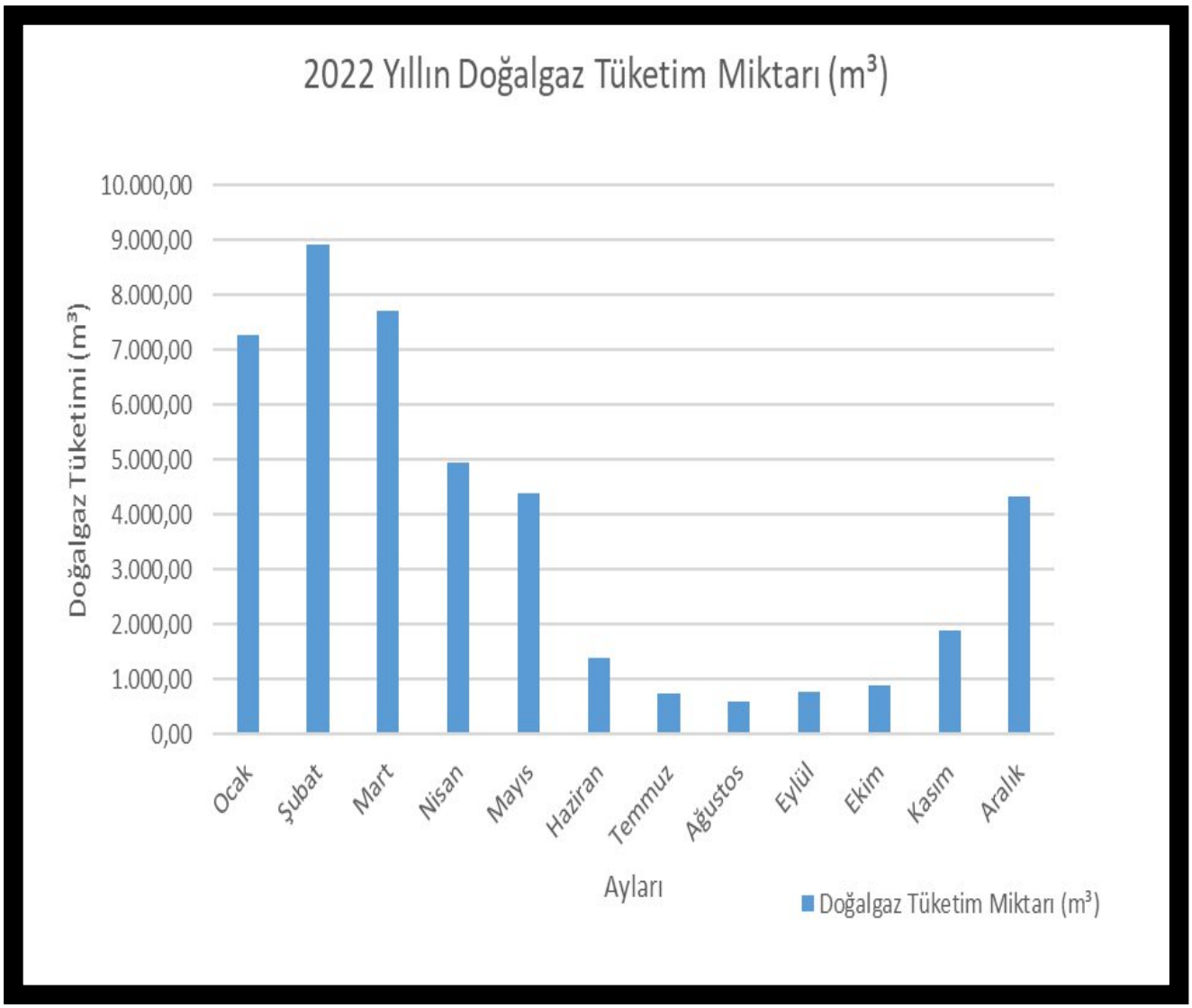
2021 yıllın toplam enerji tüketimi 116,76 TEP olarak bulunmuştur.

2022 yıllında Beykoz Belediye Başkanlık Binasının enerji tüketimi Tablo 47'de gösterilmiştir.

Tablo 47. 2022 Yıllında Beykoz Belediye Binanın Elektrik ve Doğalgaz Tüketimi Miktarı

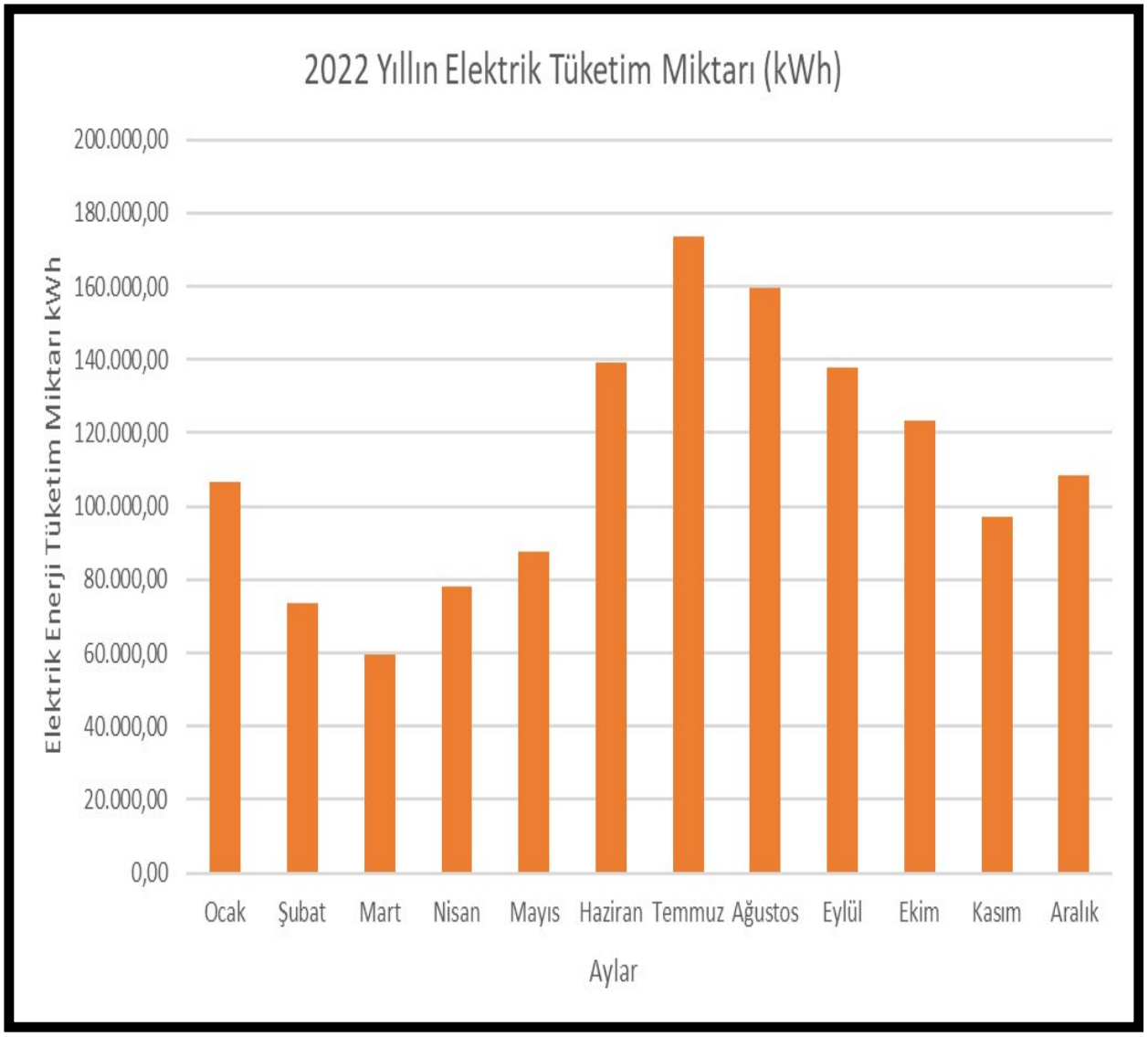
Aylar	Doğalgaz Tüketim Miktarı (m^3)	Elektrik Tüketim Miktarı (kWh)
Ocak	7.279,00	116.400,00
Şubat	8.928,00	73.500,00
Mart	7.698,00	59.700,00
Nisan	4.930,00	78.000,00
Mayıs	4.370,00	87.800,00
Haziran	1.392,00	139.200,00
Temmuz	735,00	173.500,00
Ağustos	597,00	159.700,00
Eylül	780,00	137.800,00
Ekim	878,00	123.509,00
Kasım	1.891,00	97.239,00
Aralık	4.339,00	108.259,00
Toplam	43.817,00	1.354.607,00

Tablo 47'de 2022 yıllında toplam elektrik tüketim miktarı 1.354.607 kWh ve doğalgaz tüketimi toplam 43817 m^3 tüketilmiştir. Ayları göre doğalgaz kullanımın değişimi Şekil 72'de gösterilmiştir



Şekil 72. 2022 Yıllında Beykoz Belediyesi Binanın Doğalgaz Tüketimi Miktarı değişimi

2022 yıllın Mayıs ayından itibaren doğalgaz tüketimi düşüşü göstermektedir. En düşük doğalgaz tüketim ise Ağustos ayında 597 m³ bulunmaktadır. Eylül ayından sonra tekrar doğalgaz tüketimi yükselmeyi başlamıştır. Şubat ayında en yüksek doğalgaz kullanılmış olup toplam 8928 m³ kullanılmıştır. Elektrik enerji tüketim miktarını Şekil 73'te gösterilmiştir.



Şekil 73. 2022 Yıllında Beykoz Belediyesi Binanın Elektrik Tüketimi Miktarı değişimi

Elektrik tüketimi ise yaz aylarında daha fazla kullanılmış olup kış ayında en çok tercih edilen doğalgazın tam tersine olduğunu görünmektedir. Nisan ayından itibaren elektrik tüketimi yükselmeyi başlamaktadır. Temmuz ayında toplam 173500 kWh elektrik enerji kullanılmıştır. En düşük elektrik enerjisine Mart ayında kullanmıştır.

2022 yıllında tüketilen toplam enerji tüketim miktarı TEP ile belirlemektedir. Toplam tüketim miktarı aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

Toplam Elektrik Tüketim: 1.354.607,00 kWh *860 = 1.164.962.020 kCal
Toplam Doğalgaz Tüketimi: 43.817,00 m³ *8250 = 361.490.250 kCal

Toplam Enerji Tüketimi = (361.490.250 + 1.164.962.020)/10.000.000

= (1.526.452.270 kCal)/10.000.000

= 152,65 TEP

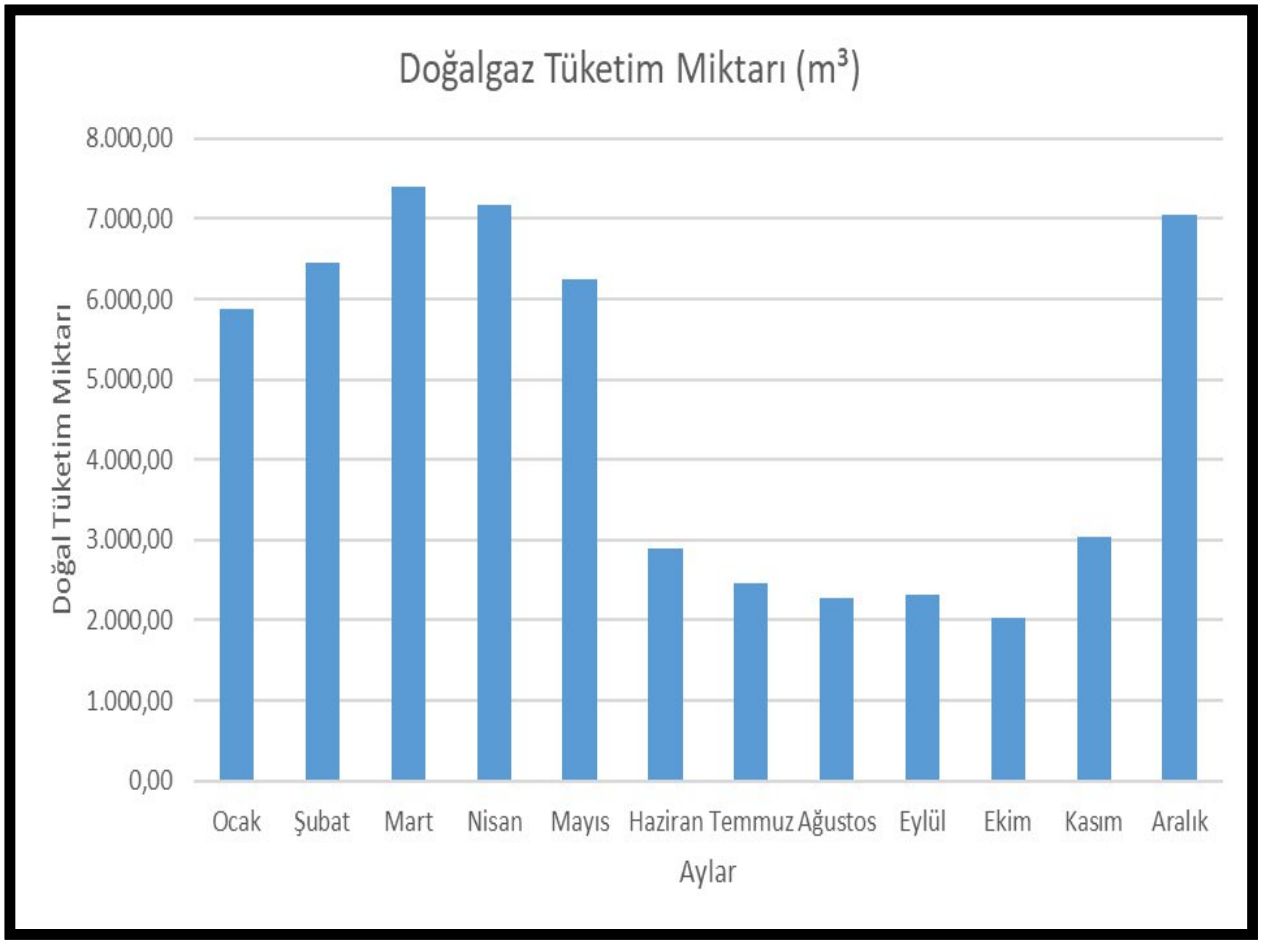
2022 yıllın toplam enerji tüketimi 152,65 TEP olarak bulunmuştur.

2023 yıllında Beykoz Belediye Başkanlık Binasının enerji tüketimi Tablo 48'te gösterilmiştir.

Tablo 48. 2023 Yıllında Beykoz Belediye Binanın Elektrik ve Doğalgaz Tüketimi Miktarı

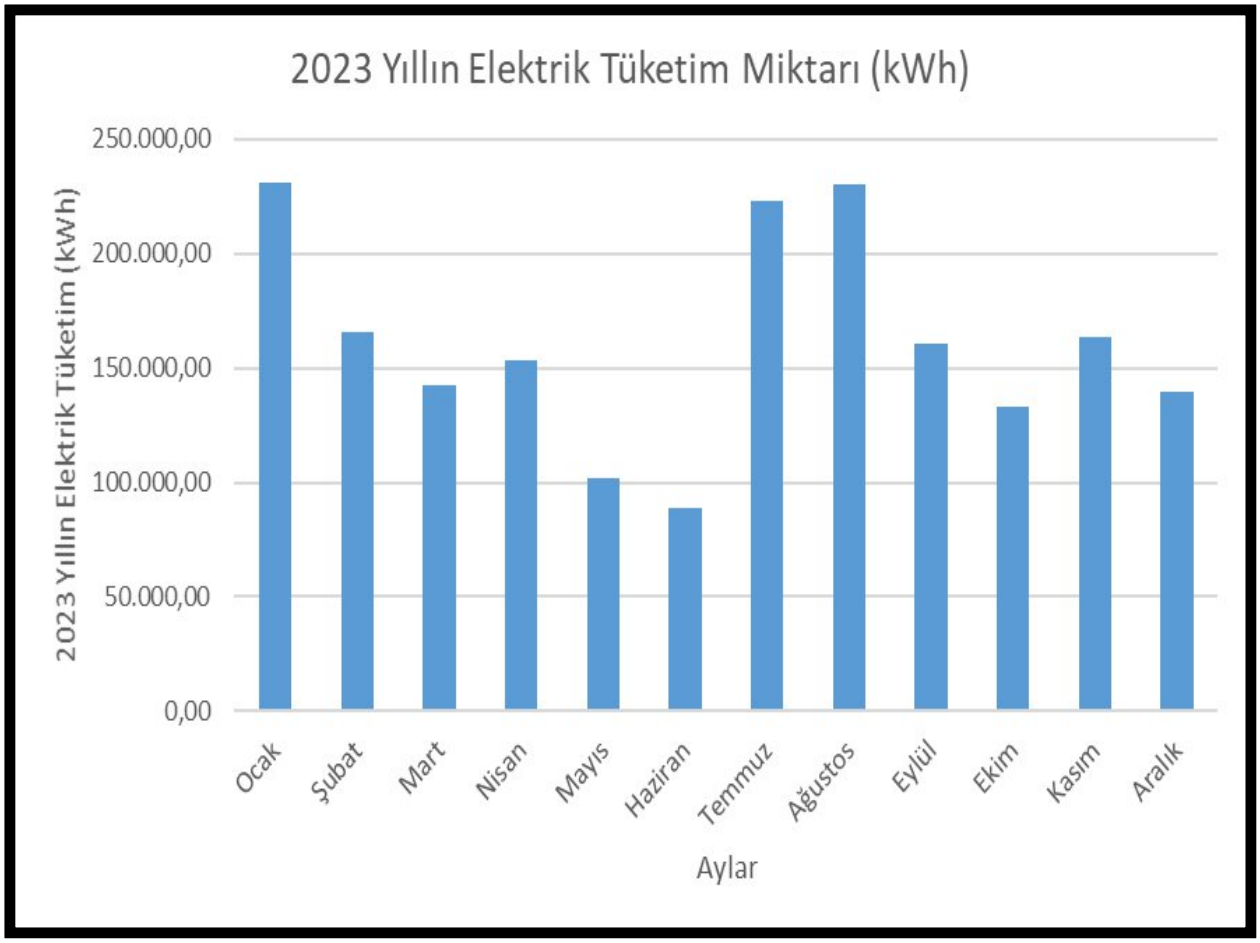
Aylar	Doğalgaz Tüketim Miktarı (m^3)	Elektrik Tüketim Miktarı (kWh)
Ocak	5.868,00	230.792,00
Şubat	6.450,00	165.886,00
Mart	7.402,00	142.472,00
Nisan	7.176,00	153.212,34
Mayıs	6.255,00	102.045,55
Haziran	2.883,00	89.000,38
Temmuz	2.464,00	222.736,17
Ağustos	2.285,00	230.528,21
Eylül	2.313,00	160.667,29
Ekim	2.029,00	133.218,45
Kasım	3.035,00	163.211,48
Aralık	7.057,00	139.604,50
Toplam	55.217,00	1.933.374,37

Tablo 48'de gösterilmiş gibi 2023 yıllında toplam elektrik tüketim miktarı 1.344.607 kWh ve doğalgaz tüketimi toplam 43.817,00 m^3 tüketilmiştir. Ayları göre doğalgaz kullanımın değişimi Şekil 74'te gösterilmektedir.



Şekil 74. 2023 Yıllında Beykoz Belediyesi Binanın ayları göre Doğalgaz Tüketimi Miktarı değişimi

2023 yıllın Haziran ayından itibaren doğalgaz tüketimi çok düşüşü olduğunu tespit edilmiştir. En düşük doğalgaz tüketim ise Ekim ayında 2029 m³ bulunmaktadır. Kasım ayından sonra tekrar doğalgaz tüketimi yükselmeyi başlamıştır. Mart ayında en yüksek doğalgaz kullanılmış olup toplam 7402 m³ kullanılmıştır. Elektrik tüketimi ise genelde yaz aylarında kaş aylarından daha fazla kullanılmış olduğunu tespit edilmiştir. Elektrik enerji tüketimini Şekil 75'te gösterilmiştir.



Şekil 75. 2023 Yıllında Beykoz Belediyesi Binanın ayları göre Elektrik Tüketimi Miktarı değişimi

2023 yıllın enerji tüketimi değerleri diğer yıllarına göre dengesi biraz daha farklı olduğunu tespit edilmiştir. Ocak ayında en yüksek elektrik tüketmiş olup 230.792,00 kWh, ikinci en yüksek elektrik tüketimi ise Ağustos ayında toplam 230.528,21 kWh elektrik tüketilmiştir.

2023 yıllında tüketilen toplam enerji tüketim miktarı TEP ile belirlemektedir. Toplam tüketim miktarı aşağıdaki gibi hesaplanmıştır. enerji kullanılmıştır. En düşük elektrik enerjisine Haziran ayında 89000,38 kWh olduğunu tespit edilmiştir.

Toplam Elektrik Tüketim: 1.933.374,37 kWh *860 = 1.662.701.958,20 kCal
Toplam Doğalgaz Tüketimi: 55.217,00 m³ *8250 = 455.540.250 kCal

Toplam Enerji Tüketimi = (1.662.701.958,20 + 455.540.250)/10.000.000
= (2.118.242.208,2 kCal)/10.000.000
= 211,82 TEP

2023 yıllın toplam enerji tüketimi 211,82 TEP olduğu tespit edilmiştir.

Yılları göre 2020 yıllından 2023 yıllına kadar tüketilen enerji miktarı aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.
Yıllın içerisinde kullanılan enerji tüketimi aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

2020 yıllın toplam doğalgaz tüketimini,

$$\sum Q_{D,2020} = \sum_{i=1}^{12} Q$$

$$\sum Q_{D,2020} = Q_{1,2020} + Q_{2,2020} + Q_{3,2020} + Q_{4,2020} + Q_{5,2020} + Q_{6,2020} + Q_{7,2020} + Q_{8,2020} + Q_{9,2020} + Q_{10,2020} + Q_{11,2020} + Q_{12,2020}$$

$$\sum Q_{D,2020} = 26765 \text{ m}^3$$

$$= 220.811.250 \text{ k.Cal}$$

$$= 22,08 \text{ TEP}$$

2020 yıllın toplam elektrik tüketimini,

$$\sum Q_{e,2020} = \sum_{i=1}^{12} Qe$$

$$\sum Q_{e,2020} = Q_{1,2020} + Q_{2,2020} + Q_{3,2020} + Q_{4,2020} + Q_{5,2020} + Q_{6,2020} + Q_{7,2020} + Q_{8,2020} + Q_{9,2020} + Q_{10,2020} + Q_{11,2020} + Q_{12,2020}$$

$$\sum Q_{e,2020} = 564.723,21 \text{ kWh}$$

$$= 485.661.960,6 \text{ k.Cal}$$

$$= 48,57 \text{ TEP}$$

$$\sum Q_{2020} = 48,57 + 22,08$$

= 70,65 TEP

2020 yıllında toplam enerji tüketimi 70,65 TEP olduğunu tespit edilmiştir.

2021 yıllın toplam doğalgaz tüketimini,

$$\sum Q_{D,2021} = \sum_{i=1}^{12} Q$$

$$\sum Q_{D,2021} = Q_{1,2021} + Q_{2,2021} + Q_{3,2021} + Q_{4,2021} + Q_{5,2021} + Q_{6,2021} + Q_{7,2021} + Q_{8,2021} + Q_{9,2021} + Q_{10,2021} + Q_{11,2021} + Q_{12,2021}$$

$$\sum Q_{D,2021} = 41641 \text{ m}^3$$

= 343.538.250 k.Cal

= 34,54 TEP

2021 yıllın toplam elektrik tüketimini,

$$\sum Q_{e,2021} = \sum_{i=1}^{12} Qe$$

$$\sum Q_{e,2021} = Q_{1,2021} + Q_{2,2021} + Q_{3,2021} + Q_{4,2021} + Q_{5,2021} + Q_{6,2021} + Q_{7,2021} + Q_{8,2021} + Q_{9,2021} + Q_{10,2021} + Q_{11,2021} + Q_{12,2021}$$

$$\sum Q_{e,2021} = 957.945,14 \text{ kWh}$$

= 823.832.820,4 k.Cal

= 82,38 TEP

$$\sum Q_{2021} = 34,54 + 82,38$$

= 116,92 TEP

2022 yıllın toplam doğalgaz tüketimini,

$\sum Q_{D,2022} = \sum_{i=1}^{12} Q$

$\sum Q_{D,2022} = Q_{1,2022} + Q_{2,2022} + Q_{3,2022} + Q_{4,2022} + Q_{5,2022} + Q_{6,2022} + Q_{7,2022} + Q_{8,2022} + Q_{9,2022} + Q_{10,2022} + Q_{11,2022} + Q_{12,2022}$

$\sum Q_{D,2022} = 43817\ m^3$

$= 361.490.250\ k.Cal$

$= 36,15\ TEP$

2022 yıllın toplam elektrik tüketimini,

$\sum Q_{e,2022} = \sum_{i=1}^{12} Qe$

$\sum Q_{e,2022} = Q_{1,2022} + Q_{2,2022} + Q_{3,2022} + Q_{4,2022} + Q_{5,2022} + Q_{6,2022} + Q_{7,2022} + Q_{8,2022} + Q_{9,2022} + Q_{10,2022} + Q_{11,2022} + Q_{12,2022}$

$\sum Q_{e,2022} = 1.354.607\ kWh$

$= 1.164.962.020\ k.Cal$

$= 116,49\ TEP$

$\sum Q_{2022} = 36,15 + 116,49$

$= 152,65\ TEP$

2023 yıllın toplam doğalgaz tüketimini,

$\sum Q_{D,2023} = \sum_{i=1}^{12} Q$

$\sum Q_{D,2023} = Q_{1,2023} + Q_{2,2023} + Q_{3,2023} + Q_{4,2023} + Q_{5,2023} + Q_{6,2023} + Q_{7,2023} + Q_{8,2023} + Q_{9,2023} + Q_{10,2023} + Q_{11,2023} + Q_{12,2023}$

$\sum Q_{D,2023} = 55.217{,}00\ m^3$

$= 455.540.250$ k.Cal

$= 45{,}55$ TEP

2023 yıllın toplam elektrik tüketimini,

$\sum Q_{e,2023} = \sum_{i=1}^{12} Qe$

$\sum Q_{e,2023} = Q_{1,2023} + Q_{2,2023} + Q_{3,2023} + Q_{4,2023} + Q_{5,2023} + Q_{6,2023} + Q_{7,2023} + Q_{8,2023} + Q_{9,2023} + Q_{10,2023} + Q_{11,2023} + Q_{12,2023}$

$\sum Q_{e,2023} = 1.933.374{,}37$ kWh

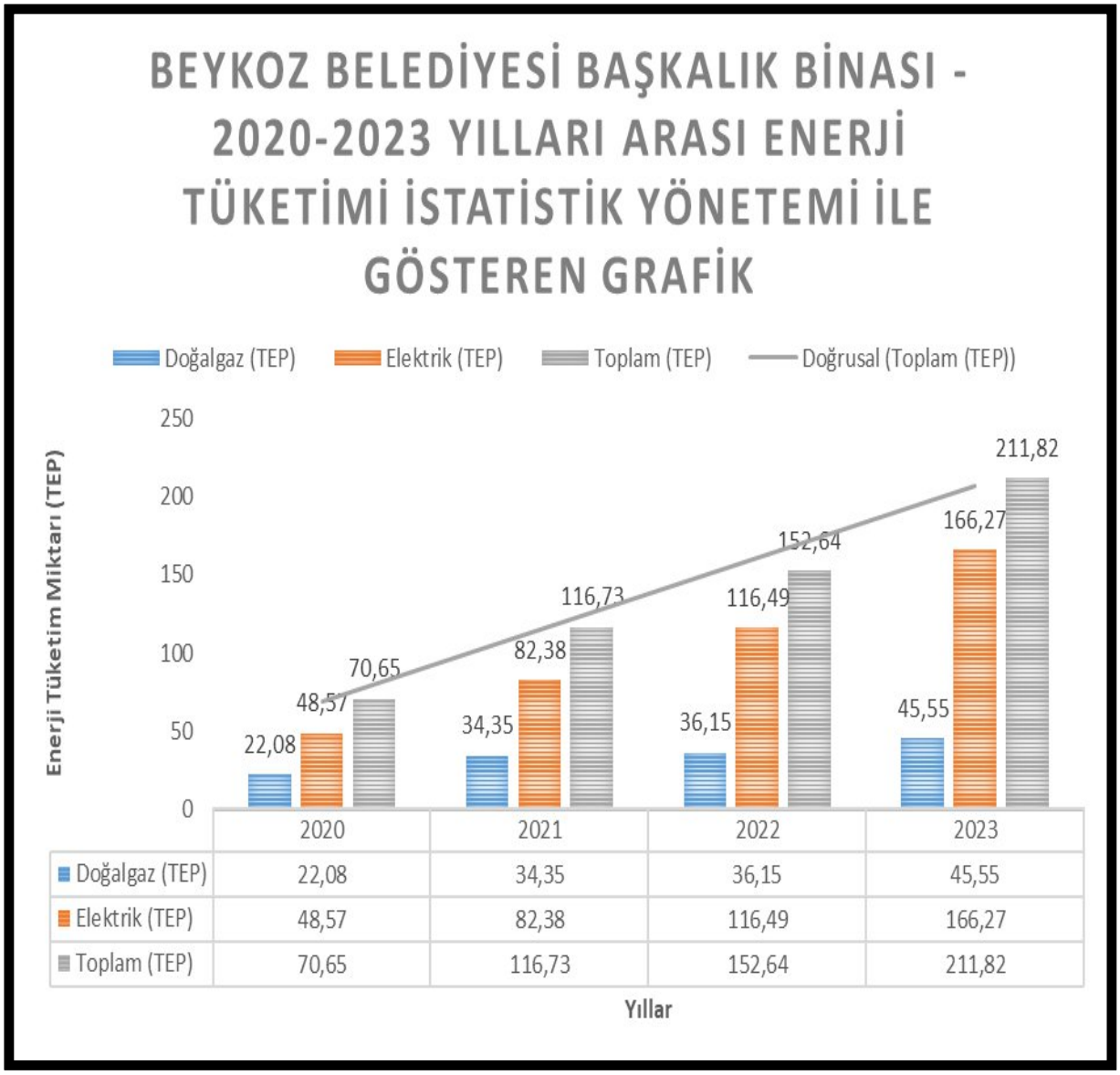
$= 1.662.701.958{,}20$ k.Cal

$= 166{,}27$ TEP

$\sum Q_{2023} = 45{,}55 + 166{,}27$

$= 211{,}82$ TEP

3 yıllık enerji tüketimin değerleri TEP olarak Şekil 76'da gösterilmiştir.



Şekil 76. Beykoz Belediyesi Binanın 2020 – 2023 yılların arası Enerji Tüketimi

Şekil 76’da gösterilmiş gibi enerji, miktarları TEP olarak belirlemiş olup gereli enerji miktarini hesaplanmıştır.

Bu çalışmada, Beykoz Belediye Binası'nın enerji tüketimini 2021, 2022 ve 2023 yılları olmak üzere üç yıllık bir dönemdeki fatura değerlerinin üzerinden aşağıdaki Tablo 44'teki gibi değerlendirmiştir. Doğalgaz ve elektrik enerji tüketimlerinin ilişkin ayrıntılı faturaların analizi, BIN yöntemleri kullanılarak elde edilen sonuçlar ile gerçek rakamlar arasında küçük farklılıklar olduğunu ortaya çıkmaktadır. Isınmak için gerekli enerji tüketimin hesaplanabilmemiz için Beykoz belediye binasına ait üç yıllık bir döneminin doğal gaz faturaları dikkatine alınmıştır.

Fatura değerlerine göre hesaplamalarında 2021 yılında doğalgaz tüketimi ayları göre aşağıdaki gibi belirlemiştir. 2021 yıllın Ocak ayında 8.396 m³, Şubat ayında 4.507 m³, Mart ayında 5.965 m³, Nisan ayında 5.937 m³, Mayıs ayında 3.735 m³, Haziran ayında 2.044 m³, Temmuz ayında 1.246 m³, Ağustos ayında 705 m³, Eylül ayında 620 m³, Ekim ayında 1.574 m³, Kasım ayında 3.453 m³ ve Aralık ayında 3.459 m³ olarak hesaplanmıştır. 2021 yıllında toplam 41.641 m³ doğalgaz tüketmiş olup 443.060 kWh ile eşdeğerinde bulunmaktadır. 2021 yıllında toplam 957.945,14 kWh elektrik enerji kullanılmıştır.

Fatura değerlerine göre hesaplamalarında 2022 yılında doğalgaz tüketimi ayları göre aşağıdaki gibi belirlemiştir. 2022 yıllın Ocak ayında 7.279 m³, Şubat ayında 8.928 m³, Mart ayında 7.698 m³, Nisan ayında 4.930 m³, Mayıs ayında 4.370 m³, Haziran ayında 1.392 m³, Temmuz ayında 735 m³, Ağustos ayında 597 m³, Eylül ayında 780 m³, Ekim ayında 878 m³, Kasım ayında 1.891 m³ ve Aralık ayında 4.339 m³ olarak hesaplanmıştır. 2022 yıllında toplam 43.817 m³ doğalgaz tüketmiş olup 466.213 kWh ile eşdeğerinde bulunmaktadır. 2022 yıllında toplam 1.354.607 kWh elektrik enerji kullanılmıştır.

Fatura değerlerine göre hesaplamalarında 2023 yılında doğalgaz tüketimi ayları göre aşağıdaki gibi belirlemiştir. 2023 yıllın Ocak ayında 5.868 m³, Şubat ayında 6.450 m³, Mart ayında 7.402 m³, Nisan ayında 7.176 m³, Mayıs ayında 6.255 m³, Haziran ayında 2.883 m³, Temmuz ayında 2.464 m³, Ağustos ayında 2.285 m³, Eylül ayında 2.313 m³, Ekim ayında 2.029 m³, Kasım ayında 3.035 m³ ve Aralık ayında 7.057 m³ olarak hesaplanmıştır.

2023 yıllında toplam 55.217 m³ doğalgaz tüketmiş olup 587.509 kWh ile eşdeğerinde bulunmaktadır. 2023 yıllında toplam 1.933.374,37 kWh elektrik enerji kullanılmıştır. Üç yıllık ortalama enerji tüketimi ise doğalgaz 499.000 kWh ve elektrik enerji 1.415.307 kWh tüketilmiştir. Fatura değerlerine göre enerji tüketimini Tablo 49'teki gibi gösterilmiştir.

Tablo 49. Belediye Binanın Üç yıllık Enerji Tüketiminin Aylık Fatura Değerleri (Doğalgaz ve Elektrik)

Aylar	2021 Yıllında doğalgaz Tüketim Miktarı (m^3)	2021 Yıllında Elektrik Enerji Tüketim Miktarı (kWh)	2022 Yıllında doğalgaz Tüketim Miktarı (m^3)	2022 Yıllında Elektrik Enerji Tüketim Miktarı (kWh)	2023 Yıllında doğalgaz Tüketim Miktarı (m^3)	2023 Yıllında Elektrik Enerji Tüketim Miktarı (kWh)
Ocak	8.396,00	62.103,96	7.279,00	116.400,00	5.868,00	230.792,00
Şubat	4.507,00	51.670,84	8.928,00	73.500,00	6.450,00	165.886,00
Mart	5.965,00	62.005,01	7.698,00	59.700,00	7.402,00	142.472,00
Nisan	5.937,00	82.673,34	4.930,00	78.000,00	7.176,00	153.212,34
Mayıs	3.735,00	86.242,44	4.370,00	87.800,00	6.255,00	102.045,55
Haziran	2.044,00	90.940,67	1.392,00	139.200,00	2.883,00	89.000,38
Temmuz	1.246,00	103.341,68	735	173.500,00	2.464,00	222.736,17
Ağustos	705	99.208,01	597	159.700,00	2.285,00	230.528,21
Eylül	620	93.745,56	780	137.800,00	2.313,00	160.667,29
Ekim	1.574,00	60.683,76	878	123.509,00	2.029,00	133.218,45
Kasım	3.459,00	72.189,24	1.891,00	97.239,00	3.035,00	163.211,48
Aralık	3.453,00	93.140,64	4.339,00	108.259,00	7.057,00	139.604,50
Toplam	41.641,00	957.945,14	43.817,00	1.354.607,00	55.217,00	1.933.374,37

Beykoz Belediyesi Ana Binasının ısıtma için tüketilen enerji miktarı, 3 yıllık ortalama fatura değerleri ve BIN yöntemi uygulanarak bulunan değerlerin karşılaştırması yapılmıştır.

2021 yılın kış aylarında doğal gaz kullanmasıyla tüketilen enerji miktarı 439.321,55 kWh karşılığı olan 41.641,00 m^3, elektrik enerjisi tüketimi ise 957.945,14 kWh olarak hesaplanmış olup, covid-19 döneminden dolayı enerji tüketiminin en düşük yıl olduğunu görünmüştür. Günümüzde Endüstri 4.0. uygulanarak sanayi ve konut sektörlerin enerji ihtiyaçlarını ve

enerji tüketim fatura değerleri daha kolayca tahmin etmemiz mümkündür. Yukarıdan alınan toplam fatura değerleri ile kış dönemin doğalgaz ve elektrik enerji tüketimleri incelenerek binaların enerji tüketim miktarları daha basit ve daha kolayca tahmin edilmektedir (Kayar, 2023).

2022 yıllında toplam ortalama doğalgaz tüketimi 43.817 m³ olup elektrik enerji olarak 1.354.607 kWh kullanılmaktadır.

2023 yıllında ortalama doğalgaz tüketimi 55.217.00 m³ olup elektrik enerji tüketimi 1.933.374,37 kWh kullanılmıştır.

3 yıllık ortalama doğalgaz tüketimi 46.891,67 m³ olup 498.927,40 kWh eş değerinde doğalgaz kullanılmıştır ve ortalama elektrik enerjisi 1.415.308,84 kWh kullanılmıştır. Ortalama enerji tüketimini Tablo 50'de gösterilmiştir.

Tablo 50. Belediye Binanın Üç yıllık Ortalama Enerji Tüketiminin Değerleri (Doğalgaz ve Elektrik)

Yıl	Doğalgaz tüketim Miktarı (m³)	Elektrik enerji tüketim miktarı (kWh)
2021	41.641,00	957.945,14
2022	43.817,00	1.354.607,00
2023	55.217,00	1.933.374,37
Toplam	140.675,00	4.245.926,51
Ortalama	46.891,67	1.415.308,84

Beykoz Belediye binasında en çok enerji tüketim sistemlerinden bir olan HVAC sisteminide kullanılmaktadır.

HVAC sisteminde ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme sistemleri yaz aylarında belediye binasının soğutulması amacıyla kullanılmaktadır. Belediye binasının soğutulması için enerji tüketiminin ayrıntılı hesaplaması yapılmıştır (Karami vd., 2022).

Bu hesaplama, binaya monte edilmiş olan havalandırma ve iklimlendirme cihazlarına uygun olarak yapılmıştır. Bu belediye binası, split klimalar, gelişmiş kaset tipi klimalar ve evaporatif hava soğutucular dâhil olmak üzere bir dizi iklimlendirme çözümünü içeren merkezi soğutma sistemi ile donatılmış ve böylece konforlu bir iç ortam sağlanmıştır (Ohyama & Konodo, 2008).

Beykoz Belediye binasında bulunan HVAC sistemin cihazların enerji tüketimini aşağıdaki gibi hesaplanmıştır. Bu binada toplam 140 adet duvar tipi split klima bulunmaktadır. Fakat bu cihazların sadece 78 adet klima cihazı faaliyette bulunmaktadır.

Bu ekipmanların her birinin kapasitesi 4,2 kW'tır ve yaz dönemi boyunca bu ekipmanların enerji tüketimleri 314.496 kWh olarak hesaplanmıştır.

Ayrıca, bina 40 adet kaset tipi klima ünitesi ile donatılmıştır. Bu ünitelerin her biri 14 kW soğutma kapasitesine sahiptir. Bu 40 adet cihazın yaz boyunca enerji tüketimi 537.600 kWh olarak hesaplanmıştır.

Ayrıca, soğutma kapasitesi 4,5 kW olan diğer 30 adet klima cihazın enerji tüketimleri 129.600 kWh olarak hesaplanmıştır. Daha sonra, 12,5 kW kapasiteyi sahip olan 30 dış ünitenin enerji tüketimleri yaklaşık 360.000 kWh olarak hesaplanmıştır.

Kapsamlı araştırma ve analizlerin ardından, 200 kW kapasiteli havalandırma sistemlerinin enerji tüketimi hesaplanmıştır.

Bu havalandırma sistem cihazın enerji tüketiminin yaklaşık 96.000 kW olduğunu görünmektedir. sonuç olarak HVAC sisteminin toplam enerji tüketimi yaklaşık 1.437.696 kWh olarak hesaplanmıştır, bu da Beykoz belediye binasının 3 yıllık ortalama elektrik enerjisi tüketimine eşdeğeri olduğunu belirlemiştir (Kassas vd., 2019).

Bu binanın enerji dağıtım sistemi yöntemleri kış ayları ve yaz ayları göre ayarlamıştır. Kış aylarında doğalgaz ile ısınmakta olup klimalar ve havalandırma sistemleri kullanmaktadır. Yaz aylarında ise bölgesel soğutma için VRF sistemi ve split klimaları kullanılmaktadır. Kullanılmış cihazlarından enerji tüketimi hesaplanmaktadır (Capaso vd., 1994).

Binanın Enerji dağıtımı ve kullanılan enerji kaynakların verileri mühendislik yöntemi ile enerji tüketimi geliştirebilmesi için toplu olarak kullanılmaktadır.

Örnek olarak aydınlatma, sıcak su, klimalar, bölgesel soğutma ve ısıtma ve iklimlendirme gibi konuları kombine şekilde toplam kullanılan miktarı hesaplanmaktadır. Ayrıca, bina içerisinde kullanılan buz dolap, bulaşık makine ve benzer cihazları bulunmaktadır (Kadian vd., 2007).

Binanın ısı yalıtımı TS 825 standartlarına uygun olarak inşa edilmiştir. Mimari ve yapısal özellikleri olarak binanın kat sayısı, duvarların kalınlık, kolonların kalınlık, ısı yalıtım malzemeleri kalınlıkları, binada kullanıl cihazların yerleşim ve benzer yapısal özellikleri üzerinde çalışmaları yapılmıştır.

3.3. Derece-Saat Yöntemi

Kamu binanın enerji tüketimi binanın mimari tasarımı, yapı malzemeleri, binadaki çalışan insan sayısı ve benzer konulara göre değişmektedir. Derece-saat yöntemi anlamı belirli bir mekanın belirli bir zaman aralığında ısıtılması ve soğutulması için gereken enerji ihtiyacının tahmin edilmesinde kullanılan bir yöntemidir.

Bu yöntemi uygulanarak bir bina için gerekli enerji miktarını binanın iç ortamı ve dış ortamlarında oluşan sıcaklık değişikliğin oranı kontrol edilerek sıcaklık derece aralığı ile yakın değerlerinde olduğunu kabul etmektedir. Bu yöntemin bezer derece-gün yöntemi uzun yıllardır binaların enerji tüketimini hesaplamak için kullanılmaktadır. Bu yöntemin çok etkili bir yöntem olduğu yıllar önce tespit edilmiştir (Pusat vd., 2018). Daha hızlı ve daha doğru sonuçlara ulaşabilmesi için derece-saat yöntemini tercih edilmektedir (Coşkun vd., 2010).

3.3.1 İstanbul İlin Enerji Tüketimini Derece-Saat Yöntemi ile İncelenmesi

Bu çalışmada, Meteoroloji Genel Müdürlüğün tarafından alınan 25 yıllık İstanbul ilin ait sıcaklık derece verileri kullanılmıştır. Türkiye genelinde TS 825i göre 4 bölge ayrılmıştır ve İstanbul 2. bölgede bulunmaktadır (Pusat & Ekmekçi, 2016). Ortalama sıcaklığı 17ºC cıvarında olduğu belirlemiştir. binaların enerji tüketiminin tahmin edilmesi için derece saat yöntem ile çalışmasında daha kararlı ve daha basit uygulamalı sonuçları bulunmaktadır. daha doğru çözümları bulabilmesi için geliştirilen prosedürlerinden biri olarak bilinmektedir (Pusat & Ekmekçi, 2015), (TS 825, 2008).

Genellikle yaz ve kış dönemlerin dönemsel Isıtma ve iklimlendirme sistemlerinin gerekli enerji miktarının ve yakıt tüketimi en tasarruf şekilde kullanılan bilmesi için optimal bir tasarıma yaklaşmak için tahmin edilmiştir. Isıtma veya soğutma amaçlı enerji tüketimini sırasıyla ısıtma veya soğutma sezonu boyunca tüketim, yani anlık yük ısıtma veya soğutma ekipmanının verimliliğine bölünür Daha basit yöntemler sabit durumu kullanır modeller, daha az veri gerektirir ve basit sistemler için yeterli sonuçlar sağlanmaktadır (TS 825, 2025).

Enerji taleblerin en uygun olarak yöntemlerin arasında en yaygın olarak bilinen derece-gün veya derece-saat yöntemlerin yaklaşımı en doğu olduğunu ve en uygun yöntemlerinden olduğunu dünya çarpında belirlemiştir (Durmayaz vd., 2020). Bir binanın enerji tüketiminin , özellikle binada kullanınlan inşaat malzemeleri, bina içerisinde kullanılan ısıtma ve soğutma ekipmanının verimliliğinin sabit olduğu varsayılarak hızlı ve doğru şekil hesaplanarak tahmin edilmektedir (Thevenard, 2011).

Isıtma ve soğutma için gerekli enerji miktarı belirlemek için kullanışlı olan derece-saat yöntemi bölgesel iklim değişikliğinin etkili olduğu belirlemektedir. Saatlik ısıtma ve soğutmada, taban sıcaklığın dış sıcaklıktan daha yüksek olması durumunda ısıtma ihtiyacı olduğunu ve ortam sıcaklığı dış sıcaklığında düşük olduğundan soğutma ihtiyacı olduğunu anaşlılmaktadır. Isıtma ve soğutma derece-saatleri, günlük ortalama sıcaklıklar ile taban sıcaklık arasındaki farkların toplamı olarak tanımlanır. Örneğin, yıllık ısıtma sayısı derece-saat, HDH, olarak hesaplanmaktadır (Oktay vd., 2011).

$$HDH = \sum_{i=1}^{N} (T_b - T_i)^+$$

Burada N yıl içindeki saat sayısı,

T_b Taban sıcaklığın,

T_i ortam sıcaklığın,

"+" üst simgesi, parantez içindeki miktarın yalnızca pozitif değerlerinin toplamda dikkate alındığını gösterir.

Benzer şekilde soğutma derece saat CDH değerleri aşağıdaki denklenden hesaplanmaktadır.

$$CDH = \sum_{i=1}^{N} (T_i - T_b)^+$$

Bu çalışmada, ısıtma için referance sıcaklık 18 ºC (T_b) ve soğutma için referance sıcaklık 22ºC (T_i) olarak hesaplanmıştır. Kış mevsimlerine göre HDH hesaplama aşağıdaki Tablo 51'daki gibi gösterilmiştir (Salman & Satman, 1999).

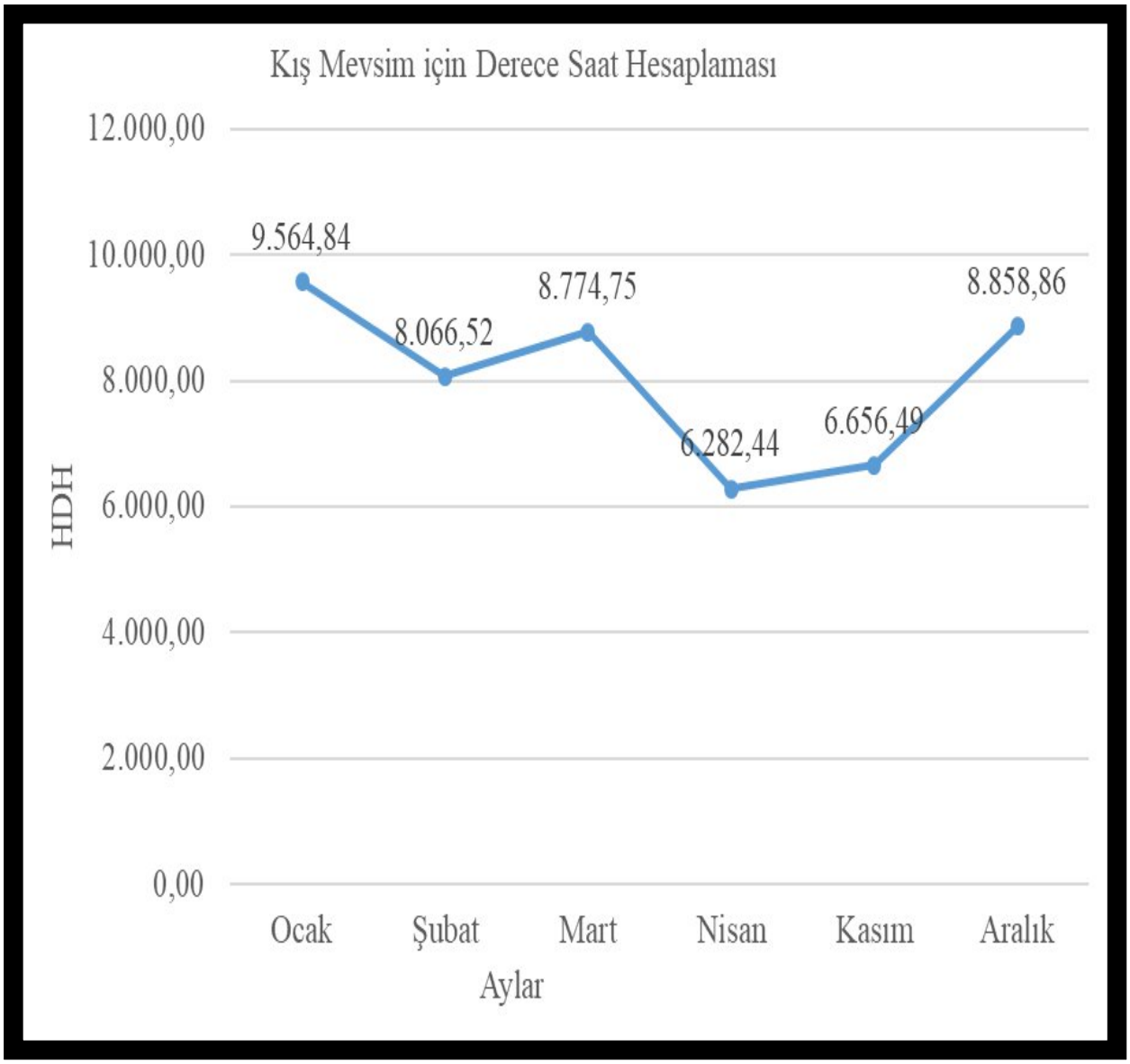
Tablo 51. Kış mevsimdeki ayları göre ısıtma derece saat (HDH) hesaplaması

Aylar	Isıtma gereken gün sayısı	Aylık Sıcaklık decere saat	Günlük Ortalama Sıcaklık derece-saat	Saatlık Ortalama HDH	Isıtma gereken Saat sayısı
Ocak	31	9.564,84	308,54	12,85596774	744
Şubat	28	8.066,52	288,09	12,00375	672
Mart	31	8.774,75	283,06	11,79401882	744
Nisan	28,5	6.282,44	202,66	8,444139785	684
Kasım	30	6.656,49	214,73	8,946895161	720
Aralık	31	8.858,86	285,77	11,90706989	744
Toplam	179,5	48.203,90	1.582,84	65,9518414	4308

Tablo 51'de gösterilmiş gibi Derece saat yöntemine göre İstanbul ilinde kış mevsiminde ısıtma gereken toplam 4303 saat olarak hesaplanmıştır. Isıtma gereken gün sayısı toplam 180 gün olduğu hesaplanmıştır. Kış mevsiminde olan Kasım ayından Nisan ayına kadar ısıtma gereken saatlari aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır. Kasım ayında ısıtma gereken toplam 720 saat ve or saatlik ortalama HDH 9ºC, Aralık ayında ısıtma gereken toplam 744 saat ve or saatlik ortalama HDH 12ºC, Ocak ayında ısıtma gereken toplam 744 saat ve or saatlik ortalama HDH 13ºC, Şubat ayında ısıtma gereken toplam 672 saat ve or saatlik ortalama HDH 12ºC, Mart ayında ısıtma gereken toplam 744 saat ve or saatlik ortalama HDH 12ºC, Nisan ayında ısıtma gereken toplam 684 saat ve or saatlik ortalama HDH 9ºC.

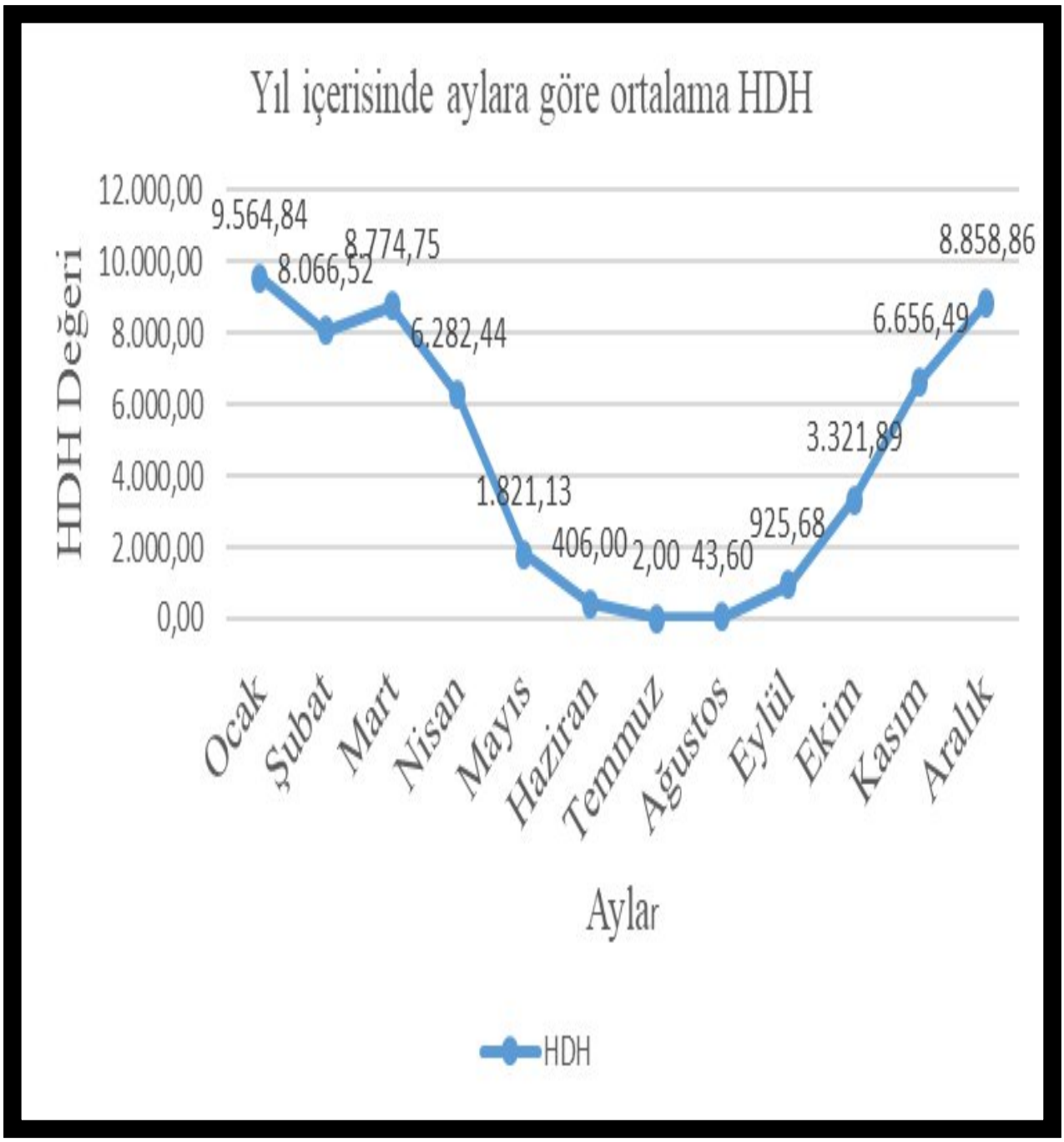
Yıl içerisinde toplam ısıtmak gereken saat sayısı 5975 saat olarak görünmektedir. Kıs mevsinin dışında Mayıs ayında 549 saat ve saatlik ortalama HDH 2,45, Haziran ayında 164 saat ve saatlik ortalama HDH 0,56, Temmuz ayında sadece 2 saat ve HDH 0, Ağustos ayında 56 saat ve saatlik ortalama HDH 0,06, Eylül ayında 312 saat ve saatlik ortalama HDH 1,29 ve Ekim ayında 584 saat ve saatlik ortalama HDH 4,46 olarak hesaplanmıştır.

Yıl içerisindeki toplam ısıtmak için gerekli sıcaklık derece saatleri Şekil 77'deki gibi gösterilmiştir.



Şekil 77. İstanbul İlin Kış Mevsiminde Aylara göre HDH değerleri

Şekil 77'de gösterilmiş gibi İstanbul ilin kış mevsimde bulunan Kasım, Aralık, Ocak, Şubat, Mart ve Nisan toplam 6 aylık ısınma derece-saatları incelenmiştir. Kış mevsimin içerisinde en yüksek ısınma derece saatı Ocak ayında görünmektedir. En düşük ısınma derece saat ise Nisan ayında görünmektedir. Yıllık ısınma derece saat değerleri Şekil 78'de gösterilmiştir.



Şekil 78. İstanbul İlin Aylara göre yıllık HDH

Şekil 78'de gösterilmiş gibi yıllık ısınma derece saatları incelenmiştir. İstanbul ilin 12 aylık ortalama ısınma derece saat değerleri Şekil 78'deki gibi ayrıntılı olarak belirlemiştir.

İstanbul ilin yıllık ısınma derece saatları 12 aylık olarak ayrıntılı şekilde aşağıdaki Tablo 52'deki gibi gösterilmiştir.

Tablo 52. Yıllık ısıtma derece saat (HDH) hesaplaması

Aylar	Toplam Gün Sayısı	Aylık Toplam HDH	Günlük Ortalama HDH	Saatlik Ortalama HDH	Isıtma gereken gün sayısı	Isıtma gereken Toplam Saat
Ocak	31	9.564,84	308,54	12,856	31	744
Şubat	28	8.066,52	288,09	12,00	28	672
Mart	31	8.774,75	283,06	11,79	31	744
Nisan	30	6.282,44	209,41	8,73	28,5	684
Mayıs	31	1.821,13	58,74612903	2,45		549
Haziran	30	406,00	13,53333333	0,56		164
Temmuz	31	2,00	0,064516129	0,00		2
Ağustos	31	43,60	1,406451613	0,06		56
Eylül	30	925,68	30,856	1,29		312
Ekim	31	3.321,89	107,1577419	4,46		584
Kasım	30	6.656,49	221,883	9,25	30	720
Aralık	31	8.858,86	285,7696774	11,91	31	744

Tablo 52'de gösterilmiş gibi yıl içerisinde 12 aylık ısınma derece saatları hesaplanmıştır. Yıl içerisinde en düşük ısınma derece saati Ağustos ayında bulunmaktadır. en yüksek ısınma derece saati Ocak ayında görünmektedir.

Derece saat yöntemine göre İstanbul ilinde yaz mevsiminde soğutma için gereken toplam 1426 saat olarak hesaplanmıştır. Yaz mevsiminde olan Mayıs ayından Ekim ayına kadar soğutma gereken saatlari aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

İstanbul ilin yaz mevsimin soğutma derece saat CDH hesaplamasını aşağıda Tablo 53'deki gibi hesaplanmıştır.

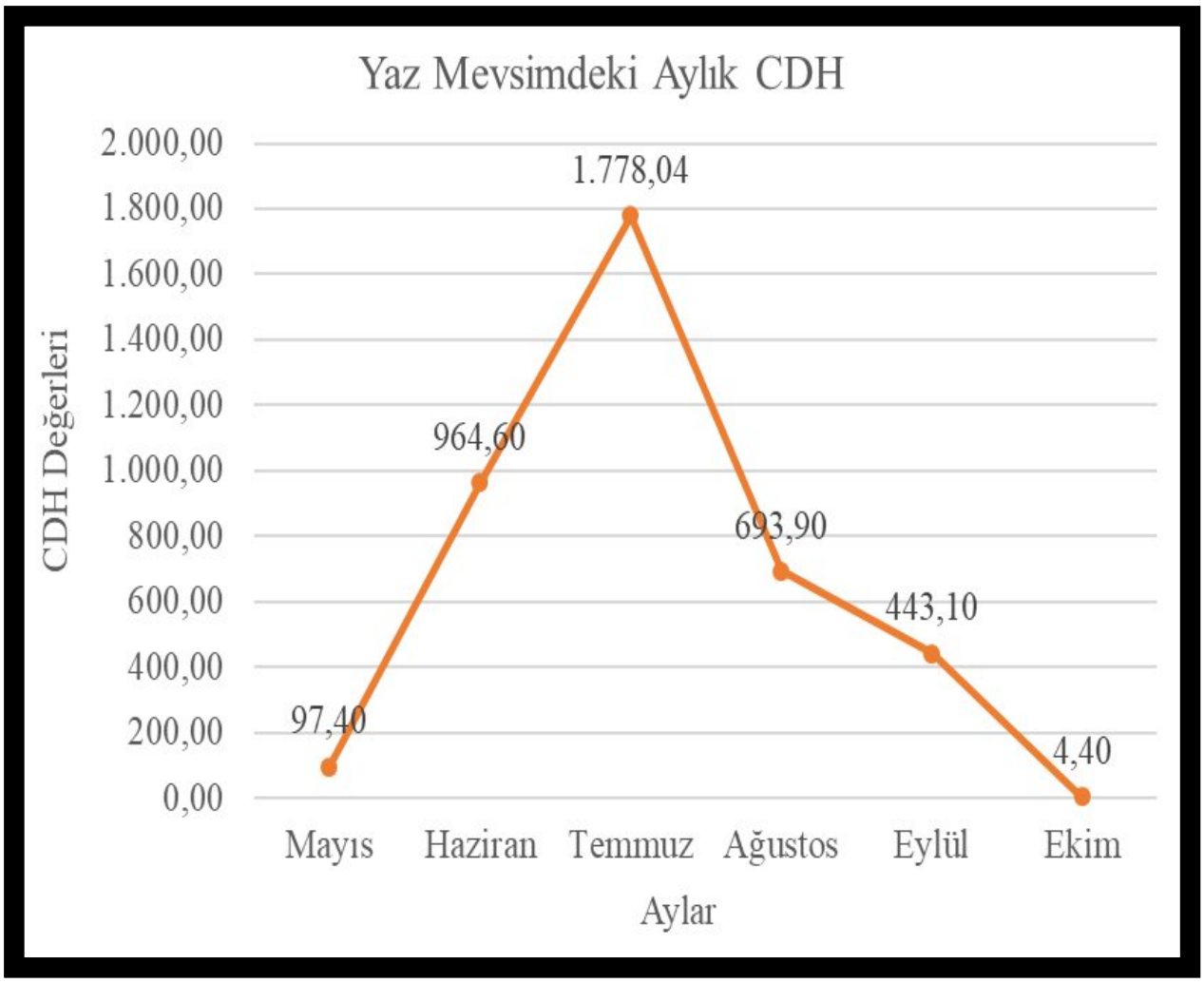
Tablo 53. Yaz mevsimindeki soğutma derece saat (CDH) hesaplaması

Aylar	Aylık Toplam CDH	Günlük Ortalama CDH	Saatlik Ortalama CDH	Toplam Saat
Mayıs	97,40	3,14	0,130914	73
Haziran	964,60	34,45	1,435417	292
Temmuz	1.778,04	57,36	2,389839	575
Ağustos	693,90	22,38	0,932661	283
Eylül	443,10	14,29	0,595565	173
Ekim	4,40	0,14	0,005914	30
Toplam	3.981,44	131,77	5,490309	1426

Tablo 53'te gösterilmiş gibi derece saat yöntemine göre İstanbul ilinde yaz mevsiminde soğutma için gereken toplam 1426 saat olarak hesaplanmıştır.

Yaz mevsiminde olan Mayıs ayından Ekim ayına kadar soğutma gereken saatlari aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.
Mayıs ayında soğutma gereken toplam 73 saat ve or aylık toplam CDH 97,40 derece-saat, Haziran ayında soğutma gereken toplam 292 saat ve aylık toplam CDH 964,60 derece saat, Temmuz ayında soğutma gereken toplam 575 saat ve aylık toplam CDH 1.778,04 derece saat, Ağustos ayında soğutma gereken toplam 283 saat ve aylık toplam CDH 693,90 derece saat, Eylül ayında soğutma gereken toplam 173 saat ve aylık toplam CDH 443,10 derece saat ve Ekim ayında soğutma gereken toplam 30 saat ve aylık toplam CDH 4,40 derece saat olarak hesaplanmıştır.

İstanbul ili yaz mevsimin soğutma derece saat değerleri Mayıs ayından Ekim ayına kadar 6 aylık soğutma derece saat değerlerine Şekil 79'daki gibi gösterilmiştir.



Şekil 79. İstanbul İlin Yaz Mevsiminde Aylara göre CDH değerleri

Şekil 79'da gösterilmiş gibi İstanbul ilin soğutma derece saatlerine hesaplanmıştır. Derece saat yöntemi ile İstanbul ilin soğutma derece saat hesaplanmasından en yüksek soğutma derece saati CDH Temmuz ayında 1.778,04 derece saat görünmektedir. Aylara göre ayrıntıtı CDH değerleri Şekil 79'te gösterilmiştir.

Yıl içerisinde ayları göre ortalama CDH hesaplamaları Mayıs ayından Ekim ayına kadar derece saat miktarları aşağıda Şekil 79'daki hesaplanmıştır.

Bu hesaplamalarına göre yıl içerisinde sadece 6 ay soğutma gerekmekte olduğunu belirtilmiştir. Yıllık soğutma derece saat (CDH) hesaplamasını aşağında Tablo 54'teki gibi hesaplanmıştır (Coskun vd., 2012).

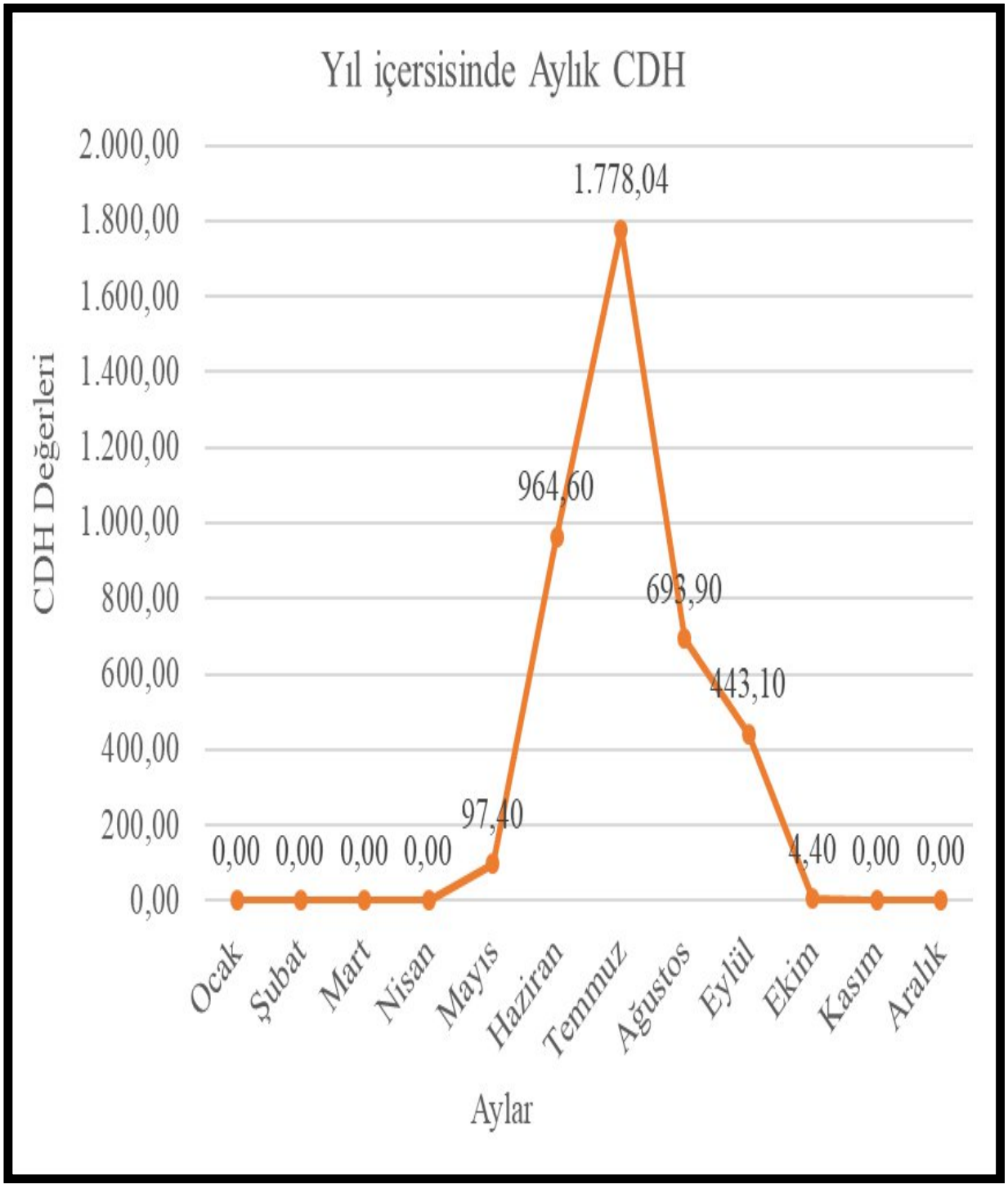
Tablo 54. Yıllık soğutma derece saat (CDH) hesaplaması

Aylar	Aylık Toplam CDH	Günlük Ortalama CDH	Saatlık Ortalama CDH	Saat
Ocak	0,00	0	0	0
Şubat	0,00	0	0,00	0
Mart	0,00	0	0,00	0
Nisan	0,00	0	0,00	4
Mayıs	97,40	3,141935484	0,13	62
Haziran	964,60	32,15333333	1,34	292
Temmuz	1.778,04	57,35612903	2,39	575
Ağustos	693,90	22,38387097	0,93	283
Eylül	443,10	14,77	0,62	173
Ekim	4,40	0,146666667	0,01	30
Kasım	0,00	0	0,00	0
Aralık	0,00	0	0,00	0

Tablo 54'te hesaplanmış gibi İstanbul ili için derece saat yöntem uygunarak gerekli soğutma derece saat CDH miktarını yukarıdaki gibi hesaplanmıştır.

Yıllık toplam soğutma derece saatine Şekil 80'daki gibi gösterilmiştir. Kış mevsimin CDH soğutma derece saat değeri "0" olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada soğutma derece saat için referans sıcaklık olarak 22ºC kullanılmıştır.

Yıllık soğutma derece saat hesaplam detayları aşağıda Şekil 80'da belirlemiştir.



Şekil 80. İstanbul İlin Aylara göre yıllık CDH

Şekil 80'da yıl içerisinde aylara göre toplam CDH hesaplamaları gösterilmiştir. Ekim ayında en az soğutma ihtiyacı olduğu ve Temmuz ayında en çok soğutma ihtiyacı olduğu görünmektedir.

Kamu Binanın (Beykoz Belediye Binası) Enerji Tüketimini Derece Saat Yöntemi ile Hesaplanması

Derece-saat yöntemini uygulayarak binanın enerji tüketimini hesaplamasında ısıtma ve soğutma dönem boyunca iç ortam koşullarında bir değişikliği olmadığı ve ısıtma veya soğutma cihazlarının verimliliğinin dış sıcaklık değişimlerinden etkilenmediği belirtilmiştir. Derece-saat yöntemi ile Beykoz belediye binasının ısıtma ve soğutma için gerekli enerjisi belirlemek çok kolay kullanışlı bir yöntemi olduğu gibi binanın bulunduğu bölgenin bölgesel iklim değişikliğinin etkisini belirlemek için çok kullanışlı bir yöntemdir.

Bu yöntemle binanın enerji talebinin tahmin edilebilmesi için ortamdaki taban sıcaklığı ile saatlik dış sıcaklık arasındaki farkın orantılı olduğu varsayılmaktadır. Saatlik ısınma hesaplaması için taban sıcaklık dış ortam sıcaklığından yüksekse ısıtma ihtiyacı ortaya çıkmaktadır; tersine, saatlik soğutma hesaplaması için taban sıcaklık dış ortam sıcaklığından düşükse soğutma ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. HDH ve CDH denklemleri kullanılarak, yıllık ısıtma için gerekli enerji tüketimi ve soğutma için gerekli enerji tüketim miktarının aşağıdakiler gibi hesaplanmaktadır (Klein vd.,1976).

Hesaplamadan alınan enerji tüketim miktarını kWh cinsinden belirlemektedir (Bulut vd., 2001). (Bulut vd., 2007).

$Q_h = K_{top}/COP * HDH* 1/1000$ (kWh)

$Q_c = K_{top}/COP * CDH* 1/1000$ (kWh)

K_{top} = Binanın toplam ısı transfer katsayısı [W/m2°C]

COP = Binada kullanılan soğutma sisteminin etkinlik katsayısı

Q_h = Isıtmak için gerekli enerji miktarı

Q_c = Soğutmak için gerekli enerji miktarı

Beykoz belediye binasının ısıtma için gerekli enerji tüketim miktarını ayları göre Tablo 55'daki gibi hesaplanmıştır.

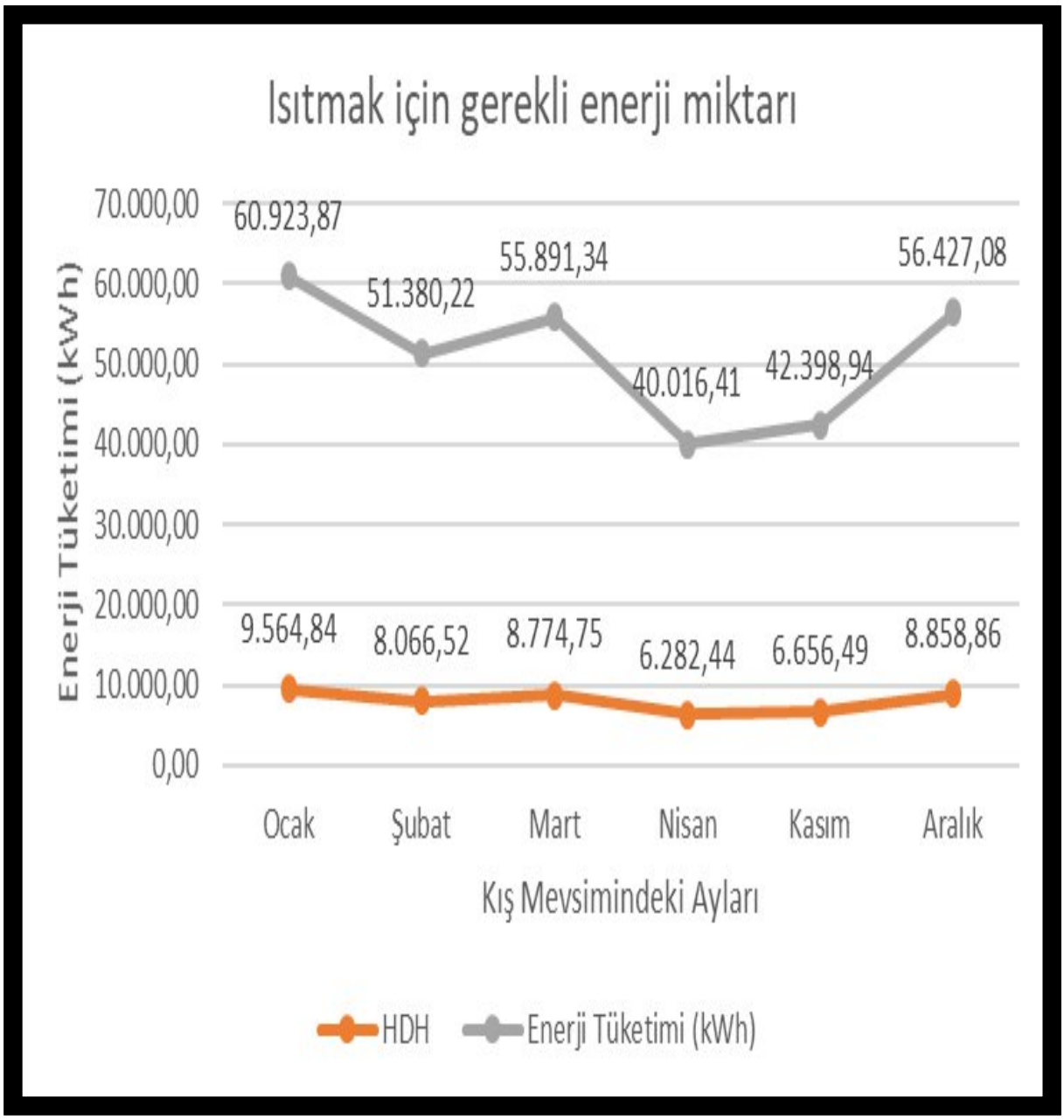
Tablo 55. Kış mevsimindeki ısıtma için gerekli enerji miktarı hesaplaması

Aylar	HDH	Enerji Tüketimi (kWh)
Ocak	9.564,84	60.923,87
Şubat	8.066,52	51.380,22
Mart	8.774,75	55.891,34
Nisan	6.282,44	40.016,41
Kasım	6.656,49	42.398,94
Aralık	8.858,86	56.427,08
Toplam	48.203,90	307.037,86

Yukarıdaki Tablo 55'da gösterilmiş gibi kış mevsimindeki enerji tüketimini aşağıdaki belirlemiştir.

Kasım ayında 42.398,94 kWh, Aralık ayında 56.427,08 kWh, Ocak ayında 60.923,87 kWh, Şubat ayında 51.380,22 kWh, Mart ayında 55.891,34 kWh ve Nisan ayında 40.016,41 kWh enerji tüketilmiştir (Jiang vd., 2009) . Isıtmak için en düşük enerji tüketimi Nisan ayında gözükürken, en yüksek enerji tüketimi Ocak ayında görünmektedir. Kış mevsim boyunca ısıtmak için toplam enerji tüketimi 307.037,86 kWh hesaplanmıştır (Ertürk vd., 2012).

Beykoz Belediye binasının yıl içerisinde kış mevsiminde aylarına göre ısıtmak için gerekli enerji tüketim miktarı aşağıdaki Şekil 81' de gösterilmiştir.



Şekil 81. Beykoz belediye binasının kış mevsimindeki aylara göre enerji tüketimi

Şekil 81'de gösterilmiş gibi Beykoz Belediye binasının kış mevsiminde gerekli enerji tüketim miktarını belirtilmiştir. İstanbul ilin derece saat verileri uygulanarak alınan HDH Isınma Derece saat değerleri ile hesaplanmasından binanın kış mevsiminde ısınma için gerekli enerji miktarı hesaplanmıştır.

Beykoz Belediye binasının yaz mevsiminde soğutmak için gerekli enerji tüketimini ayları göre hesaplanmasını Tablo 56'de gösterilmiştir.

Tablo 56. Yaz mevsimindeki soğutma için gerekli enerji miktarı hesaplaması

Aylar	CDH	Enerji Tüketimi (kWh)
Mayıs	97,40	620,39
Haziran	964,60	6.144,08
Temmuz	1.778,04	11.325,34
Ağustos	693,90	4.419,84
Eylül	443,10	2.822,35
Ekim	4,40	30,00
Toplam	3.981,44	25.362,00

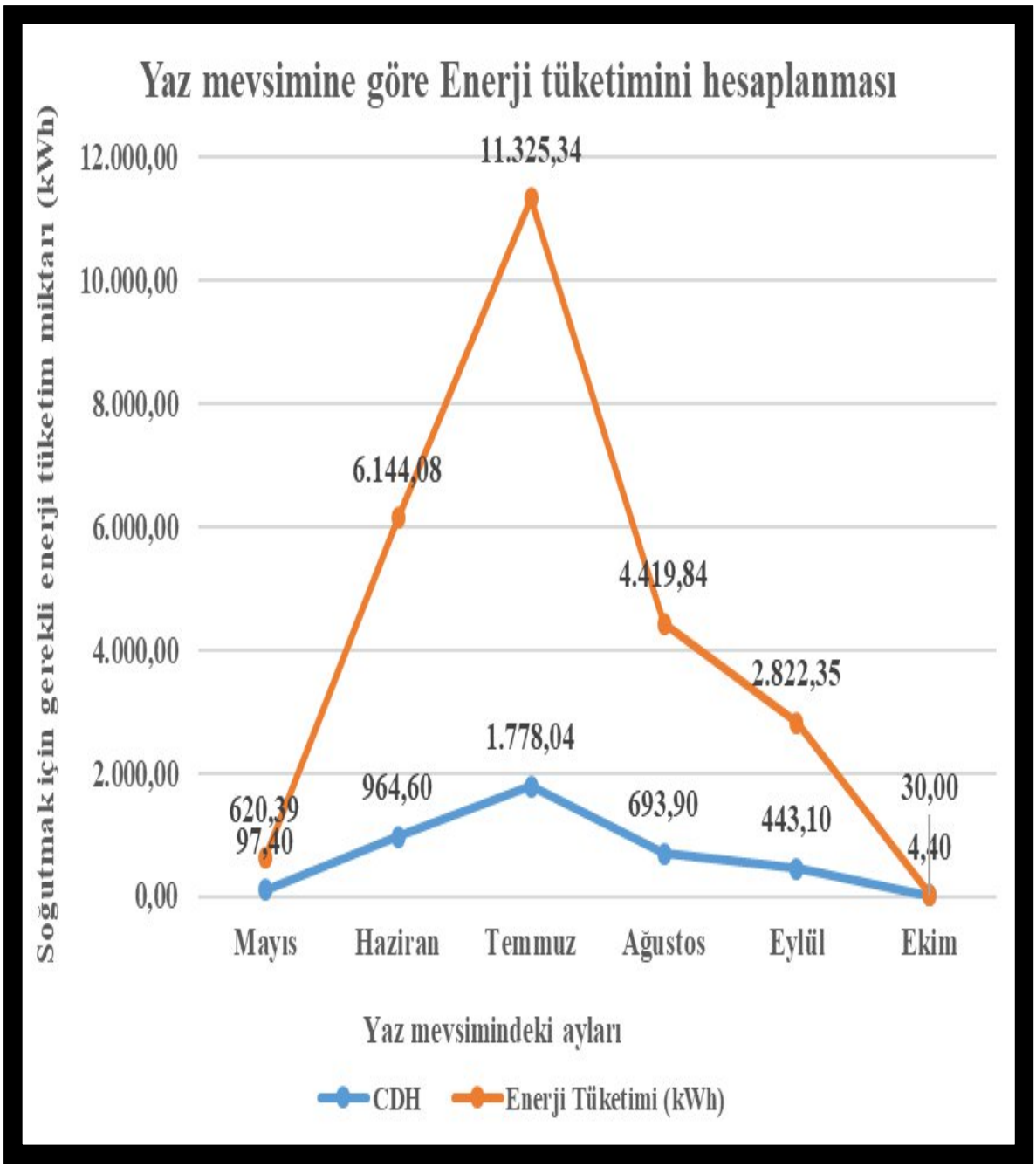
Yukarıdaki Tablo 56'da gösterilmiş gibi yaz mevsimindeki enerji tüketimini aşağıdaki belirlemiştir.

Mayıs ayında 620,39 kWh, Haziran ayında 6.144,08 kWh, Temmuz ayında 11.325,34 kWh, Ağustos ayında 4.419,84 kWh, Eylül ayında 2.822,35 kWh ve Ekim ayında 30 kWh olarak hesaplanmıştır.

Beykoz Belediye binasının soğutmak için en düşük enerji tüketimi Ekim ayında görünmekte olup, en yüksek enerji tüketimi Temmuz ayında görünmektedir. Yaz mevsiminde en uzun soğutma süresi Temmuz ayında görünürse de halk dilinde en sıcak ayı Ağustos ayında olduğu bilinmektedir ve en kısa soğutma süresi ise Ekim ayında bulunmaktadır (Papakostas & Kyriakis, 2005) .

Yaz mevsim boyunca soğutmak için gerekli toplam enerji tüketimi 25.362,00 kWh hesaplanmıştır (Ertürk vd., 2021), (Liao & Dexter, 2004).

Kamu binanın yaz mevsiminde aylara göre soğutma için gerekli enerji tüketim miktarını Şekil 82'de gösterilmiştir.



Şekil 82. Beykoz belediye binasının Yaz mevsimindeki aylara göre enerji tüketimi

Şekil 82'de gösterilmiş İstanbul ilin derece saat verileri kullanarak derece saat yöntemi uygulamasında yaz mevsimin soğutma derece saat değerlerine göre 6 aylık ayrınlı enerji tüketim miktarları hesaplanmıştır.

BÖLÜM 4 KAMU BİNANIN ENERJİ TÜKETİMLERİNİN BIN DATA VE DERECE SAAT YÖNTEMLERİ ARASINDA KIYASLAMASI

Bu çalışmada Beykoz Belediye binasının enerji tüketimini BIN data ve derece saat yöntemleri ile hesaplanmıştır. Hesaplama sonucu elde eldilen enerji tüketim mıktarları yöntemleri arasında kıyaslama yapılmıştır. Daha sonra belediye binanın 3 yıllık ortalama fatura değerleri ile kıyaslama yapılmıştır.

4.1. Beykoz Belediye Binasının Enerji Tüketimini Fatura Değerlerin üzerinden Hesaplanma

Beykoz belediye binasında enerji tüketimin miktarını hesaplana bilmesi için öncelikle bina içinde kullanılan yakıt cinslerine göre fatura değerinde belirlenen miktarları dikkatine alınması gerekmektedir. Genel enerji olarak doğalgaz ve elektrik enerji kullanılmaktadır.

Binada kullanılan doğlagaz miktarına ve elektrik enerji kullanım miktarlarına toplanması aylık veya yıllık enerji tüketim değerlerine bulunmaktadır. Enerji tüketim değerleri hesaplanırken kış ve yaz mevsimler olarak ayrılmaktadır.

Beykoz belediye binasının enerji tüketimini kış aylarında ısınma için gerekli enerji miktarı ve yaz aylarında soğutma için gerekli enerji miktarın üzerinde inceleme yapılmıştır. Bu tez çalışmasında, Beykoz belediyesinin 3 yıllık dönemin enerji tüketim fatura değerleri olan 2021, 2022 ve 2023 yılların enerji tüketim miktarları dikkatine alınarak çalışma yapılmıştır.

Beykoz belediye binasının 3 yıllık fatura değerlerinden ortalama yıllık değerleri hesaplanarak enerji tüketim miktarları belirlemiştir.
Enerji tüketim miktarları kış aylarında ısınma için gerekli enerji tüketim miktarı ve yaz aylarında soğutma için gerekli enerji miktarları olarak iki ayrı inceleme yapılmıştır.

Beykoz belediye binasının 2021 yıllından 2023 yılların arası 3 yıllık enerji tüketimi miktarların belediye binasının fatura değerlerine göre aşağıdaki Tablo 57'ye göre hesaplanmıştır.

Tablo 57. Belediye Binanın Üç yıllık Enerji Tüketiminin Aylık Fatura Değerleri (Doğalgaz ve Elektrik)

Aylar	2021 Yıllında doğalgaz Tüketim Miktarı (m^3)	2021 Yıllında Elektrik Enerji Tüketim Miktarı (kWh)	2022 Yıllında doğalgaz Tüketim Miktarı (m^3)	2022 Yıllında Elektrik Enerji Tüketim Miktarı (kWh)	2023 Yıllında doğalgaz Tüketim Miktarı (m^3)	2023 Yıllında Elektrik Enerji Tüketim Miktarı (kWh)
Ocak	8.396,00	62.103,96	7.279,00	116.400,00	5.868,00	230.792,00
Şubat	4.507,00	51.670,84	8.928,00	73.500,00	6.450,00	165.886,00
Mart	5.965,00	62.005,01	7.698,00	59.700,00	7.402,00	142.472,00
Nisan	5.937,00	82.673,34	4.930,00	78.000,00	7.176,00	153.212,34
Mayıs	3.735,00	86.242,44	4.370,00	87.800,00	6.255,00	102.045,55
Haziran	2.044,00	90.940,67	1.392,00	139.200,00	2.883,00	89.000,38
Temmuz	1.246,00	103.341,68	735	173.500,00	2.464,00	222.736,17
Ağustos	705	99.208,01	597	159.700,00	2.285,00	230.528,21
Eylül	620	93.745,56	780	137.800,00	2.313,00	160.667,29
Ekim	1.574,00	60.683,76	878	123.509,00	2.029,00	133.218,45
Kasım	3.459,00	72.189,24	1.891,00	97.239,00	3.035,00	163.211,48
Aralık	3.453,00	93.140,64	4.339,00	108.259,00	7.057,00	139.604,50
Toplam	41.641,00	957.945,14	43.817,00	1.354.607,00	55.217,00	1.933.374,37

Beykoz belediye binasının 2021, 2022 ve 2023 yılların doğalgaz tüketimi ve elektrik enerji tüketim miktarlarıne Tablo 57'de ayrıntılı olarak belirlemiştir.

İlk olarak, 3 yıllık her ayın enerji tüketimin fatura değerlerin aşağıda Tablo 57'da gösterildiği gibi kamu binasının 3 yıllık gerçek faturalarından elde edilmiştir. 2021 yılın kış aylarında doğal gaz kullanmasıyla tüketilen enerji miktarı 439.321,55 kWh karşılığı olan 41.641,00 m^3, elektrik enerjisi tüketimi ise 957.945,14 kWh olarak hesaplanmış olup, covid-19 döneminden dolayı enerji tüketiminin en düşük yıl olduğu görülmüştür.

2022 yılında doğalgaz kullanılarak tüketilen enerji miktarı 43.817 m³ yani 462.269,35 kWh, elektrik enerjisi kullanılarak tüketilen enerji miktarı ise yaklaşık 1.354.607 kWh. 2023 yılında doğalgaz 55.217 m3, 582.539,35 kWh ve elektrik enerjisi tüketimi yaklaşık 1.933.374,37 kWh olarak hesaplanmıştır. 3 yıllık ortalama doğalgaz tüketimi 494.707,08 kWh ve 1.415.308,84 kWh elektrik enerji tüketilmiş olduğu hesaplanmıştır. 2021-2023 yılların arası 3 yıllık fatura değerlerine göre toplam doğalgaz tüketimi ve aylara göre ortalama doğalgaz tüketimini Tablo 58'de hesaplanmıştır.

Tablo 58. Beykoz Belediye Binanın üç yıllık fatura değerlerine göre aylık ortalama Enerji (Doğalgaz) Tüketiminin Değerleri

Aylar	3 yıılık fatura değerlerine göre toplam doğalgaz tüketimi (m³)	3 yıılık fatura değerlerine göre ayların ortalama doğalgaz tüketimi (m³)	3 yıılık fatura değerlerine göre ayların ortalama doğalgaz tüketimi (kWh)
Ocak	21.543,00	7.181,00	75.759,55
Şubat	19.885,00	6.628,33	69.928,92
Mart	21.065,00	7.021,67	74.078,58
Nisan	18.043,00	6.014,33	63.451,22
Mayıs	14.360,00	4.786,67	50.499,33
Haziran	6.319,00	2.106,33	22.221,82
Temmuz	4.445,00	1.481,67	15.631,58
Ağustos	3.587,00	1.195,67	12.614,28
Eylül	3.713,00	1.237,67	13.057,38
Ekim	4.481,00	1.493,67	15.758,18
Kasım	8.385,00	2.795,00	29.487,25
Aralık	14.849,00	4.949,67	52.218,98
Toplam	140.675,00	46.891,67	494.707,08

Yukarıda hesaplanan Tablo 53'deki hesaplarında ortalama doğalgaz tüketimini aşağıdaki gibi belirtilmiştir. Ocak ayında 7.181,00 m³, Şubat ayında 6.628,33 m³, Mart ayında 7.021,67 m³, Nisan ayında 6.014,33 m³, Mayıs ayında 4.786,67 m³, Haziran ayında 2.106,33 m³, Temmuz

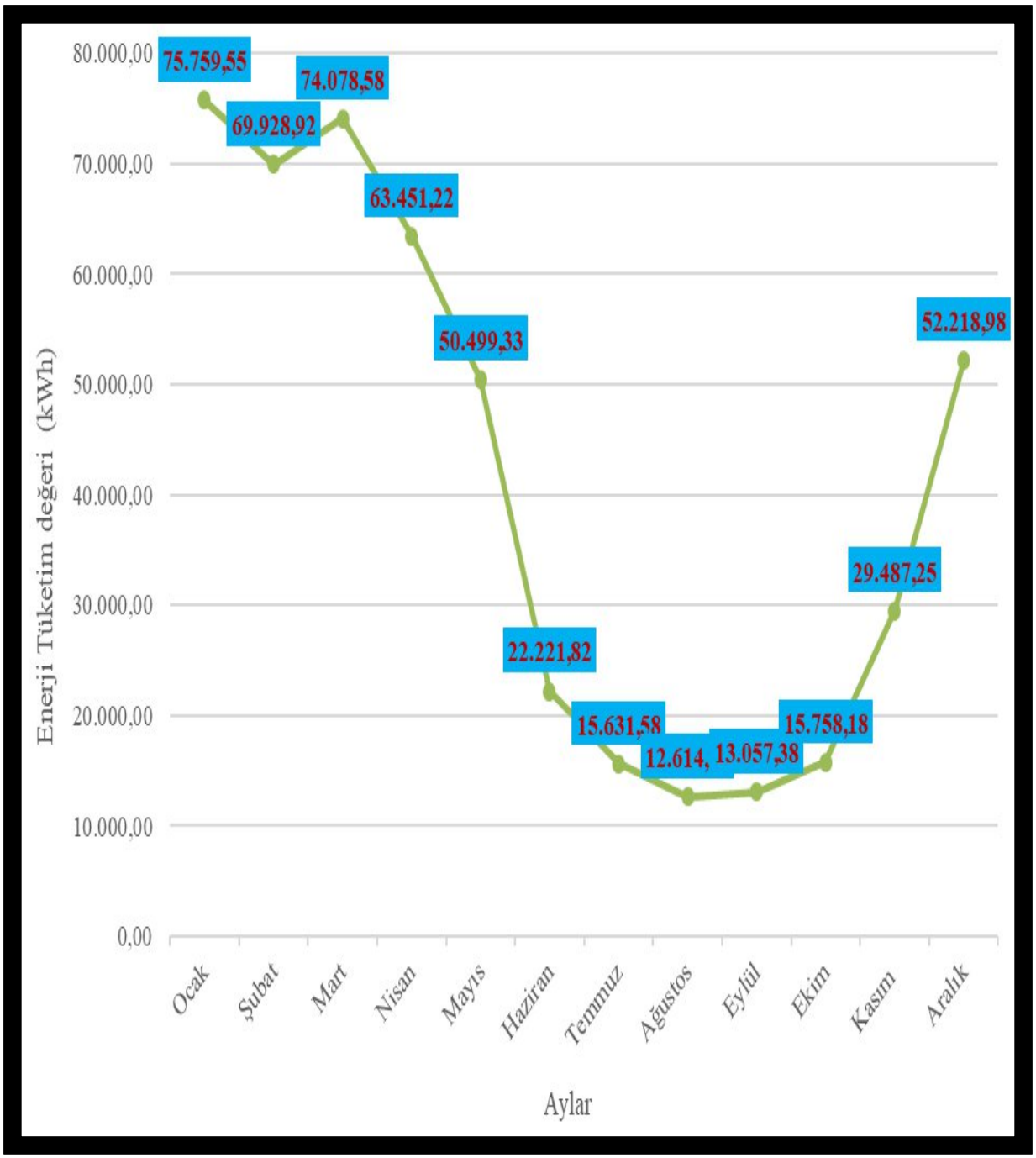
ayında 1.481,67 m³, Ağustos ayında 1.195,67 m³, Eylül ayın 1.237,67 m³, Ekim ayında 1.493,67 m³, Kasım ayında 2.795,00 m³ ve Aralık ayında 4.949,67 m³. 2021-2023 yılların arası yıllık ortalama toplam enerji (doğalgaz) tüketimi 46.891,67 m³, ve 494.707,08 kWh eşdeğerinde doğalgaz tüketilmiştir.

Kış mevsiminde tüketilen enerji miktarı %15i mutfak, sıcak su ve diğer ihtiyaçların için kullanılmış olup, binanın ısınma için sadece %85i kullanılmaktadır. Yıllık enerji tüketim değerleri Tablo 59'te hesaplanmıştır.

Tablo 59. Beykoz Belediye Binanın yıllık fatura değerlerine enerji Tüketiminin Değerleri

Yıl	Yıllık Doğalgaz Tüketim Miktarı (m³)	Yıllık Doğalgaz Tüketim Miktarı (kWh)	Yıllık Elektrik Enerji Tüketim Miktarı (kWh)
2021	41.641,00	439.312,55	957.945,14
2022	43.817,00	462.269,35	1.354.607,00
2023	55.217,00	582.539,35	1.933.374,37
Toplam	140.675,00	1.484.121,25	4.245.926,51
Ortalama	46.891,67	494.707,08	1.415.308,84

Yukarıda Tablo 59'te gösterilmiş gibi 3 yıllık fatura değerlerinden yıllık ortalama enerji tüketim değeri 494.707,08 kWh olarak hesaplanmıştır. Aylık ortalama doğalgaz tüketim değerleri aşağıdaki Şekil 83'teki gibi gösterilmiştir.



Şekil 83. Beykoz belediye binasının fatura değerlerine göre aylık enerji tüketimi (kWh).

Yukarıda belirtilen Şekil 67 da gösterilmiş gibi yıl içerisinde aylara göre ortalama enerji tüketimi şekil 59daki gibi belirlemiştir. Ocak ayında 75.759,55 kWh, Şubat ayında 69.928,92 kWh, Mart ayında 74.078,58 kWh, Nisan ayında 63.451,22 kWh, Mayıs ayında 50.499,33 kWh, Haziran ayında 22.221,82 kWh, Temmuz ayında 15.631,58 kWh, Ağustos ayında 12.614,28 kWh, Eylül ayında 13.057,18 kWh, Ekim ayında 15.758,18 kWh, Kasım ayında 29.487,25 kWh ve Aralık ayında 52.707,08 kWh doğalgaz tüketilmiştir. Yaz mevsimlerin doğalgaz tüketimi sadece sıcak su ve mutfaklarında yiyecek ve içecekleri için

kullanılmaktadır. Kış mevsimlerinde ise doğalgaz tüketimin %85i binanın iç mekânlarında ısınma için tüketilmekte olup kalan %15i ise mutfak ve sıcak su gibi konuların için kullanılmaktadır. Yıllık ortalama toplam doğalgaz tüketimi 494.707,08 kWh olduğu belirlemiştir.

Bu çalışmada, Beykoz belediye binasının kış mevsiminde gerekli enerji talebine tahmin edilebilmesi için binanın enerji tüketimin derece saat yöntemi, BIN yöntemi ve binanın kış ayında kullanılan enerji fatura değerin üzerinden çalışmaları yapılmıştır. Bu üç yönteminden alınan enerji tüketim değerleri kıyaslama yapılmıştır. Kış mevsiminde bulunan Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Kasım ve Aralık ayların ısınma için gerekli enerji tüketimin bu üç yönteminden değerlendirmesi ile ilgili Tablo 60'ta gösterilmiştir.

Tablo 60. Beykoz Belediye Binanın Enerji Tüketimini yıllık fatura değerlerine enerji Tüketiminin Değerleri

Aylar	Kış mevsiminde ısınma için 3 yıılık fatura değerlerine göre toplam ortalama enerji tüketimi (kWh)	BIN yöntem uygulayarak Isınma için gerekli enerji tüketim miktarı (kWh)	Derece-saat yöntem uygulayarak Isınma için gerekli enerji tüketim miktarı (kWh)
Ocak	63.448,62	60.370,74	60.923,87
Şubat	58.565,47	50.141,22	51.380,22
Mart	62.040,81	55.542,61	55.891,34
Nisan	53.140,40	39.860,74	40.016,41
Kasım	24.695,57	43.160,17	42.398,94
Aralık	43.733,40	56.440,72	56.427,08
Toplam	305.624,27	305.516,20	307.037,86

Beykoz Belediyesi Ana Binasının ısıtma için tüketilen enerji miktarı, 3 yıllık ortalama fatura değerleri ve BIN yöntemi uygulanarak bulunan değerlerin ve derece saat yöntemi uygulanarak bulunan değerlerin karşılaştırması yapılmıştır.

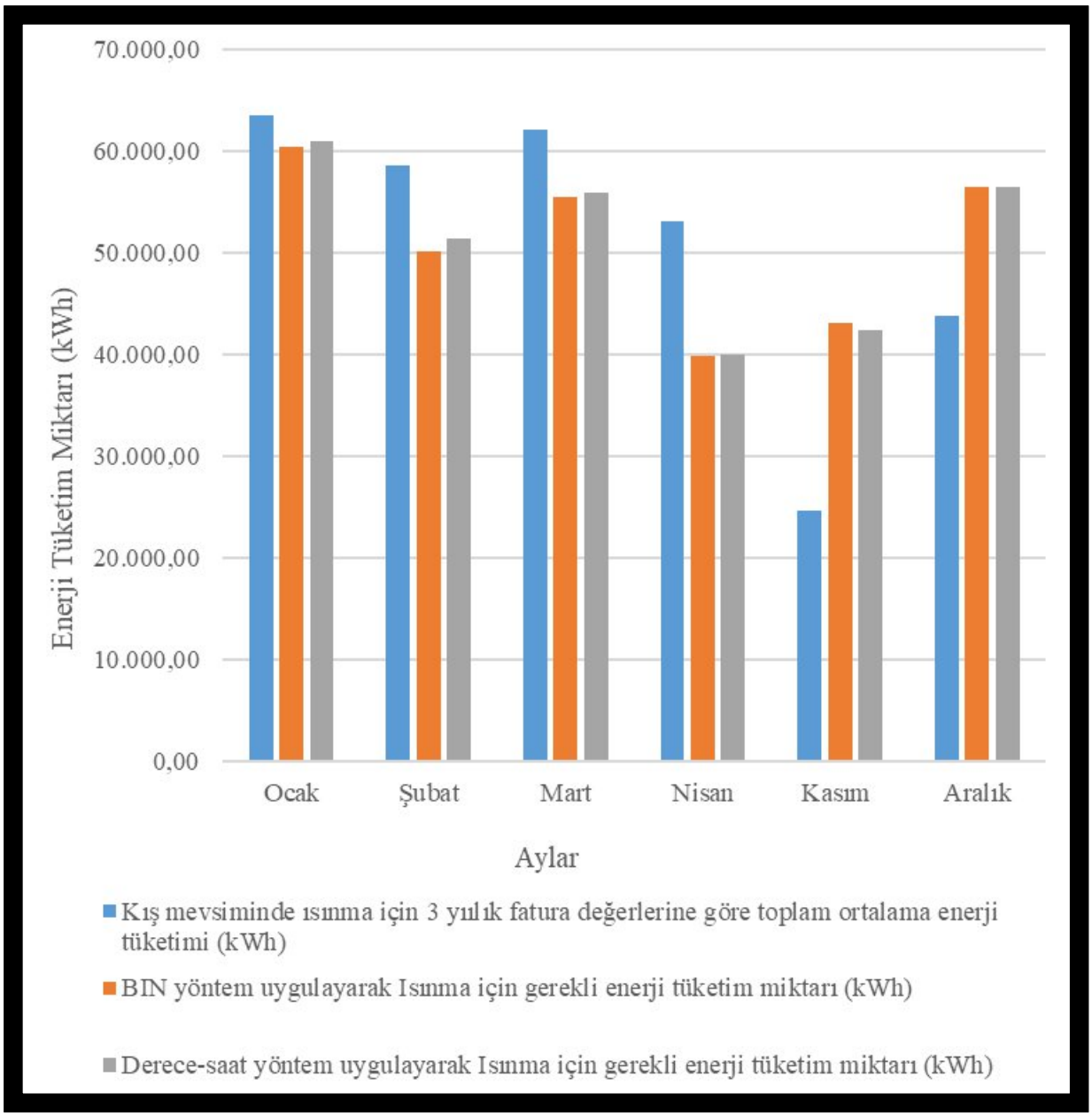
Yukarıdaki Tablo 60'te kış mevsiminde ısınma için ihtiyacı olan enerji miktarını talep edilebilmesi için yukarıda çalışma yapılmış 3 yöntemleri olan derece-saat yöntemi, BIN yöntemi ve Beykoz belediye binasının 2021 yılından 2023 yılın arası 3 yıllık enerji tüketimi fatura değerleri üzerinden istatistik yaparak çalışma yapılmıştır. Bu yöntemleri ile çalışmalarının soncunda gerekli enerji tüketimi miktarı tahmin edilmektedir.

Kış mevsiminde ısınma için gerekli enerji tüketimi ayları göre aşağıdaki gibi hesaplanmıştır. Kış mevsiminde gerekli enerji tüketim miktarı kıyaslamasını Şekil 83'te gösterilmiştir.

Ocak ayındaki enerji tüketimini BIN yöntem uygulayarak hesaplanmasında 60.370,74 kWh bulunurken derece-saat yöntem uygulayarak hesaplanmasında 60.923,87 kWh bulunmaktadır. 3 yıllık ortalama fatura değerlerinden hesaplanan enerji tüketim 63.448,62 kWh. Bulunmaktadır. Bu hesaplamaları göre alınan sonuçlarından BIN yöntemi ile derece-saat yöntem uygulamasında fark çok az olup ortalama fatura değerleri ile kıyaslamasında 3.000 kWh ile 2.000 kWh arasında fark bulunmaktadır. Genelde kış mevsimin en soğuk aylarından biri olan Ocak ayında en çok enerji tüketimi en yüksek olduğu bilinmektedir.

Kış ayın ortasında olan aylarından Şubat ayındaki enerji tüketimini BIN yöntem ile hesaplanmasında 50.141,22 kWh, derece-saat ile hesaplanmasında 51.380,22 kWh bulunmaktadır. 3 yıllık ortalama fatura değerlerinden bulunan değeri ise 58.565,47 kWh bulunmaktadır. Şubat ayın enerji tüketimini bu yöntemleri ile kıyaslamasının BIN yöntemi ile derece-saat yöntemi arasında 1.000 kWh civarında fark bulunmaktadır.

Beykoz belediye binasının enerji tüketimini BIN data ve derece-saat yöntemleri ile çalışmasının sonucu belediye binasının gerçek fatura değerleri ile kıyaslamanı Şekil 84'te gösterilmiştir.



Şekil 84. Beykoz belediye binasının Kış mevsim için gerekli enerji tüketim miktarı kıyaslanması değerlerine göre aylık enerji tüketimi (kWh).

Şekil 84'te belirlemiş gibi Beykoz belediye binasının kış ayın Mart ayın enerji tüketimini hesaplanmasında BIN yöntem uygulamasından 55.542,61 kWh, derece-saat yöntemi ile hesaplanmasından alınan enerji tüketim değerleri ise 55.891,34 kWh olup 3 yıllık fatura değerinden alınan ortalama enerji tüketim miktarı 62.040,81kWh olarak hesaplanmaktadır. Derece-saat yöntemi ile BIN yöntem uygulayarak alınan enerji tüketim miktarının kıyaslamasında 500 kWh civarında fark bulunmaktadır.

Kış mevsimin son ayı olan Nisan ayın enerji tüketimini incelemesinde, BIN yöntem uygulayarak ısınma için gerekli enerji tüketim miktarı 39.860,74 kWh, Derece-saat yöntem uygulayarak Isınma için gerekli enerji tüketim miktar 40.016,41 kWh olarak hesaplanmıştır. Bu iki yönteminden 200 kWh civarında enerji tüketim miktarı fark bulunmakdır. 3 yıllık ortalama fatura değerinden alınan enerji tüketim miktarı ise 53.140,40 kWh olduğu hesaplanmıştır.

Kış mevsimin başlangıcı olan Kasım ayının ısınma için gerekli enerji tüketimini hesaplanmasında da BIN yöntem uygulayarak bulunan gerekli enerji tüketim miktarı 43.160,17 kWh, Derece-saat yöntem uygulayarak Isınma için gerekli enerji tüketim miktar 42.398,94 kWh olarak hesaplanmıştır. Bu iki yönteminden 750 kWh civarında enerji tüketim miktarı fark bulunmaktadır. 3 yıllık ortalama fatura değerinden alınan enerji tüketim miktarı ise 24.695,57 olduğu hesaplanmıştır.

Kış mevsimin ikinci ayı olan Aralık ayının ısınma için gerekli enerji tüketimini hesaplanmasında da BIN yöntem uygulayarak bulunan gerekli enerji tüketim miktarı 56.440,72 kWh, Derece-saat yöntem uygulayarak Isınma için gerekli enerji tüketim miktar 56.427,08 kWh olarak hesaplanmıştır. Bu iki yönteminden 13 kWh civarında enerji tüketim miktarı fark bulunmaktadır. 3 yıllık ortalama fatura değerinden alınan enerji tüketim miktarı ise 43.733,40 kWh olduğu hesaplanmıştır.

Bu üç yöntemi ile enerji tüketimin hesaplanmasında kış mevsim toplam enerji tüketimin aşağıdaki gibi belirlemektedir.

1. BIN yönteminden hesaplanmasında toplam enerji tüketim miktarı: 305.516,20 kWh,
2. Derece-saat yöntemi ile hesaplanmasında toplam enerji tüketim miktarı: 307.037,86 kWh
3. Enerji tüketimin 3 yıılık fatura değerlerine göre toplam ortalama enerji tüketimi miktarı: 305.624,27 kWh bulunmaktadır.

Kıyaslanmasında bu üç yöntemin bir biri ile fazla fark bulunmadığını görünmektedir.

SONUÇ

Dünya nüfusu arttıkça sektörlerin enerji talepleri giderek yükselmektedir. Sanayi sektörü, tarım sektörü ve hizmet sektörlerinde enerji tüketiminin çok önemli bir konu olduğu gibi bu üç sektör kavramın dışından bina sektörde enerji tüketimin konusunda en önemli bir sektör olarak ortaya çıkmaktadır. Bina sektörlerinde enerji tüketimini konut, ticari ve kamu binaları olarak üç kategoriye ayrılmıştır.

Enerji tüketimi ülkemizde önemli bir sorun teşkil etmekte olup, insanların sosyal ve ekonomi gelişmesi ile yaşam kalitesindeki iyileşmelere birlikte olarak sürekli artmaktadır. Türkiye'de enerji kaynakların kısıtlı olması nedeniyle, ülkemize Rusya, Azerbaycan gibi diğer ülkelerinden ithal edilen petrol ve doğalgaz gibi ithal yakıtlara büyük ölçüde bağımlı olduğu görünmektedir. Bu nedenle, enerji tüketimi ve verimliliği alanlarında bir dizi önlem uygulanmaktadır.

Bu çalışma, çeşitli metodolojileri kullanarak kamu binalarının enerji tüketimini incelemiştir. Kamu binalarında en yüksek enerji tüketim seviyeleri ısıtma sistemleri, soğutma sistemleri ve havalandırma ve iklimlendirme (HVAC) sistemlerinde gözlemlenmektedir. Bu çalışmada Beykoz Belediye binası, Marmara Bölgesi'nin ekonomisine önemli katkılar sağladığı tespit edilen Beykoz'da yer almaktadır. 2023 TÜYK raporlarına göre Beykoz'un toplam nüfusu 245.647 kişidir.

Beykoz Belediye binasının enerji tüketimini BIN yöntemi, derece-saat yöntemi ve binanın enerji tüketiminin fatura değerlerinden istatistik yaparak istatistik yöntemleri ile incelenmiştir. Bu üç yöntemi ile incelenme sonucunda enerji tüketimin değerleri karşılaştırma yapılmıştır. Enerji tüketimin değerlerine göre kış ve yaz mevsimlerin enerji tüketimin belirleyip, Beykoz belediye binasının kış aylarında ısınma için gerekli enerji miktarı ve yaz aylarında soğutma için gerekli enerji miktarlarını tahmin edilebilmektedir. BIN yöntemi ile derece-saat yöntemleri ile çalışma sonucu bulunan enerji tüketimin miktarlarını gerçek fatura değerleri ile kıyaslama sonucunda fark olan miktarlarını incelenmiştir.

BIN yöntemi ile çalışmasında, 25 yıllık Meteoroloji Müdürlüğün tarafından alınan İstanbul'un ait Tipik Meteorojik Yılın BIN verileri ile çalışma yapılmıştır. BIN verileri 2'şer saat aralığında 12 ayrı zaman dilimi ile kullanılmış olup, sıcaklık farklarının aralıkları da yine 2ºC

olup 21 farklı bölümden tablo oluşturarak çalışma yapılmıştır. Sıcaklık farkları da -6ºC ile 34ºC arası aylık sıcaklık sürelerini de içeren tüm veriler Tablo 25'de gösterilmiştir. Bu BIN sıcaklıkları toplamasından elde edilen toplam N_{bin} değerleri aylık olarak Tablo 26'da gibi hesaplanmıştır. Toplam N_{bin} değerleri Ocak, Mart, Mayıs, Temmuz, Ağustos, Ekim ve Aralık aylarında her bir ayın toplam N_{bin} değerleri 744 saat, Şubat ayında 672 saat, Nisan, Haziran, Eylül ve Kasım aylarında her bir ayın toplam N_{bin} 720'şer saat olarak hesaplanmıştır. Yıl içerisinde toplam N_{bin} (saat/yıl), yıllık toplam N_{bin} 8.760 saat olarak hesaplanmıştır.

Beykoz Belediyesi ana binası olan kamu binasında uygulanmak üzere, bu binanın fiziksel ve ısıl özellikleri ve bina içinde kullanılan enerji tüketimi yapılan tüm cihazları kapasiteleri hesaplanmıştır. Toplam yıllık enerji tüketimi 356.194 kWh olup, kış mevsiminde binanın içerisinde ve ortam sıcaklığına sağlanmak için kış mevsimin olan Kasım ayından Nisan ayına kadar 6 aylık bir diliminde ısınma için gerekli enerji miktarı 305.516,20 kWh olduğu bu çalışmasından tahmin edilebilmektedir.
Derece-saat yöntemi ile çalışmasında BIN yöntemi gibi Meteoroloji Genel Müdürlüğün tarafından alınan 25 yıllık İstanbul ilin ait tipik meteorolojik sıcaklık derece verileri kullanılmıştır. İstanbul ilimiz, Türkiye genelinde TS 825i göre 2 bölgede bulunmasından dolayı bölgeyi uygun olarak çalışma yapılmıştır. Derece-saat çalışmasında HDH, sıcaklık derece saat ve CDH, soğutma derece saat olarak 2 ayrı çalışma yapılmıştır. Bu çalışmasından, yıl içerisinde bölge yâda çevremizde ısınma için özellikle kış mevsimin olan Kasım ayı ile Nisan ayı arasında toplam 4303 saat gerekmekte olduğu hesaplanmıştır. Yıl içerisinde kış mevsiminde ısıtma gereken gün sayısı toplam 180 gün olduğu hesaplanmıştır. Yıl genelinde toplam ısınma gereken saat sayısı 5975 saat olduğu hesaplanmıştır.

Beykoz Belediye binasının kış mevsimin olan Kasım ayından Nisan ayın arası 6 aylık ısınma için ısınma için gerekli enerji tüketimi Qh, bu yapılan hesaplamasından kış mevsim boyunca ısınma için toplam enerji tüketimi 307.037,86 kWh olduğu tahmin edilebilmektedir.

Ayrıca, Beykoz Belediye binanın enerji tüketimini 2021 ile 2023 yılların arası yıllık ortalama gerçek enerji tüketim fatura değerlerin üzerinden çalışma yapılmıştır. 3 yıllık fatura değerlerinden ortalama yıllık elektrik enerji tüketimi 1.415.308,84 kWh ve doğalgaz tüketimin ise 46.891,67 m^3, olup 494.707,08 kWh ile eşdeğerinde bulunmaktadır. Bu fatura değerinde bulunan enerji tüketim miktarı binanın ısınma ve soğutma dışında yemek pişirme, sıcak su, çeşitli cihazların enerji tüketimin dâhil olmaktadır.

Beykoz belediye binasının kış mevsiminde bulunan Kasım ayından Nisan aylara kadar binanın ısınma için tüketilen enerji miktarları fatura değerlerinden hesaplanmıştır. Toplam enerji tüketim miktarın %85 binanın ısınma için kullanılmaktadır. Kış mevsiminde ısınma için gerekli enerji miktarı 305.624,27 kWh olarak hesaplanmıştır.

Beykoz Belediye binanın ısınma için gerekli enerji tüketimi aşağıdaki gibi yöntemleri çalışma yapılarak kıyaslama yapılmıştır. Kış mevsiminde ısınma için gerekli enerji miktarı BIN yöntem kullanarak hesaplanmasında 305.516,20 kWh bulunmaktadır, derece-saat yöntemi ile hesaplanmasında 307.037,86 kWh bulunmaktadır. Bu iki yönteminden bulunan farkı 1.521,66 kWh hesaplanmıştır. Bu iki yönteminden bulunan enerji tüketim değerleri binanın gerçek fatura değerlerin üzerinden aşağıdaki gibi kıyaslama yapılmıştır.

BIN yöntemini uygulanarak bulunan enerji tüketim miktarı ile gerçek fatura değerlerindeki miktarı 305.624,27 kWh ile kıyaslamasında enerji tüketimi değerlerinde sadece 108,07 kWh olduğu hesaplanmıştır. BIN yöntemi ile hesaplanmasından bulunan miktarı fatura değerinin altında olduğu görünmektedir.

Derece-saat yöntemini uygulanarak bulunan enerji tüketim değerleri, fatura değerleri ile kıyaslanmasında 1.413,59 kWh fark bulunmaktadır. Derece-saat yöntemi ile hesaplanmasından bulunan miktarı gerçek fatura değerinin üstünde olduğu görünmektedir.

Günümüzde kamu binalarının enerji tüketimine çeşitli yöntemleri ile incelemektedir. Bu çalışmada, BIN yöntemi ile çalışması gerek faturasında düşük olup, derece-saat yöntemi ile çalışmasında gerçek fatura değerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Enerji tüketiminin inceleme sonucunda BIN yöntemi uygulanarak hesaplaması daha uygun olduğu tespit edilmiştir. BIN data ve derece-saat yöntemleri ile kamu binanın enerji tüketimini hesaplaması ile ekteki TS 825 standardına uygun İzoder ısı transfer hesaplama programında yıllık ısıtma ve soğutma enerji ihtiyaçları hesaplamasında çok az fark görünmekte olduğu tespit edilmiştir.

KAYNAKÇA

Al-Homoud, M. S. (2001). Computer AidedBuilding Energy Analysis Techniques. Building and Enviroment, Vol.36, 421-433.

Alkhalaf, H., & Yan, W (2018). Comparison of Regression Model and Artificial Neural Network Model for Energy Benchmaring of Accomodation Buildings in Kanto, Japan. Energy and Sustainability, 7, 71-84.

ASHRAE, (1995). Bin and Degree hour weather data for simplified energy calculations: Atlanta. An American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.

ASHRAE, (1993). Chapter 28 - Energy Estimating Methods. Atlanta, USA: Fundamental.

Aydinalp-Koksal, M., & Ugursal, V. I. (2008). Comparison of neural network, conditional demand analysis, and engineering approaches for modeling end-use energy consumption in the residential sector. Applied Energy Vol. 85, , 271-296.

Bakos, G. (2000). Insulation protection studies for energy saving in residential and tertiary sector. Energy and Buildings, 31:251-9.

Broadus, R. N. (1987). Toward a definition of "Bibliometrics". Scientometrics 12,, 373-379.

Bulut, H., Büyükalaca, O., & Yılmaz, T. (2001). Analysis of variable-base heating and cooling degree-days for Turkey. Applied Energy , 69:269-283.

Bulut, H., Büyükalaca, O., & Yılmaz, T. (2002). Bin weather data for Turkey. Applied Energy, 2001; 70(2):135-155. Bulut et al. / Energy 27 (2002) 923–946.

Bulut, H., Büyükalaca, O., & Yılmaz, T. (2002). Determination and Application of data used in energy estimation methods for Istanbul. 5th International HVAC and R Technology Symposium, The Turkish society of HVAC and Sanitary Engineers.

Bulut, H., Büyükalaca, O., & Yılmaz, T. (2007). Türkiye için ısıtma ve soğutma derece gün bölgeleri. 16 Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi, Kayseri, 1-6.

Bulut, H. K. (2016). Şanlıurfa Kış Şartlarında Bir Toplak Hava Isı Değişitiricisinin Performans Analizi,. Tesisat Mühendisliği, Cilt152, 54-66.

Büyük, P., & Eryaşar, A. (2024). Energy And Exergy Analysıs Of Green Hydrogen Productıon. Politeknik Dergisi, Published online 01 Ağustos 2024:1-1.

Capaso, A., Grattieri, W., Lamedica, R., & Prudenzi A. (1994). A bottom-up approach to residential load modeling. IEEE Transactions on Power Systems, 9(2): 957-64.

Chiu, W. H. (2007). Bibliometric analysis of tsunami research,. Scientometrics, 73, 3-17.

Chwieduk, D. (2003). Towards sustainable-energy buildings. Applied Energy, 76:211–7.

Coşkun, C., Ertürk, M., Oktay, Z., & Dinçer, İ. (2012). Aylık bazda saatlik derece-saat değerlerinin tespitini mümkün kılan yeni bir yaklaşım. Tesisat Mühendisliği Dergisi, 31: 28.

Coşkun, C., Ertürk, M., Oktay, Z., & Dinçer, İ. (2010). A novel approach to degreehour calculation: Indoor and outdoor reference temperature based degree-hour calculation. Energy, 35(6): 2455-2460.

Demirsoy G. and Sözen A. (2024). Binalarda Enerji Verimliliğinin Toplam Faktör Etkinliği. Politeknik Dergisi, 1-1.

Diz, T., Tanyol, B. & Aktaş, Y. K. (2023). TS 825 standardının güncelleme çalışmaları. 15. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi (s. 1-10). İzmir, Türkiye: TMMOB, 1-10.

Dotzauer E. (2002). Simple model for prediction of loads in district-heating systems. Applied Energy, 73:277–284.

Durmayaz, A., & Kadioğlu M. (2003). Heating Energy Requirments and Fuel Consumptions in the biggest city centers of Turkey. Energy Consumption and Management, Vol.44, 1177-1192.

Durmayaz, A., & Kadioğlu M. (2020). An application of the degree-hours method to estimate the residential heating energy requirement and fuel consumption in Istanbul. Energy, 25(12):1245–56.

Ecevit, A., Akinoglu, B. G., and Aksoy, B. (2002). Generation of a typical meteorological year using sunshine duration data. Energy, Vol. 27, No. 10, pp. 947¬54.

EIA (2006). Energy Information Administration, International Energy Outlook 2006, U.S. Department of Energy, June 2006.

Ekmekçi I. & Pusat Ş. (2017). Bin Weather data for different climates of Turkey. International Journal of Global Warming, vol. 12, no.1, 85-95.

Ekmekçi, İ. (2023). Türkiye için yeni iklim bölgeleri oluşurulması üzerine bir çalışma. UlıBTK'24 Uluslararası Katılımı 23. Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi.

Emery, A. F., & Kippenhan, C. J. (2006). A long term study of residentail home heating consumption and effect of occupant behavior on homes in Pacific Northwest constructed according to improved thermal standards. Energy, 31(5):677-93.

Energy Sector in Turkey. Hendese Tripod Comp. Web site. (2001).

Ertürk, M., Coşkun, C., Çay, Y., and Koçyiğit A. (2012). Isıtma Amaçlı Enerji Değişiminin Karabük İli İçin Araştırılması. Tarih Kültür ve Sanat Araştırmaları Dergisi, 171-184.

Ertürk, M., Coşkun, C., & Çay, Y. (2021). Soğutma Derece-saat yöntemini kullanarak bina soğutma yüklerini hesaplanması. Polyteknik Dergisi, 24(2):723-732.

Foucquier, A., Robert, S., Suart, F., Stephen, L., & Jay, A. (2013). State of the art in Building modelling and energy performances prediction: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews 23, 272-288.

Fumo, N. (2013). A review on the basics of building energy estimation. Renewable and Sustainable Energy Reviwes, 31, 53-60.

Garip, M. (2008). İstanbul Büyükşehir Belediyesi Enerji Etüt Çalışması. İBB.

Gildiz, I. (2019). Review of climate issues: A forcing function perspective in agricultural and energy innovation. International Journal of Energy Research, 43, 2200-2215.

Global Climate Report, (2020). Global Climate-Annual 2018. Global Climate Report, Available online: https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/201813.

Global Climate Report, (2018). Global Climate-Annual 2018. Global Climate Report,. [2] Global Climate Report. (2020). Global Climate-Annual 2018. Global Climate Report, Available online: https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/201813

Guler, B., Fung, A., Aydınalp M., & Uğursal V. I. (2001). Impact of energy efficiency upgrade retrofits on the residentail energy consumption in Canada. International Journal of Energy Research, 25(9):785-92.

Hojjati, B., & Wade, S. H. (2012). U.S. Household energy consumption and intensity trends: A decomposition approach. Energy Policy 48, 304–314.

Idchabani, R. (2020). Bin weather data for five climate zones of Morocco. International Journal of Ambient Energy, 41:8, 954-961.

IEA (2006). World Energy Outlook 2006. International Energy Agency.

IEA (2023). Key World Energy Statistics. International Energy Agency.

IEA (2004). World Energy Outlook 2006. International Energy Agency.

IEA. (2006). Key World Energy Statistics. International Energy Agency.

IEA (2023). World Energy Outlook 2023. International Energy Agency.

James, L. S. (2007). Economice of Energy. Department of Management Science and Engineering, Terman Engineering Center, Standford University, Volume 4.9, Article: 48.

Jiang, F., Li, X., Wei, B., Hu, R., & Li, Z. (2009). Observed trends of heating and cooling Degreedays in Xinjiang province, China. Theoretical &Applied Climatology, 97:349-360.

Kadian, R., Dahiya, R. P., & Grag H. P. (2007). Energy-related emissions and mitigation opportunities from the household sektor in Delhi. Energy Policy, 35(12): 6195-211.

Karakoç, H. (2001). Uygulamalı TS 825 ve Kalorifer Tesisat Hesabı. İzocam Yayınları.

Karami M., Anbarzadeh, E., & Delfani, S. (2022). Effect of HVAC system size on the optimum insulation thickness of the buildings in different climate zones. Journal of Thermal Engineering, 8(2): 249–267.

Kassas, M., Hamanah, W. M., Al-Tamimi, O., Şahin, A., Yılbaş, B. S., & Ahmed C. B. (2019). Operation of HVAC system for energy savings and economic analysis. Journal of Thermal Engineering, 5(2): 181–197.

Kayar, A. (2023). Endüstri 4.0'in Günümüzdeki Uygulamaları ve Geleceğe Yansıması. In Yıldırım, F. & Öz, S. (Eds),Geleceğin Koridorları. Hiperyayın, Vol.1:133-156.

Kaygusuz, K. (1999). Energy and water potential of The Southeastern Anatolia Projects (GAP). Energy Sources, 21:913-22.

Klein, S. A., Beckman, W. A., & Duffie, C. A. (1976). A design procedure for solar heating systems. Journal of Solar Energy, 113.

Knebel, D. (1983). Simplified energy analysis using the modified bin method. Atlanta, USA. ASHRAE.

Krarti, M., & Hajiah., A. (2011). Analysis of impact of daylight time savings on energy use of buildings in Kuwait. Energy Policy, 39: 2319-2329.

Kreider, J. R. (1994). Heating and cooling of buildings: design for efficiency. New York: Mc-Graw Hill.

Liao, , Z. & Dexter, A. (2004). A simplied physical model for estimating the average air temperature in multi-zone heating systems, Building and Environnement 39 , 1013-1022.

Lutzenhiser. L. (1992). A cultural model of household energy consumption. Energy, 17(1):47-60.

Marx Ayres, J. S. (1995). Historical development of building energy calculations. ASHRAE J,, 37(2):47-53.

Merter, U., & Arif I. (2000). Typical weather data of main Turkish cities for energy applications. International Journal of Energy Res., 24(8) : 727 – 48.

Neidhart, H., & Sester, M. (2004). Identifying building types and building clusters using 3D laser scanning and GIS-data. International Society for Photogrammetry and Remote Sensing Congress.

Ohyama, K., & Konodo T. (2008). Energy- Saving Technologies for Inverter Air Conditioners. IEEJ Transactions on Electrical and Electronic Engineering, 3(2), 183-189.

Oktay, Z., Coşkun, C., & Dinçer, İ. (2011). A new approach for predicting cooling degreehours and energy requirements in buildings. Energy, 36: 4855-4863.

Özdemir, M. & Onat, A. (2022). Dış ortam koşullarında ısı pompasının performansının istatistiksel olarak incelemesi. 4th Internatioanl Congress on Engineering sciences and multidisciplinary approaches, 190-199. .

Özdemir, M., Onat, A., & Ekmekci, İ. (2024). Isı Pompasının Performansını Etkileyen Dış Ortam Parametrelerinin Evaporatör ile Kondenser Sıcaklığı Üzerindeki Etkisinin Modellenmesi. Politeknik Dergisi, 1-1.

Özdemir, M., & Onat, A. (2024). Optimization of the fan coil cooling system in accordance with the parameters affecting the performance of the air source heat pump using a moderated mediation model. Thermal Science, Vol. 28, No. 2B, 1561-1576.

Papakostas K. T. (2021). Bin Weather Data for HVAC Systems Energy Calculations. MDPI, 14:3501.

Papakostas, K., & Kyriakis, N. (2005). Heating and cooling degree-hours for Athens and Thessaloniki, Greece. Renewable Energy, 30(12):1873-1880.

Papakostas, K. T. (2008). Bin Weather Data for 38 Greek Cities. Applied Energy, 85:1015-25.

Peker, B. (2016). Toprak-Hava Isı Değiştiricisi Performansına Etki Eden Parametrelerin Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği ile Araştırılması. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa. .

Perekh, A. (2005). Development of archetypes of building characteristics libraries for simplified energy use evaluation of houses. IBPSA, 9th İnternational Conference, Montreal, Canada, 921-8.

Pérez-Andreu, V., Aparicio-Fernández, C., Martínez-Ibernón, A., & Vivancos, J. (2018). Impact of climate change on heating and cooling energy demand in a residentail building in a Mediterranean climate. Energy, 165, 63-74.

Perez-Lombard, L., Ortiz, J., & Pout, C. (2008). A review on buildings energy consumption information. Energy and Buildings 40, 394–398.

Pissimanis D., Karras, G., Notaridou, V., & Gavra, K. (1988). The generation of a typical meteorological year for the city of Athens. Journal of Solar Energy , 40.

Pusat, S. (2019). A simple approach to estimate ambient temperature bin data. Energy Efficiency, 12, 1053-1064.

Pusat, Ş., & Ekmekçi, İ (2015.). Generation of typical meteorological year for different climates of Turkey. Renewable Energy, 75: 144-151.

Pusat, Ş., & Ekmekçi, İ. (2016). A study on degreeday regions of Turkey. Energy Efficiency, 9(2): 525-532.

Pusat, Ş.,& Akkoyunlu, M. T. (2018). Seçilen Şehirler için ısıtma derece-saat hesabı. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 22(2): 314-321.

Pusat, S., Ekmekçi, İ., & Akkoyunlu, T. Generation of typical meteorological year for different climates of Turkey.

Radisavljevic, B., Radenovic, A., Briviol, J., Giaconmetti, V. & Kis, A. (2011). Single-layer MoS2 Transistors. Nature Nano Technology, 6(3):147-150.

Saidur R., Masjuki, H. H., & Jamaluddin M. Y. (2007;). An application of energy and exergy analysis in residential sector of Malaysia, . Energy Policy, 35(2):1050-1063.

Salman, A., & Yalçınkaya, N. (1999). Heating and cooling degree-hours for Turkey. Energy, 24(10): 833–40.

Sarak, H., & Satman A (2003). The degree day method to estimate the Residentail Heating Natural Gas Consumption in Turkey. Energy 28, 929-939.

Seryak, J. K. (2003). Occupancy and behavioral affects on residential energy use. Amercan Solar Energy Society, Solar conference, Austin, Texas;.

Swan, L., Ugursal, V., & Beausoleil-Morrison, I. (2008). Canadian housing stock database for energy simulatoun. IBPSA Canada, eSim conference, Quebec City, 143-50.

Swan, L. U., & Ugursal, V. I. (2009). Modelling of end-use energy consumption in the residential sector: A review of modelling techniques. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 13:1819-1835.

Soto, A. M., and Jentsch, M. F. (2016). Comparison of prediction models for determining energy demand in the residential sector of a country. Energy and building, 128:33-55.

Thevenard, D. (2011). Methods for estimating heating and cooling degreedays to any base temperature. ASHRAE Transactions, 117: 1, 884891.

TS 825. (1998). TS 825, Binalarda Isı Yalıtım Kuralları. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

TS 825 (2008). Binalarda Isı Yalıtım Kuralları, Mayıs 2008.

TS825. (1999). Binalarda Isı Yalıtım Kuralları. Mecburi Standart Tebliği, Ankara.

TS 825. (1999). Binalarda Isı Yalıtım Kuralları" Mecburi Standart Tebliği, Ankara.

TS 825 (1992). Kalorifer Tesissatı Proje Hazırlama Teknik Esasları. TMMOB Makina Mühendisleri Odası, 9.Baskı, Ankara.

TS 825. (2025, haziran). Binalarda Enerji Performans Yönetmeliğinde değişiklik yapılmasına dair yönetmeliği. https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2025/06/20250624-2.htm. adresinden alındı

Tuik (2022). Türkiye nufüs İstatistik veri portal. Türkiye İstatistik Kurumu, DATA.TUIK.GOV.TR.

Turkish Petroleum Corp. (2001). Energy Overview. (TPAO) web site. 2001. adresinden alındı

Tüik (2022). İstanbul'daki yapı ruhsatına binaların sayısı. Türkiye İstatistik Kurumu.

Tüik (2023). Türkiye İstatistik Veri Portal, Nüfus ve Demografi. Tüik.

WECTNC 1997 (1997). Seventh Energy Congress of Turkey. Energy Statistics. World Energy Council-Turkish National Committee,. Ankara. 1997.

WoS. (2024, Aralık). Web of Science. https://webofscience.com adresinden alındı

Xu, X. Y., & Ang, B. W. (2014). Analysing residential energy consumption using index decomposition analysis. Appl. Energy. 113, 342–351.

Yaka İ. F., Önal, S., Gençer, A., & Güngör, A. (2015). Binalarda Enerji Performansının Belirlenmesinde Antalya Örneği. 20. Ulusal Isı Bilimi Ve Tekniği Kongresi (Ulıbtk'15), Balıkesir, Türkiye, ss 827-831.

Yuan, L., Yingju, R., & Yang, G. (2016). Analysis of Factors Influencing the Energy Consumption of Government Office Buildings in Qingdoa. Energy Procedia, 263-268.

Zengin, B., Polat, H. & Yurtcan, U. E. (2023). Türkiye'de Enerji Verimliliği için BEP-TR Yöntemi Kullanımının Maliyet ve Malzeme Analizi: Örnek Bir Model Değerlendirmesi. Bingöl Üniversitesi Teknik Bilimler Dergisi, 4:2, 19-26.

Zhao, H., & Magoules, F. (2012). A review on the prediction of building energy consumption. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 16: 3586-3592.

EKLER

EK-1. Beykoz Belediye Binasının Enerji Tüketimini Ts 825 (2025) Standardına Uygun İzoder Programından İncelemesi

Tablo 1. Proje Bilgileri

İZODER ISI SU SES ve YANGIN YALITIMCILARI DERNEĞİ

PROJE BİLGİLERİ

tmmob makina mühendisleri odası

BİNANIN

Sahibi : BEYKOZ BELEDİYE BİNASI	**Kullanma Amacı :** Ofis, Büro Vb. İş Yerleri	**Kat Adedi :** 4

ARSANIN

İli : İstanbul	**İlçesi :** Merkez	**Açık Adresi :** BEYKOZ BELEDİYESİ-PAŞABAHÇE
Pafta : 0	**Ada :** 0	**Parsel :** 0

Isı Yalıtım Projesini Yapanın	ONAY
Adı Soyadı : ALİ SADIK HEKİMOĞLU	
Ünvanı : MAKİNE MÜHENDİSİ	
Sicil No : 92914	
Kuruluşu :	
İmza :	

Tablo 2. Binanın İletimle Toplam Isı Transfer Katsayısı Hesaplama Çizelgesi

İZODER İSI SU SES ve YANGIN YALITIMCILARI DERNEĞİ

Binanın İletimle Toplam Isı Transfer Katsayısı Hesaplama Çizelgesi

tmmob makina mühendisleri odası

Binadaki Yapı Elemanları		Yapı Eleman Kalınlığı d(m)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri λ(W/mK)	Isıl İletkenlik Direnci R(m²K/W)	Isı Geçirgenlik Katsayısı U(W/m²K)	Isı Kaybedilen Yuzey A(m²)	Isı Kaybı AxU(W/K)
Duvar : Dış Havaya Açık DH-4	1/αi: Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0.1300			
	4.3 Alçı harcı, kireçli alçı harcı	0.0150	0.700	0.0214			
	5.1.1 Donatılı	0.2500	2.500	0.1000			
	10.5.2 Fenolik reçinesinden sert köpük (PF) levhalar-TS EN 13166'ya uygun ısıl iletkenlik grubu 35	0.0900	0.035	2.5714			
	4.1 Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0.0100	1.000	0.0100			
	1/αd: Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (Dış)			0.0400			
TOPLAM				2.873	0.348	1760.00	612.480
Duvar : Dış Havaya Açık CAM DUVAR	1/αi: Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0.1300			
	4.1 Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0.0150	1.000	0.0150			
	7.1.4.1.3 Normal harç kullanılarak düşey delikli tuğlalarla yapılan duvarlar	0.1350	0.230	0.5870			
	11.1.2.1 Cam mozaik (yapıştırma harcı dahil) 25 kg/m2	0.0000	1.200	0.0000			
	10.3.1.2 Ekstrüde polistiren köpük (XPS) levhalar-TS EN 13164'e uygun ısıl iletkenlik grubu 35	0.0900	0.035	2.5714			
	4.8.2 Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları	0.0100	0.350	0.0286			
	1/αd: Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (Dış)			0.0800			
TOPLAM				3.412	0.000	744.00	0.000
Duvar : Dış Havaya Açık D1(TUĞLA)	1/αi: Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0.1300			
	4.1 Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0.0150	1.000	0.0150			
	7.1.4.1.3 Normal harç kullanılarak düşey delikli tuğlalarla yapılan duvarlar	0.1350	0.230	0.5870			
	10.5.1 Fenolik reçinesinden sert köpük (PF) levhalar-TS EN 13166'ya uygun ısıl iletkenlik grubu 30	0.0900	0.030	3.0000			
	4.8.2 Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları	0.0100	0.350	0.0286			
	1/αd: Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (Dış)			0.0800			
TOPLAM				3.841	0.260	3314.00	861.640
Tavan : Teras Çatı CA-1	1/αi: Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0.1300			
	1.1.1 Kristal yapılı püskürtük ve metamorfik taşlar (mozaik vb.)	0.0100	3.500	0.0029			
	4.3 Alçı harcı, kireçli alçı harcı	0.0200	0.700	0.0286			
	5.1.1 Donatılı	0.1500	2.500	0.0600			
	9.2.2.5 Polimer bitümlü su yalıtım örtüleri	0.0100	0.190	0.0526			
	10.5.1 Fenolik reçinesinden sert köpük (PF) levhalar-TS EN 13166'ya uygun ısıl iletkenlik grubu 30	0.1200	0.030	4.0000			
	1/αd: Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (Dış)			0.0400			
TOPLAM				4.314	0.232	2680.00	621.760
Tavan : Kırma Çatı Kullanılan Çatı Arası CA-2	1/αi: Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0.1300			
	1.3 Gözenekli püskürtük taşlar	0.0100	0.550	0.0182			
	8.2.3.1.1 Sert (TS 64-2 EN 622-2'ye uygun) ve orta sert (TS 64-3 EN 622-3'e uygun) odun lifi levhalar	0.0200	0.130	0.1538			
	8.2.3.1.1 Sert (TS 64-2 EN 622-2'ye uygun) ve orta sert (TS 64-3 EN 622-3'e uygun) odun lifi levhalar	0.0200	0.130	0.1538			
	9.2.2.1 Bitümlü karton	0.0100	0.190	0.0526			
	10.5.1 Fenolik reçinesinden sert köpük (PF) levhalar-TS EN 13166'ya uygun ısıl iletkenlik grubu 30	0.1200	0.030	4.0000			
	1/αd: Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (Dış)			0.0400			
TOPLAM				4.549	0.220	52.14	11.471
Tavan : Kırma Çatı Kullanılmayan Çatı Arası CC-1	1/αi: Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0.1300			
	4.3 Alçı harcı, kireçli alçı harcı	0.0200	0.700	0.0286			
	5.1.1 Donatılı	0.1500	2.500	0.0600			
	8.1.2 Kayın, meşe, dişbudak	0.0200	0.200	0.1000			
	9.2.2.5 Polimer bitümlü su yalıtım örtüleri	0.0100	0.190	0.0526			
	10.5.1 Fenolik reçinesinden sert köpük (PF) levhalar-TS EN 13166'ya uygun ısıl iletkenlik grubu 30	0.1200	0.030	4.0000			
	1/αd: Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (Dış)			0.0800			

TOPLAM				4.451	0.230	131.68	24.229
Tabanı : Isıtılmayan İç Ortama Bitişik T0-1	$1/\alpha_i$: Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0.1700			
	4.6 Çimento harçlı şap	0.0500	1.400	0.0357			
	5.1.1 Donatılı	0.6000	2.500	0.2400			
	5.3.1.1 Gözeneksiz agregalar kullanılarak yapılmış betonlar	0.1000	0.810	0.1235			
	5.3.1.1 Gözeneksiz agregalar kullanılarak yapılmış betonlar	0.1000	0.810	0.1235			
	8.1.2 Kayın, meşe, dişbudak	0.0200	0.200	0.1000			
	9.2.2.5 Polimer bitümlü su yalıtım örtüleri	0.0100	0.190	0.0526			
	9.2.2.5 Polimer bitümlü su yalıtım örtüleri	0.0100	0.190	0.0526			
	9.2.3.2 PVC örtü	0.0100	0.190	0.0526			
	10.3.1.1 Ekstrüde polistiren köpük (XPS) levhalar-TS EN 13164'e uygun ısıl iletkenlik grubu 30	0.0900	0.030	3.0000			
	$1/\alpha_d$: Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (Dış)			0.1700			
TOPLAM				4.121	0.250	688.30	86.038
Tabanı : Açık Geçit Üzeri TG-1	$1/\alpha_i$: Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0.1700			
	4.2 Çimento harcı	0.0200	1.600	0.0125			
	4.6 Çimento harçlı şap	0.0200	1.400	0.0143			
	5.1.1 Donatılı	0.1500	2.500	0.0600			
	8.1.2 Kayın, meşe, dişbudak	0.0200	0.200	0.1000			
	9.2.2.1 Bitümlü karton	0.0100	0.190	0.0526			
	10.3.1.1 Ekstrüde polistiren köpük (XPS) levhalar-TS EN 13164'e uygun ısıl iletkenlik grubu 30	0.0900	0.030	3.0000			
	$1/\alpha_d$: Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (Dış)			0.0400			
TOPLAM				3.449	0.290	0.10	0.029
BEYKOZ BELEDİYESİ					1.800	1100.00	1,980.000
BEYKOZ BELEDİYESİ					4.000	15.00	60.000
Yapı elemanlar'ından iletim yolu ile gerçekleşen ısı kaybı toplamı							4,257.646
Tabanı : Toprağa Temas Eden TT-1	$1/\alpha_i$: Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0.1700			
	4.6 Çimento harçlı şap	0.0500	1.400	0.0357			
	5.1.1 Donatılı	0.6000	2.500	0.2400			
	5.3.1.1 Gözeneksiz agregalar kullanılarak yapılmış betonlar	0.1000	0.810	0.1235			
	5.3.1.1 Gözeneksiz agregalar kullanılarak yapılmış betonlar	0.1000	0.810	0.1235			
	8.1.2 Kayın, meşe, dişbudak	0.0200	0.200	0.1000			
	9.2.2.5 Polimer bitümlü su yalıtım örtüleri	0.0100	0.190	0.0526			
	9.2.2.5 Polimer bitümlü su yalıtım örtüleri	0.0100	0.190	0.0526			
	9.2.3.2 PVC örtü	0.0100	0.190	0.0526			
	10.3.1.1 Ekstrüde polistiren köpük (XPS) levhalar-TS EN 13164'e uygun ısıl iletkenlik grubu 30	0.0900	0.030	3.0000			
	$1/\alpha_d$: Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (Dış)			0.0000			
TOPLAM				3.951	0.250	3099.11	774.778
Duvar : Toprağa Temas Eden DH-4	$1/\alpha_i$: Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0.1300			
	4.1 Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0.0100	1.000	0.0100			
	4.3 Alçı harcı, kireçli alçı harcı	0.0150	0.700	0.0214			
	5.1.1 Donatılı	0.2500	2.500	0.1000			
	10.5.2 Fenolik reçinesinden sert köpük (PF) levhalar-TS EN 13166'ya uygun ısıl iletkenlik grubu 35	0.0900	0.035	2.5714			
	$1/\alpha_d$: Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (Dış)			0.0000			
TOPLAM				2.833	0.350	50.00	17.500
Toprakla temas eden elemanlar için iletim yoluyla gerçekleşen ısı transferi toplamı							792.278

İletimle toplam ısı transfer katsayısı (Toprak ile temas eden elemanlar hariç) :

$\sum(H_{H;C;el;k;m}) = 4,257.646$ W/K

$\sum(H_{tr;tb;ztc}) = 0.000$ W/K

$H_{H;C;tr(excl.gf);ztc;m} = \sum(H_{H;C;el;k;m}) + H_{tr;tb;ztc} = 4,257.646$ W/K

Toprakla temas eden elemanlarının iletimle toplam ısı transfer katsayısı:

$\sum(A \cdot U) = 792.278$ W/K

$\sum(H_{tr;tb;g}) = 0.000$ W/K

$H_{gr;an;ztc;m} = A,U+P \cdot \Psi_{wf} = 792.278$ W/K

Binayı oluşturan tüm yapı elemanlarının ısıl geçirgenlik katsayıları (U), Ek A.2'de verilen asgari ısıl geçirgenlik değerine eşit veya daha küçük olduğundan "uygundur".

Tablo 3. Yıllık Isıtma Enerji İhtiyacı Hesaplama Çizelgesi

İZODER

Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı Hesaplama Çizelgesi

Aylar	Isı kaybı							Isı kazançları			Isıtma için boyutsuz denge oranı	Kazanç kullanım faktörü	Isıtma enerjisi ihtiyacı
	Özgül ısı kaybı	Sıcaklık farkı	Özgül ısı kaybı	Sıcaklık farkı	İletim ve taşınım yoluyla gerçekleşen	Havalandırma yoluyla gerçekleşen	Toplam	İç ısı kazancı	Güneş enerjisi kazancı	Toplam			
	$H_{ILC,i}$ (ecel, gf) $_{ay,ort}$	$\theta_{int,calc,H,ort}$ $_{;ay}$ / $\theta_{e,ay}$	$H_{gn,ay,ort}$	$\theta_{int,calc,H,ort}$ $_{;ay}$ / $\theta_{e,ay}$	$Q_{H,trans,ay}$	$Q_{H,ven,ay}$	$Q_{H,ht,ay}$	$Q_{H,ucd,ay}$	$Q_{H,sol,ay}$	$Q_{H,gn,ay}$	$\eta_{H,ay}$	$\tau_{H,gn,ay}$	$Q_{H,nd,ay}$
	(W/K)	(K,°C)	(W/K)	(K,°C)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(-)	(-)	(kWh)
Ocak	4,297.95	19.00	1,378.46	6.46	74,642	15,771.96	90,414	10,977.47	1,940.54	12,918	0.14	0.97	77,837.64
Şubat		18.70		6.46	66,552	14,020.71	80,573	9,915.13	5,053.96	14,969	0.19	0.96	66,208.36
Mart		16.10		6.46	65,369	13,364.66	78,733	10,977.47	6,160.52	17,138	0.22	0.95	62,483.10
Nisan		10.30		6.46	45,312	8,274.25	53,586	10,623.35	7,561.10	18,184	0.34	0.90	37,227.11
Mayıs		4.60		6.46	28,596	3,818.47	32,414	10,977.47	14,874.29	25,852	0.80	0.71	14,021.52
Haziran		-8.20		6.46	-11,937	-6,587.27	-18,524	10,623.35	25,259.28	35,883	-1.94	-0.52	0.00
Temmuz		-12.00		6.46	-24,486	-9,961.24	-34,447	10,977.47	30,016.35	40,994	-1.19	-0.84	0.00
Ağustos		-13.20		6.46	-28,323	-10,957.36	-39,280	10,977.47	36,794.08	47,772	-1.22	-0.82	0.00
Eylül		1.30		6.46	17,461	1,044.32	18,506	10,623.35	37,557.01	48,180	2.60	0.34	0.00
Ekim		7.00		6.46	36,270	5,810.72	42,081	10,977.47	35,203.66	46,211	1.10	0.61	13,835.84
Kasım		15.20		6.46	60,475	12,210.55	72,686	10,623.35	34,548.20	45,172	0.62	0.78	37,448.99
Aralık		18.72		6.46	73,747	15,539.53	89,286	10,977.47	35,346.30	46,324	0.52	0.82	51,223.61
											$Q_{yıl} = \sum Q_{ay} = Q_{H,nd,ort,an}$		360,283

Yıllık toplam net ısıtma enerjisi ihtiyacı $Q_{H,nd,ort,an}$ = 360,283 kWh

Şartlandırılan alan Af= 4830.00 .m² dir. Şartlandırılan alan başına yıllık net ısıtma enerjisi ihtiyacı 74.59 kWh/m2 bulunur. Isıtma ve soğutma için ayrı ayrı hesaplama birim alan başına yıllık net enerji ihtiyaçları toplanır ve elde edilen toplam değeri Ek A.1'de verilen asgari net ısıtma ve soğutma enerjisi ihtiyacı (Q') ile karşılaştırılarak projenin uygunluğu değerlendirilir. ... Ofis, Büro Vb. İş Yerleri .... için 3 Derece gün bölgesinde izin verilen asgari net ısıtma ve soğutma enerjisi ihtiyacı 70 kWh/m2. yıl dır.

Yıllık net ısıtma ve soğutma enerjisi ihtiyacının standarda uygunluğu Yıllık Soğutma Enerjisi Çizelgesi' nde değerlendirilmektedir.

Tablo 4. Yıllık Soğutma Enerjisi İhtiyacı Hesaplama Çizelgesi

İZODER

Yıllık Soğutma Enerjisi İhtiyacı Hesaplama Çizelgesi

Aylar	Isı kaybı							Isı kazançları			Soğutma için boyutsuz ısı-denge oranı	Kazanç kullanım faktörü	Soğutma enerjisi ihtiyacı
	Özgül ısı kaybı	Sıcaklık farkı	Özgül ısı kaybı	Sıcaklık farkı	İletim ve taşınım yoluyla gerçekleşen	Havalandırma yoluyla gerçekleşen	Toplam	İç ısı kazancı	Güneş enerjisi kazancı	Toplam			
	$H_{HVAC,(ocak,gün)}$	$\theta_{int,calc,H,ay}-\theta_{e,ay}$	$H_{gen,ay}$	$\theta_{int,calc,H,ay}-\theta_{e,ay}$	$Q_{H,trans,ay}$	$Q_{H,ven,ay}$	$Q_{H,ay}$	$Q_{H,int,ay}$	$Q_{H,sol,ay}$	$Q_{H,gn,ay}$	$\delta_{H,ay}$	$\eta_{H,gn,ay}$	$Q_{H,nd,ay}$
	(W/K)	(K,°C)	(W/K)	(K,°C)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(-)	(-)	(kWh)
Ocak	4,297.95	25.00	1,378.46	13.54	93,828	20,752.58	114,581	10,977.47	1,940.54	12,918	0.11	1	0
Şubat		24.70		13.54	83,882	18,519.33	102,401	9,915.13	3,734.98	13,650	0.13	1	0
Mart		22.10		13.54	84,555	18,345.28	102,900	10,977.47	3,600.31	14,578	0.14	1	0
Nisan		16.30		13.54	63,879	13,094.21	76,973	10,623.35	3,707.73	14,331	0.19	1	0
Mayıs		10.60		13.54	47,782	8,799.09	56,581	10,977.47	7,281.44	18,259	0.32	1	0
Haziran		-2.20		13.54	6,630	-1,767.32	4,863	10,623.35	11,435.13	22,058	4.54	0	21,043
Temmuz		-6.00		13.54	-5,300	-4,980.62	-10,280	10,977.47	10,523.14	21,501	-2.09	0	16,585
Ağustos		-7.20		13.54	-9,137	-5,976.74	-15,114	10,977.47	11,218.69	22,196	-1.47	-1	11,905
Eylül		7.30		13.54	36,028	5,864.28	41,893	10,623.35	7,872.75	18,496	0.44	1	0
Ekim		13.00		13.54	55,456	10,791.34	66,247	10,977.47	4,102.51	15,080	0.23	1	0
Kasım		21.20		13.54	79,042	17,030.50	96,073	10,623.35	2,585.07	13,208	0.14	1	0
Aralık		24.72		13.54	92,933	20,520.15	113,453	10,977.47	2,495.47	13,473	0.12	1	0
												$Q_{yıl}=\sum Q_{ay}=Q_{H,nd,an}$	49,533

Yıllık toplam net soğutma enerjisi ihtiyacı $Q_{C,nd,yıl,an}$ = 49,533 kWh

Şartlandırılan alan Af= 4830.00 m2 'dir. Şartlandırılan alan başına yıllık net soğutma enerjisi ihtiyacı 10.26 kWh/m2 bulunur. Isıtma ve soğutma için ayrı ayrı hesaplanan birim alan başına yıllık net enerji ihtiyaçları toplanır ve elde edilen toplam değeri Ek A.1 'de verilen asgari net ısıtma ve soğutma enerjisi ihtiyacı (Q') ile karşılaştırılarak projenin uygunluğu değerlendirilir. ... Ofis, Büro Vb. İş Yerleri.... için 3 Derece gün bölgesinde izin verilen asgari net ısıtma ve soğutma enerjisi ihtiyacı 70. kWh/m2.yıl'dır.

Örnekte $Q_{H,nd,yıl,an} < Q_{ı}$ (64,85 > 70,00) olduğundan bu bina için hesaplanan yıllık net ısıtma ve enerjisi ihtiyacının, izin verilen değerin altında olduğu görülmektedir. O halde bu proje, bu standartta verilen hesap esaslarına göre uygundur.