

**ANKARA’NIN KENTSEL METABOLİZMASI: ERYAMAN
BÖLGESİNDE 3B CBS İLE STOĞA NET KATKI (SNK)
İNDİKATÖRÜ TAHMİNİ**

**URBAN METABOLISM IN ANKARA: ESTIMATION OF NET
ADDITIONS TO STOCK INDICATOR BASED ON 3D GIS
ANALYSIS FOR ERYAMAN REGION**

NAZİFE REÇBER

Yrd.Doç.Dr.HATİCE ŞENGÜL
Tez Danışmanı

Hacettepe Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı için Öngördüğü
YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak hazırlanmıştır.

2018

NAZİFE REÇBER'in hazırladığı "Ankara'nın Kentsel Metabolizması: Eryaman Bölgesinde 3B CBS ile Stoğa Net Katkı (SNK) İndikatörü Tahmini" adlı bu çalışma **ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**'nda aşağıdaki jüri tarafından **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Doç.Dr. Baki ÖZTÜRK
Başkan



Yrd. Doç. Dr. Hatice ŞENGÜL
Danışman



Doç.Dr.Selim L. SANIN
Üye



Doç.Dr.Halil Murat AYDIN
Üye



Doç.Dr.Tuba Hande ERGÜDER BAYRAMOĞLU
Üye



Bu tez Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından **YÜKSEK LİSANS** tezi olarak onaylanmıştır.

Prof.Dr. Menemşe GÜMÜŞDERELİOĞLU

Fen Bilimleri Enstitü Müdürü

YAYINLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kağıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma izni Hacettopu Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğini ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

- ☐ Tezimin/Raporumun tamamı dünya çapında erişime açılabilir ve bir kısmı veya tamamının fotokopisi alınabilir.

(Bu seçenekle teziniz arama motorlarında indekslenebilecek, daha sonra tezinizin erişim statüsünün değiştirilmesini talep etmeniz ve kütüphane bu talebinizi yerine getirirse bile, tezinin arama motorlarının önellerinde kalmaya devam edebilecektir.)

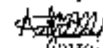
- ☐ Tezimin/Raporumun tarihine kadar erişime açılmasını ve fotokopi alınmasını (İç Kapak, Özet, İçindekiler ve Kaynakça hariç) istemiyorum.

(Bu sürenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım takdirde, tezimin/raporumun tamamı her yerden erişime açılabilir, kaynak gösterilmek şartıyla bir kısmı ve ya tamamının fotokopisi alınabilir)

- ☒ Tezimin/Raporumun 06.06.2018 tarihine kadar erişime açılmasını istemiyorum, ancak kaynak gösterilmek şartıyla bir kısmı veya tamamının fotokopisinin alınmasını onaylıyorum.

- ☐ Serbest Seçenek/Yazarın Seçimi

06.06.2018.


İmza

Öğrencinin Adı Soyadı

Nazife REGBER

ETİK

Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada,

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kuralları çerçevesinde sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversitede ve başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.



Nazife REÇBER

ÖZET

ANKARA’NIN KENTSEL METABOLİZMASI: ERYAMAN BÖLGESİNDE 3B CBS İLE STOĞA NET KATKI (SNK) İNDİKATÖRÜ TAHMİNİ

NAZİFE REÇBER

Çevre Mühendisliği, Yüksek Lisans

Tez Danışmanı: Yrd.Doç.Dr.Hatice ŞENGÜL

Haziran 2018, 95 Sayfa

Yapılaşmış çevrede malzeme ihtiyacı ve gelecekte oluşabilecek atık miktarları kentleşmenin oluşturduğu ciddi sorunlardan biridir. Bu malzemelerin üretimi için gereken enerji toplam enerji ihtiyacının önemli bir kısmını oluşturmaktadır. İnşaat sektöründe daha çevreye duyarlı yapı malzemelerine geçilmesinin teşvik edilmesi, doğal, yerel ve/veya geri dönüştürülebilir malzeme tüketimi, malzeme kullanımının azaltılması hem kaynak yönetimi hem de enerji ve atık yönetimi açısından önem taşımaktadır.

Kentleşmenin seyri ve ilgili çevresel problemlerin tanımlanmasında kentsel metabolizma çalışmaları önemli bir yer tutmaktadır. Bu çalışmalarda bir kentin işleyişi için gerekli girdiler, sistemde birikimler ve çıktılar belirli bir sistematiğe toplanır ve metabolizma çalışmasına özgü göstergeler hesaplanır. Kentsel metabolizma terimi kent işleyişi ile hücre işleyişi arasında benzerliklerin kurulmasına dayandığı için kullanılmaktadır.

Kentsel metabolizma göstergelerinden biri Stoğa Net Katkı (SNK)’dır. SNK indikatörü, girdilerin dönüşümü ve çıktıların sistemden çıktıktan sonra sistemde depolanan malzeme ve enerjiyi ifade eder. SNK dolaylı olarak kentsel bölgenin ekonomik büyümesinin ölçütüdür.

Kentleşmenin küresel eğilimine paralel bir şekilde, Türkiye genelinde, kentleşmenin, sanayi, ticaret, turizm ve hizmet sektörlerinin yoğunlaştığı illerde hızlı bir artış eğiliminde olduğu bilinen bir gerçektir. Bu iller arasında Ankara yapılaşmanın en yoğun şekilde yaşandığı iller arasındadır.

Çalışma kapsamında Malzeme Akış Analizi yöntemi kullanılarak 7.34 km²'yi kapsayan Eryaman semti temel alınarak Etimesgut ilçesi ve Ankara için SNK indikatörü tahmini yapılmış, 1998 yılı ile 2015 yılı arasındaki malzeme stoğu karşılaştırılmıştır, aradaki farkın nedenleri irdelenmiştir.

Sonuç olarak pilot kentsel bölge olarak seçilen Eryaman semtindeki 7,34 km²'lik alanın 1998 yılında 4,59 km²'si, 2015 yılında ise %20,86 artışla 5,8 km²'sinin yapılaşmış alan olduğu gözlenmiştir.

Bulgulara göre yapılaşma düzeyindeki değişim sonucu 1998 yılında 7.81 megaton olan toplam malzeme stoğu, 2015 yılında toplam 2.02 megaton artışla 9.83 megatona ulaşmıştır.

Ankara için 2015 yılı verileriyle SNK indikatörü 76 ton/kişi olarak tahmin edilmiştir.

Binaların ömür devri sonunda oluşacak yapı malzemelerinden kaynaklanan geri dönüştürülebilir atık miktarı tahmin edilmiştir. 2015 yılı hesaplamalarına göre 9,83 Mt malzemenin, geri dönüşebilir yapı malzemesi miktarı 7,68 Mt olarak hesaplanmıştır.

Yapılardan kaynaklanan saklı enerji miktarı hesaplanmış ve literatürde yer alan değerle karşılaştırılmıştır. 1998 ve 2015 yılları için hesaplanan toplam saklı enerji sırasıyla 16.756 TJ ve 21.161 TJ'dir. Metrekareye düşen saklı enerji miktarı ise 3.6 GJ bulunmuştur. Bulunan değer, literatürde yer alan 3 ile 8 GJ/m² değer aralığının alt sınırına daha yakındır.

Anahtar Kelimeler: Kentsel Metabolizma, Malzeme Akış Analizi Metodu, SNK İndikatörü, Yapı Malzemeleri Stoğu, Stoğa Net Katkı, Saklı Enerji,

ABSTRACT

URBAN METABOLISM IN ANKARA: ESTIMATION OF NET ADDITIONS TO STOCK INDICATOR BASED ON 3D GIS ANALYSIS FOR ERYAMAN REGION

NAZİFE REÇBER

Environmental Engineering, Master Degree

Supervisor: Yrd.Doç.Dr. Hatice ŞENGÜL

June 2018, 95 pages

The need for materials in the built environment and the amount of waste that may be generated in the future due to this consumption is one of the serious problems of urbanization. The energy required for the production of construction materials constitutes a significant part of the total energy need of the society. Promotion of the transition to more environmentally friendly construction materials in the construction sector, reduction of material use and consumption of natural, local and recyclable materials are important in terms of resources, energy and waste management.

Urban metabolism studies play an important role for determination of urbanization trends and identification of relevant environmental problems. These studies, using inputs required for the functioning of a city, accumulations and outputs in the system are gathered in a systematic way and the indicators related to the metabolism of interest are calculated.

One of the indicators of urban metabolism is Net Additions to Stock (NAS). NAS indicator refers to the transformation of inputs and the material and energy stored in the system after outputs are removed from the system. NAS indicator is an indirect measure of the economic growth of the urban area.

Parallel to the global trend of urbanization, urbanization has a rapid upward trend for provinces of Turkey that have high in, presence of industry, commerce, tourism and services sectors. Among these provinces Ankara is a the city that has one of the greatest number of buildings.

In the scope of this study, NAS indicator for Etimesgut county and Ankara city was estimated based on exploration of a pilot area in Eryaman district of 7,34 km² using Material Flow Analysis (MFA) method for the years 1998 and 2015. The difference in net additions to stock between 1998 and 2015 were examined.

Results show that the pilot area has an area of 4,59 km² in 1998 and 5,8 km² in the year 2015 with an increase of % 20,86 in built-in environment.

According to the findings, the material stock, which was 7,81 megatons in 1998, increased by 2,02 megatons to reach a total of 9,83 megatons in 2015.

NAS indicator for Ankara was estimated to be 76 tons/person for the year 2015 by extrapolating results of the pilot area using population density per area as an indicator.

As a result, it has been observed that the 7,34 km² area of Eryaman district, which was selected as the pilot urban area.

At the end of the expected lifetime of the buildings, for the year 2015 the amount of total waste generated is, 9,83 megatons of material and 7,68 megatons of the total amount is recyclable building material.

The amount of embodied energy caused by the structures was calculated and compared with the value in the literature. The total embodied energy calculated for 1998 and 2015 is 16.756 TJ and 21.161 TJ respectively. The amount of embodied energy for residential buildings per square meter is found as 3,6 GJ. This value is closer to the lower limit of the range of 3-8 GJ provided in the literature.

Keywords: Urban Metabolism, Material Flow Analysis Method, NAS Indicator, Construction Material Stock, Net Additions to Stock, Embodied Energy.

TEŞEKKÜR

Ankara'nın Kentsel Metabolizması: Eryaman Bölgesinde 3B CBS İle Stoğa Net Katkı (SNK) İndikatörü Tahmini" başlıklı ve FHD-2017-13547 numaralı projemiz Hacettepe Bilimsel Araştırma Projeleri fonu tarafından desteklenmiştir.

Tez çalışmamın her aşamasında değerli katkı ve eleştirileriyle yol gösteren, her zaman çalışmaya teşvik eden ve güven veren danışmanım Sayın Yrd.Doç.Dr. Hatice Şengül'e,

Projenin yürütülmesi sırasında yardımlarından dolayı Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Birimi personeli ve yöneticilerine,

Yapı malzemeleri kompozisyonlarının belirlenmesine uzmanlık görüşü sağlayan inşaat mühendisleri Sayın Hüseyin Çetin ve Doğan Dolap'a,

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı CBS Daire Başkanlığı yöneticileri ve personeline,

Millî Savunma Bakanlığı Harita Genel Komutanlığı'ndan Üsteğmen Ahmet Çam'a ve Ankara Büyükşehir Belediyesi'nden İskender Ayyıldız'a ve ayrıca Netcad Müdürü Murat Bey'e ve teknik destek ekibine,

Katkılarından dolayı değerli jüri üyelerim; Doç.Dr.Selim L.Sanin'e, Doç.Dr.Halil Murat Aydın'a, Doç.Dr.Baki Öztürk'e, Doç.Dr.Tuba Hande Ergüder Bayramoğlu'na,

Her zaman yanımda olan ve manevi desteğini esirgemeyen eşim Ümit Reçber'e ve biricik kızım Irmak Reçber'e,

Teşekkürü borç bilirim.

Saygılarımla

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	v
ABSTRACT	vii
TEŞEKKÜR	ix
ÇİZELGELER	xiii
ŞEKİLLER	xiv
1. GİRİŞ	1
1.1. Tezin Amacı ve Kapsamı	4
1.2. Endüstriyel Ekoloji Kavramı	6
1.3. Sürdürülebilirlik	7
1.4. Kentsel Metabolizma Kavramı ve Çalışma Yaklaşımları	8
1.4.1. Emerji Metodu	8
1.4.2. Malzeme Akış Analizi	9
1.5. Kentsel Metabolizma Çalışması Sonuçlarının Kullanım Alanları	9
1.5.1. Sürdürülebilirlik İndikatörleri	9
1.5.2. Kentlerin Sera Gazlarının Hesaplanması	9
1.5.3. Kentsel Alternatif Politikaların Analizi	10
1.5.4. Kentsel Dizayn	10
1.6. Kentsel Metabolizma Hesaplamasında Kullanılan Yöntemlerin Detaylı Açıklaması	10
1.6.1. Malzeme Akış Analizi	10
1.6.2. Ekonomik Input-Output Tablosu	10
1.6.3. Ekolojik Ayak İzi	11
1.6.4. Yaşam Döngüsü Analizi	11
1.7. Malzeme Akış Analizi Metodu	11
1.8. Yapı Malzemeleri İnşaat Atıkları	13
1.9. Geri Kazanılabilen Yapı Malzemeleri ve Kullanım Yerleri	14
2. LİTERATÜR ÖZETİ	17
Kentsel Metabolizma Çalışmasını Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) Verilerinden Yararlanılarak Gerçekleştirilen Çalışmalar	25
3. MATERYAL	30
3.1. Coğrafi Bilgi Sistemi Verilerine Yönelik Tanımlar	31

3.1.1.Ortofoto ve Ortofoto Harita.....	31
3.1.2. True (Doğru) Ortofoto.....	31
3.1.3. Harita Projeksiyonları	31
3.2. Çalışma Alanı Seçimi	32
3.3 Saklı Enerji	35
4.YÖNTEM.....	36
4.1.NETCAD ile Yapılan Çalışmalar.....	42
4.1.1. Halihazır Haritada Alan Belirleme	42
4.1.1.1."Alan Sor" Fonksiyonu ile Bina Alanlarını Belirleme	44
4.1.1.2. Alanların Excel'e Aktarılması.....	44
4.1.1.3. Halihazırda Belirlenen Alan Dışını Silme İşlemi	45
4.1.2. Yükseklik Verilerinden Nokta Bulutu Oluşturma	46
4.1.3. 2015 Ortofoto Haritada Alan Çizme	48
4.2. Uygulamalar	49
4.2.1. 1998 Halihazır Haritadan Çalışmanın Adımları	49
4.2.2. 2015 True Ortofoto Haritasından Bina Alanları Belirleme Çalışmasının Adımları.....	50
5. ÇALIŞMA SONUÇLARI.....	51
5.1. Belirlenen Toplam Alanlar	51
5.1.1. 1998 Tarihli Halihazır Haritadan Belirlenen Bina Çeşitleri ve Alanları	51
5.1.2. 2015 Tarihli True Ortofoto Haritadan Belirlenen Bina Çeşitleri ve Alanları	52
5.2. Binalara Ait Malzeme Yoğunlukları ve Toplam Kullanılan Malzeme Miktarları	53
5.3. SNK İndikatörü	61
5.3.1. SNK İndikatörünün 1998 ve 2015 Yılları Arasında Artışı.....	62
5.3.2. SNK İndikatörünün GDP ile Kıyaslanması	63
5.3.3. SNK İndikatörünün Diğer Ülkelerdeki Çalışma Sonuçları ile Kıyaslama Sonuçları	64
5.4. Gelecek Atık Projeksiyonunun Hesaplanması	65
5.5. Yapı Malzemelerindeki Saklı Enerji Miktarı	66
6. SONUÇLAR ve TARTIŞMA.....	70
EKLER	71
Ek-1: Yapı Tiplerine Ait Malzeme Kompozisyonları Belirleme Esasları	71

Yapılar İçin Yapı Malzeme İhtiyacının Tahmininde Kabuller	71
Yapıların Malzeme Çeşitleri	71
Malzemelerin Yapılarda Kullanıldığı Yerler	71
Yapılarda Malzeme İhtiyaçları Hesapları.....	71
Kargir Yapılar İçin Malzeme Tahmini	71
Betonarme Apartmanlar İçin Malzeme Tahmini	71
Camiler İçin Malzeme Tahmini	71
Ek-2: Çizelge 18. Yapı Türlerine Göre Malzeme Miktarları Tablosu	77
KAYNAKLAR.....	78
Ek-2 Kaynaklar.....	74
ÖZGEÇMİŞ	76



ÇİZELGELER

Sayfa

Çizelge 1. Malzeme Akış Analizi (MAA) göstergeleri.....	12
Çizelge 2. Kentsel metabolizma çalışmalarının kronolojik olarak gösterimi (15 nolu kaynaktan uyarlanmıştır)	19
Çizelge 3. NAS indikatörü hesaplanan literatür çalışmalarının özeti	29
Çizelge 4. Ankaranın metropol ilçelerinin 2015 yılı nüfusları ve nüfus yoğunlukları	34
Çizelge 5. 1998 yılı bina tiplerine göre toplam bina alanı	52
Çizelge 6. 2015 yılı bina tiplerine göre toplam bina alanları	53
Çizelge 7. Yapı türlerine göre malzeme yoğunlukları	54
Çizelge 8. 1998 yılı bina tipine göre malzeme kompozisyonları	58
Çizelge 9. 1998 yılı yapı türüne göre toplam malzeme miktarları	59
Çizelge 10. 2015 yılı bina tipine göre malzeme kompozisyonları	60
Çizelge 11. 2015 yılı yapı türüne göre toplam malzeme miktarları	61
Çizelge 12. Etimesgut ve Ankara için bulunan SNK indikatörü değerleri.....	62
Çizelge 13. SNK indikatörünün GDP ile kıyaslanması	63
Çizelge 14. Ankaranın SNK değerinin diğer şehirlerle kıyaslanması	65
Çizelge 15. Bina yapı malzemelerinin saklı enerji miktarları.....	67
Çizelge 16. 1998 Malzeme kompozisyonları ve toplam saklı enerji miktarı	68
Çizelge 17. 2015 Malzeme kompozisyonları ve toplam saklı enerji miktarı	69
Çizelge 18. Yapı tiplerine göre malzeme miktarları tablosu.....	77

ŞEKİLLER

Sayfa

Şekil 1. Binaların malzeme stoğunu belirleme işlem adımları.....	30
Şekil 2. Sincan, Pursaklar ve Gölbaşı dışında Ankara şehrini genel olarak sınırlayan çevre yolu.	33
Şekil 3. Ankara şehrini oluşturan metropol ilçeler ve çalışma alanımız Etimesgut ilçesi (31 nolu kaynaktan uyarlanmıştır)	34
Şekil 4. Seçilen Eryaman bölgesinin Türkiye haritasındaki koordinatları	37
Şekil 5. Eryaman bölgesinden seçilen 7,34 km ² 'lik alanın 2006 yılı Harita Genel Komutanlığı ortofoto çalışmasındaki konumu.....	38
Şekil 6. Bina alanları tespitinde kullanılan ortofoto görüntüsüne örnek-1	39
Şekil 7. Bina alanları tespitinde kullanılan ortofoto görüntüsüne örnek-2	40
Şekil 8. Halihazır haritadan bina alanı hesaplanmaya örnek NETCAD çalışma sayfası	41
Şekil 9.True Ortofoto haritadan bina alanı hesaplanmaya örnek NETCAD çalışma sayfası	41
Şekil 10. Halihazır haritadan bina alanlarını gösteren çalışma sayfası.....	42
Şekil 11. Alan sor butonu kullanılarak alan belirleme işlemi	43
Şekil 12. Alanı belirlenen yerlerin karışmaması için çerçeveleme işlemi	43
Şekil 13. Sonuç değerlerini Excel tablosuna aktarma.....	44
Şekil 14. Halihazır haritaların seçilen alana daraltılmadan önceki hali	45
Şekil 15. Halihazırların belirlenen sınırla daraltılmış hali	45
Şekil 16. Yükseklik noktalarının oluşturulması için hazırlanan iş akışı (Mimar)	46
Şekil 17. Bina yüksekliğini belirlemede kullanılan nokta kotları haritası	47
Şekil 18.Eryamanın seçilen alanında oluşturulan nokta bulutu haritası.....	47
Şekil 19.Ortofoto haritada binaların alanı ve çatısının tespiti etiketleme	48
Şekil 20. Ortofoto haritada alan çizme.....	48
Şekil 21. Belirlenen alanların Excel'e aktarılması	49
Şekil 22. 2015 yılı toplam bina alanlarının bina tiplerine göre dağılımı	53
Şekil 23. Betonarme membran çatılı yapı türünün malzeme % oranları	57

1.GİRİŞ

Dünya ölçeğinde geçmiş yüzyıllarda insan nüfusu 4 kat artarken, malzeme ve enerji kullanımı 10 kat artmıştır. İnsanoğlu doğadan yıllık 500 Exajoule(10^{18} joule) temel enerji ve 60 milyar ton hammadde kullanmaktadır. Bu ihtiyacın önemli bir kısmı kentsel bölgelere aittir. Kentsel nüfusun dünya genelinde artışıyla birlikte hammadde ve enerjiye talebin de artması beklenmektedir. Dünya genelinde kentleşme oranı 2008 yılı itibariyle %50'yi aşmıştır. 2050'ye kadar kentlerde yaşayan nüfusun 3 milyarı bulacağı tahmin edilmektedir [1].

Türkiye'nin 2012 yılı nüfus sayımına göre toplam nüfusun %72'si kentlerde, %28'i ise kırsal bölgede yaşamaktadır. Kentsel alanların sürdürülebilirliğinin sağlanması sürdürülebilir kalkınmanın ana hedeflerinden biridir. Türkiye'de nüfusun özellikle metropoller ve büyük kentlerde yoğunlaşma eğilimi devam etmektedir. 2007-2012 döneminde nüfusu bir milyonu aşan il sayısı 18'den 20'ye bu illerde yaşayan nüfusun toplam nüfus içerisindeki payı ise yüzde 62'den 66'ya çıkmıştır [2].

Türkiye'de kentleşmenin arttığı bilinen bir gerçek olmakla birlikte, farklı yönleriyle kentleşmenin hangi hızda ve kentleşme biçimlerinde devam ettiği bilinmemektedir. Bu alanda kentleşme indeksi tespit etmek için yapılan bir çalışmada, sosyal, ekonomik ve mekânsal göstergeler kullanılarak; Türkiye'de hızlı kentleşen, nüfus yoğunluğu 180 kişi/km² ve üzerinde olan, 7 coğrafi bölgeye yayılmış Ankara, Bursa, İzmir, İstanbul, Yalova, Sakarya, Gaziantep, Hatay, Kocaeli, Zonguldak illerinin kompozit kentleşme indeksi hesaplanmıştır, kentleşme düzeyindeki değişim tespit edilmiştir. Kentleşme kompozit indeksi; seçilen sosyal, ekonomik ve mekânsal göstergelerle, bilgi entropisi ağırlıklandırma metodu kullanılarak hesaplanmıştır. Bulgular çalışmanın kapsadığı yıllar içinde Zonguldak hariç tüm illerde farklı hızlarda kentleşmenin artış eğiliminde olduğunu göstermiştir. Ekonomik kentleşme açısından 2009-2014 yılları arasında Yalova ve Gaziantep'in diğer illere göre daha hızlı bir kentleşme gösterdiği belirlenmiştir. Kentleşmenin çalışmanın kapsadığı yıllar içindeki artış eğilimi ileride kentleşme özelinde sorunların Türkiye genelinde daha fazla artacağına işaret etmektedir [3].

Sürdürülebilirlik toplumun sorunsuz devamı için gereken ekonomik, sosyal, kurumsal ve çevresel yönlerinin devamının sağlanması ile ilgili ulaşılmak istenen ideal bir durumdur.

Kentsel bölgelerin sürdürülebilirlik düzeyinin izlenmesi ve iyileştirilmesi amaçlı çalışmalar arasında kentsel bölgeyi bir sistem olarak ele alarak kente girdi ve çıktılarını, birikimlerin değerlendirildiği ve yıllar bazında izlendiği “kentsel metabolizma” çalışmaları yer almaktadır.

Dünyanın bir çok şehri için gerçekleştirilmiş kentsel metabolizma çalışmalarında çoğunlukla Malzeme Akış Analizi (MAA İng. MFA, Material Flow Analysis) yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemle gerçekleştirilen çalışmaların ortak problemi veri toplama aşamasıdır. Bulunan veriler, genelde seçilen şehir sınırlarından daha büyük ölçeği kapsamakta ve çalışma yapılan yıldan daha önceki yıllara ait olmaktadır. Verilerin aynı yıllara ait olmaması ve şehir sınırlarından daha büyük alanı kapsamamasından, bu tür çalışmalarda belirsizliği yüksek sonuçlar elde edilmesine sebep olmaktadır.

MAA göstergelerinden Stoğa Net Katkı (SNK), kent sınırları içinde biriken malzeme miktarını gösterir. Bu göstereyi hesaplamanın iki yolu vardır.; Birinci yol dolaylı hesaplama. Bu yöntemde malzeme akış analizi gerçekleştirildikten sonra Yerel Malzeme Tüketimi (DMC) göstergesinden Yerel Proses Çıktısı (DPO) göstergesi çıkarılarak SNK belirlenir (SNK: DMC-DPO). İkinci yöntemde ise doğrudan SNK hesabı yapılır ve daha doğru bir sonuç elde edilir. Doğrudan hesaplama iki yolla yapılabilir; birinci yolda hesap için varsa doğrudan bina yapımı ve altyapı ve dayanıklı malzeme verileri belediyeler vb. kurumların verileri toplanır. İkinci doğrudan yolda ise, bölgenin eğer varsa 3D veya 4D Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) görüntüsünden toplam malzeme stoğu hesaplaması yapılır. Her iki doğrudan yöntemin de dolaylı hesaptan daha doğru sonuç vermesi beklenir. DMC ve DPO hesaplanması için toplanan verilerin belirsizliği sonucu etkileyeceği için dolaylı hesaplama her zaman doğrudan hesaplama göre daha problemlidir [4].

Yapılan MAA çalışmalarındaki veriler incelendiğinde, altyapı ve bina stoğunun %90 oranında toplam fiziksel stok ve stok değişimini yani SNK indikatörünü temsil ettiği

görülmektedir. Malzeme akış analizinde malzeme dengesi kurulurken stoklar; insan yapımı malzemeler olarak tanımlanır. Stoklar iki ana kategoride düşünülebilir; birinci ve yoğun malzeme olan binalar, yollar, makine ve dayanıklı tüketim malları gibi ikinci kategori diğer stoklar [5].

SNK indikatörü artışının ekonomik büyüme artışı ile karşılaştırılması, ulusal düzeyde göreceli veya mutlak verimlilik artışı olup olmadığını dolaylı olarak gösterdiği için SNK artış verisinin oluşturulması bu açıdan da önem arz etmektedir. Bu karşılaştırma ve yorumlanması gelecek çalışmalar arasında yer almalıdır.

SNK verisi dolaylı olarak ekonomik büyümenin çevresel etkiden ayrılıp ayrılmadığını analiz etmek için kullanılabilir. Bugüne kadar ekonomik büyümenin belirli düzeyde çevresel etkiden ayrılması küresel ölçekte farklı politikalarla desteklenmiş ve gerçekleşmiştir. Bu verimliliğin Türkiye’de yansımaları olup olmadığı bilinmemektedir. Bu açıdan da SNK verisi değerli bir veridir.

Yapılaşmış çevre sorunları çok boyutlu olmakla birlikte malzeme gereksinimi ve binaların kullanım ömrü sonunda oluşturacağı atık miktarı ve bu malzemelerin oluşturduğu değer zincirinin başta enerji gereksinimi olmak üzere çevresel etkileri kentleşme artış hızının ivme kazandığı bu dönemde kritik çevre sorunları arasındadır.

Bir yapı malzemesinin saklı enerjisi, yaşam döngüsü boyunca tüketilen birincil enerji olarak tanımlanabilir. Yaşam döngüsünün son sınırında ideal olan, hammaddenin çıkarılmasından ürün ömrünün sonuna kadar olan “beşikten mezara” tabiridir. Saklı enerjiyi belirlerken sınır olarak ürün fabrika kapısından ayrılana kadar tüm enerjiyi içeren “beşikten kapıya” yaygın uygulama haline gelmiştir. Yapıların içeriğindeki malzemelerin saklı enerji oranları hesaplanmış ve karbon, enerji envanteri oluşturulmuştur [6].

Eryaman bölgesinde kullanımda olan binalardan kaynaklı saklı enerji miktarı hesaplanacaktır; bu değer, gelecek çalışmalar için bir bakış açısı oluşturacaktır.

1.1. Tezin Amacı ve Kapsamı

Türkiye'nin başkenti Ankara'da yapılaşmanın hızlı arttığı göz önüne alınarak Ankara için binalardan kaynaklı malzeme stoğu belirlenilmeye çalışılacaktır.

Ankara'nın, SNK indikatörünü belirlemek için pilot bölge olarak Eryaman bölgesinde 7,34 km²'lik alan seçilmiştir. Bu alanda, 1998 ve 2015 yıllarına ait CBS verilerinden faydalanarak binalardan kaynaklı malzeme stoğu belirlenecektir.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Coğrafi Bilgi Sistemleri Daire Başkanlığı'nın yürüttüğü Ortofoto projesinin 3B CBS verileri kullanılarak doğrudan yöntemle doğruluk oranı yüksek düzeyde SNK indikatörü verisi elde edilecektir.

Tez kapsamında özel olarak aşağıdaki hedeflere ulaşılabacaktır:

- 1) Eryaman bölgesi için yapılaşma amaçlı depolanan malzeme miktarını (İng. NAS Net Additions to Stock, SNK Stoğa Net Katkı) doğrudan ve doğru hesaplamak,
- 2) Eryaman SNK değeri artış hızının ve kişi başına düşen malzeme stoğunu diğer bölgelerle karşılaştırmak,

Seçtiğimiz kentsel bölgedeki malzeme stoğu değişiminin, Avrupa'nın veya Amerika'nın kentlerine göre yüksek mi düşük mü ve neden farklı olduğu incelemek,

- 3) Zaman içinde bu bölgede mutlak veya göreceli verimliliğin gerçekleşip gerçekleşmediğini, gerçekleşiyse ne düzeyde gerçekleştiğini incelemek,

Ayrışma; ekonomik büyümenin belirli düzeyde çevresel etkiden ayrılması olarak değerlendirilebilir. Bu ayrışmanın, Türkiye'de yansımaları olup olmadığı ekonomik büyüme ile malzeme ve altyapı stoğu hızlarının karşılaştırılmasıyla incelenecektir. Mutlak verimlilik, ekonomik büyüme artış hızının, SNK (Stoğa Net Katkı) artış hızını geçmesi durumunda yaşanır.

- 4) Malzeme stoğu değişiminden, gelecekteki atık miktarları, yapı malzemelerinin geri dönüşüm potansiyeli hesaplanacaktır,

- 5) Yapı malzemelerindeki saklı enerji miktarı hesaplanacaktır.

Avrupa’da yeşil ekonomiye geçiş için düzenlemelerin hızlandırıldığı bu dönemde Avrupa Birliği aday ülkesi Türkiye’nin de mevzuat uyumlaştırma kapsamında gelecek dönemlerde yapı malzemelerinden kaynaklanacak atık oluşma hızının bilinmesi yapılacak düzenlemeleri ve politikaları belirleyecektir.

Doğal kaynaklardan metal ve mineral kaynakların en büyük tüketicisi durumunda olan bina ve altyapı sistemlerinin bünyesinde barındırdığı ve ömrü sonunda atık ve/veya kaynak olacak metal ve mineral kaynakların miktarı ayrıca oluşacak piyasasının ve yeniden üretim zincirinin kapasitesinin de belirleyicisi durumundadır. Sonuçta elde edilecek atık projeksiyonu bu açıdan önemli bir veridir.

Çalışmamızın birinci bölümünde, seçilen alanın Ankara içindeki yeri ve özelliği ile coğrafi bilgileri ve neden seçildiği detaylı bir biçimde anlatılmıştır.

Çalışmamızın ikinci bölümünde, bina alanlarını belirlemede kullanılan yöntemler ve materyaller açıklanmıştır. Bina alanlarını belirlemek için daha çok haritacıların kullandığı NETCAD yazılımı öğrenilmiştir. NETCAD yazılımı ile elde edilen materyaller üzerinde çalışılırken karşılaşılan ve konunun anlaşılması için önemli olduğu değerlendirilen terimler açıklanmıştır.

Çalışmamızın üçüncü bölümünde; elde edilen bina alanları yapı türlerine göre ayrı ayrı çizelgelerde gösterilmiştir. Ortofoto haritalardan binaların yapı türlerine ayrılması için bu konuda uzman İnşaat Mühendisi ile çalışılmıştır.

Çalışmamızın dördüncü bölümünde; hizmet alımı yolu ile İnşaat Mühendislerine yapı türüne göre malzeme kompozisyonları belirleme çalışması yaptırılmıştır.

Bina yapımında kullanılan malzemeler; Çimento, İnce agrega, İri agrega, Alüminyum, PVC, Ahşap, Kurşun, Boya, Bakır, Mermer, Seramik, Lastik, İnşaat Demiri, ÇelikSt 37, Kireç, Alçı, Asfalt-membran, Kil(kiremit, tuğla), Camyünü, Bims(pomza), XPS-EPS-Strafor, Cam, Granittir. Bu malzemelerin bina yapımında yapı türüne göre inşaat alanı içinde kullanılma oranları ve tahmin çalışması hesaplama özeti tezde Ek olarak sunulmuştur.

Çalışma alanında tespit edilen bina türleri; kargir, betonarme ve cami olmak üzere üç temel gruba ayrılmıştır. Betonarme ve kargir binalar çatılarına göre; kiremit çatılı, membran çatılı ve çatısız olmak üzere kendi içinde ayrılmıştır.

Belirlenen bina alanları ile yapı türüne göre mevcut malzeme kompozisyonları kullanılarak, bina tipine göre toplam malzeme stokları hesaplanmıştır. Hesaplamalar 1998 ve 2015 yılı olmak üzere iki ayrı yıl için yapılmıştır.

Malzeme stoklarından Eryaman semtinin bağlı olduğu Etimesgut ilçesinin nüfus yoğunluğu dikkate alınarak Etimesgut ilçesi için SNK indikatörü elde edilmiştir.

Etimesgut ilçesi nüfus yoğunluğuna göre Ankara'nın 9 metropol ilçesi içinde 4. sıradadır. Etimesgut ilçesi için hesaplanan SNK indikatöründen nüfus yoğunluklarından doğru orantıyla Ankara için SNK indikatörü ton/kişi olarak tespit edilmiştir. SNK indikatörü verisi, literatürde yer alan dünyanın çeşitli şehirleri için hesaplanan verilerle kıyaslanmıştır.

Çalışmamızın beşinci bölümünde; binanın ömür devri tamamlanınca yapı malzemelerinden oluşacak atık miktarları geri dönüştürülebilirlik açısından değerlendirilmiştir. Mevcut malzeme stoğu verilerinden yapı malzemelerinin saklı enerji miktarı hesaplanmış ve literatürdeki verilerle kıyaslanmıştır.

1.2 Endüstriyel Ekoloji Kavramı

Büyümeye devam eden dünya ekonomisi, hammadde ve enerji kaynakları üzerinde yoğun bir tüketim baskısı ve beraberinde çevresel sorunların da artmasına neden olmaktadır.

Ülkelerin, ekonomik büyüme ve refahın sürdürülebilirliğinin yanı sıra uzun dönemde bu ekonomik faaliyetlerin çevreye olumsuz etkilerinin kontrol altına alınması ve doğal kaynakların muhafaza edilmesi konularında da daha etkin kararlar almaları gerekmektedir.

Nüfus artışına paralel olarak yaşam kalitesi sürekli artmakta bu nedenle dünyada üretime duyulan ihtiyaç da her geçen gün fazlalaşmaktadır. Bu ihtiyacın karşılanabilmesi için özellikle gelişmekte olan ülkeler tarafından doğal kaynak tüketimi

hızla artmakta, neticede sınırlı kaynakların tamamen tüketilmesi, yenilenebilir kaynakların ise kendini yenileyememesi gibi sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Bunun yanı sıra, kaynaklar tüketilirken önemli çevresel etkiler de yaratılmakta ve bu etkiler sonucu bozulan ekosistemin ekonomik ve sosyal maliyeti giderek büyümektedir.

Halihazırda bir çok ülkede doğal kaynakların sürdürülebilir ve etkin kullanımına yönelik, atık önleme, sürdürülebilir kaynak yönetimi, entegre ürün yönetimi vb. yaklaşımları içeren ulusal stratejiler geliştirilmiştir. Bugüne kadar uygulanmakta olan üretim sistemlerinin sürdürülebilir olmadığı anlaşıldığından doğadaki üretim ve ayrıştırma süreçlerinin anlaşılması ve model olarak kullanılması, üretime yönelik politikalarda ekonomik boyutun yanı sıra ekolojik boyutların da entegre edildiği yeni yaklaşımların getirilmesi zorunlu hale gelmiştir.

Doğadaki üretim sistemi tüm üreticilerin ve tüm tüketicilerin birbirini tamamladığı, hammadde ve enerji kaybının minimize edildiği bir sistemdir. Hammadde ve enerji akışı kapalı bir döngü halinde gerçekleşmekte ve tüm ürünler, atıklar ve yan ürünler yeniden üretim sistemine kazandırılmaktadır. Doğadaki bu felsefeyi endüstriye ve ekonomiye kazandırma çabası yeni bir kavramın doğmasını sağlamıştır. “Endüstriyel Ekoloji” kavramı, endüstriyel ve ekolojik çevre arasındaki etkileşimi temel alan, disiplinler arası bir çevresel ve ekonomik yaklaşım olarak gelişmektedir [7].

İlk olarak 1989 yılında gündeme gelen “ Endüstriyel Ekoloji” endüstri ile doğal yaşam ve ekolojik sistemler arasındaki analojiye dayanmaktadır ve birbirleri ile hem ekonomik açıdan hem de birbirlerinin ürün ve atıklarını (madde ve enerji) kullanmaları açısından ilişki içinde olan tüm endüstriyel prosesler ağını simgelemektedir.

1.3. Sürdürülebilirlik

Kırsal alanlardan kentlere göç, kalkınmakta olan bölgelerde gerçekleşmektedir. Artan dünya nüfusu ve ihtiyaçları ile küreselleşme doğal kaynaklar üzerindeki baskıyı günden güne daha da artırmaya başlamış, doğanın taşıma kapasitesi sınırlara dayanmış ve hatta aşılmıştır. Bu durum ekonomik kalkınmanın doğal kaynaklara yönelik ihtiyacını ve çevreyle olan bağlantısını gözler önüne sermektedir. Böylece kalkınmanın sürdürülebilirliği tartışılmaya başlanmıştır.

Sürdürülebilir kalkınma; mevcut jenerasyonun ihtiyaçlarının gelecek jenerasyonların kendi ihtiyaçlarını karşılama yeteneklerini kaybetmelerine neden olmaksızın karşılanmasını sağlayan kalkınma olarak tanımlanmaktadır [8].

Sürdürülebilirlik; kentsel-spesifik düşünce ve katılım olmaksızın gerçekleştirilemez. Sürdürülebilir şehrin özelliklerinden biri kent bölgesinde malzeme ve enerji akışından kaynaklanan atıkları kendi sınırlarının kapasitesini aşmadan imha etmesidir.

1.4. Kentsel Metabolizma Kavramı ve Çalışma Yaklaşımları

Kentsel bölgelerin sürdürülebilirlik düzeyinin izlenmesi ve iyileştirilmesi amaçlı çalışmalarda farklı kapsam, modeller ve göstergeler kullanılmaktadır. Bunlar arasında kentsel bölgeyi bir sistem olarak ele alarak kente girdi ve çıktılarını, birikimlerin değerlendirildiği ve yıllar bazında izlendiği “Kentsel Metabolizma” çalışmaları yer almaktadır [9].

Kentsel metabolizma kavramı, ilk olarak Karl Marx tarafından 1883 yılında, doğa ve toplum arasındaki malzeme ve enerji alışverişini açıklamakta kullanılmıştır.

Şehirleri canlı organizmalarla karşılaştırdığımızda, besinler ya da kaynaklar, metabolizma ve şehrin yaşamı için sisteme girmelidir. Şehir veya organizma tarafından tüketilen kaynaklar atıkları ve çevresel baskıları oluşturmaktadır. Oluşan atıklar yeniden kullanım ya da etkisizleştirme gibi yollarla metabolizmadan uzaklaştırılmazsa organizmalar ve onların ekolojik çevresinde çok önemli olumsuz etkileri olabilir. Çünkü şehirlerin yapay sistemleri, doğal organizmaların etkisizleştirme ya da yeniden kullanımından daha az etkili ve etkindir. Şehirler hızlı büyürse yönetimler çevresel kirlilik, ekolojik hasarlar başta olmak üzere birçok problemle karşı karşıya kalırlar. Bu problemlerin en önemli nedeni kentsel metabolizmanın bozulmasıdır. Kentsel metabolizma çalışmalarında kullanılan iki ana yaklaşım vardır: Enerji metodu ve Malzeme Akış Analizi (MAA İng. MFA).

1.4.1. Enerji Metodu

1970'lerde Howard Odum tarafından geliştirilen metotta kütle ve enerji akışı arasındaki kalitatif farklılığı gidermek için “enerji” tanımını oluşturmuştur. Bu metotta

biyofiziksel sistemde enerjinin , besinin ve atık hareketinin hesaplanmasında tek bir standart birim kullanılmıştır. Bu birim; solar emerji joule'dir.

1.4.2. Malzeme Akış Analizi

Baccini ve Brunner tarafından 1990'larda geliştirilmiştir. Sistem içine giren, sistemde belirli bir süre depolanan ve diğer sistemlere atık, kirlilik ve ihraç ürünleri olarak ortaya çıkan malzeme akışını ölçer.

Bu teknik, kentsel metabolizma çalışmalarında pratik ve kolay anlaşılır olması dolayısıyla ana metot olarak kabul görmüştür

Kentsel metabolizma konusunda ilk çalışmayı Wolman 1965 yılında hayali 1 milyon nüfuslu bir Amerika şehri için yapmıştır. Wolman tarafından oluşturulan tabloda; girdiler olarak su, yiyecek ve yakıt ihtiyaçları ton/gün biriminde, çıktılar ise giren metabolik ürünlerin katı atık miktarı ve hava kirliliği verileri olarak gösterilmiştir.

Çalışma sonucunda bulunan kişi başına ortalama günlük veriler, 1 milyon ile çarpılmak suretiyle toplam tüketim ve atık miktarları hesaplanmıştır [9].

1.5. Kentsel Metabolizma Çalışması Sonuçlarının Kullanım Alanları

Kentsel metabolizma çalışması sonuçları, şehir plancıları tarafından sürdürülebilirlik raporlama, kentlerin sera gazı emisyonlarının hesaplanması, kentsel alternatif politikaların analizi ve kentsel dizayn olmak üzere dört ana alanda kullanılır:

1.5.1. Sürdürülebilirlik İndikatörleri

Kentsel metabolizma; malzeme döngüsü, enerji kullanımının oranı, atık yönetimi konularında önemli veriler ortaya koyar. Şehirlerin sürdürülebilirlik seviyelerinin hesaplanmasında kentsel metabolizma modelinden elde edilen önemli veriler analiz edilerek kentsel çevrenin durumu ve sorunlu olan gidişat tespit edilebilir.

1.5.2. Kentlerin Sera Gazlarının Hesaplanması

Kentsel metabolizma sera gazı emisyonu seviyelerinin ölçümünde gerekliliği ispatlanmış bir araçtır. Çünkü çıkan atık ürünler, doğrudan insan tüketiminin sonucunda üretilirler. Bu model, niceliksel parametreler sağlayarak, sera gazı emisyonlarının artan seviyesi hakkında bilgi verir ve emisyon seviyesinin düşürülmesi için plan geliştirilmesini sağlar.

1.5.3. Kentsel Alternatif Politikaların Analizi

Malzeme Akış Analizi (MAA) metodu ile gerçekleştirilen modelde, şimdi ve gelecekte alt proseslerde, kentsel çevrede, malzeme birikimi ve akışı hesaplanabilir.

Malzeme birikiminin gelecekteki seviyeleri tahmin edilerek kirlilik önleme programları planlanabilir.

1.5.4. Kentsel Dizayn

Yukarıdaki üç uygulamanın kentsel metabolizmanın dizayn aracı olarak kullanımı ile daha yeşil sürdürülebilir altyapı oluşturulabilir.

Modellerin kullanımı, kentsel altyapı ve kentteki vatandaşların davranışları arasındaki ilişkinin fonksiyonel analizini sağlar [9].

1.6. Kentsel Metabolizma Hesaplamasında Kullanılan Yöntemlerin Detaylı Açıklaması

Endüstriyel ekoloji çerçeve çalışmasında, farklı ölçü ve boyutlarda, değişik yöntemler kullanılarak kentsel metabolizma anlaşılmaya çalışılır. Kullanılan 4 yöntem aşağıda açıklanmıştır:

- 1.Malzeme Akış Analizi (MAA)
- 2.Ekonomik Input-Output tablosu (İng. EIOT)
- 3.Ekolojik Ayakizi (İng. EF)
- 4.Yaşam Döngüsü Analizi (İng. LCA)

1.6.1. Malzeme Akış Analizi

MAA metodolojisi, belirli periyotta sisteme giren, sistemde biriken ve sistemden ayrılan malzeme akışını karakterize eder. Sistemin sınırları bir bölge, ülke ya da bir şehir olabilir.

1.6.2. Ekonomik Input-Output Tablosu

EIOT metodu; bir ülke ya da bölge için farklı sektörlerin ticaret verilerine dayalı oluşturulan girdi çıktı tablolarının kullanıldığı metottur. Wassily Leontief tarafından geliştirilen matriks hesabına dayanan metot, sahibine, ekonomi dalında 1973 yılında Nobel ödülünü kazandırmıştır.

1.6.3. Ekolojik Ayak İzi

Ekolojik ayak izi MAA araçlarından biridir. Toplumun tüketimi için üretilen bir ürün için gerekli olan biyolojik verimli arazi miktarının hesaplanmasıdır. Çevresel problemlerin çözümü için yerel yönetimlere güçlü bir argüman sağlar.

1.6.4. Yaşam Döngüsü Analizi

Bir ürünün ya da servisin üretilirken ve ömrü boyunca yarattığı çevresel etkilerin değerlendirilmesi için bilgi toplanmasıdır. LCA metodolojisinde ürün ömrü hammadde çıkarımı ve enerji üretimi, pazarlama, satış, dağıtım, kullanım ve ömrü tamamlanınca işlenmesini, son kullanımını gösterir [10].

Bu çalışmada kullanılacak metod, Malzeme Akış Analizi metodu olduğu için bir sonraki kısımda MAA daha detaylı açıklanmıştır.

1.7. Malzeme Akış Analizi Metodu

Dünyanın bir çok farklı kentsel bölgesi için gerçekleştirilmiş metabolizma çalışmalarında en fazla malzeme akış analizi yöntemi kullanılmıştır. Malzeme akış analizi metabolizma çalışması için gerekli verilerin farklı kaynaklardan toplanması ve hesaplamalar sonucunda MAA göstergelerinin belirlenmesi yöntemidir. Bu göstergeler Çizelge-1’de açıklanmıştır.

Göstergelerin kısa tanımı aşağıdaki gibidir:

Direkt Malzeme Girdisi (DMI)

Doğal kaynaklar ve malların işlenmek üzere ekonomiye girmesidir.

İndirekt Akış/Gizli Akış/Dolaylı Akış (HF)

Kullanılmayan malzemeler ile çıkarılan hammaddelerin birleşerek yerel ve sınır dışına akışıdır;

- a- Doğal çevreden kullanılmak üzere çıkarılan ama ekonomide kullanılmadan kalan malzemeler (ihtiyaç fazlası yeraltından çıkarılan malzemeler ve topraktan inşaat sırasında çıkarılan mineraller)
- b- İthal ürünler ile birleşen kaynak ihtiyacı (ithal edilen kaynaklara ulaşabilmek için sınır dışından satın almak)

Çizelge 1.Malzeme Akış Analizi (MAA) göstergeleri

İndikatörün sembolü	İndikatörün ismi	Hesaplama formülü
Girdi (input) DMI	Direkt malzeme girdisi	$DMI = \text{Yerel ham maddeler} + \text{İthalat}$
TMR	Toplam malzeme ihtiyacı	$TMR = DMI + HF$
HF	İndirekt/dolaylı akış, gizli akış	$HF = \text{Yerel indirekt akış} + \text{İthalattan gelen indirekt akış}$
Çıktı(output) DPO	Yerel proses çıktısı	$DPO = \text{Emisyonlar} + \text{Atıklar}$
DMO	Yerel malzeme çıktısı	$DMO = DPO + \text{İhracat}$
TDO	Toplam yerel çıktı	$TDO = DPO + \text{İndirekt yerel akış}$
TMO	Toplam malzeme çıktısı	$TMO = TDO + \text{İhracat}$
TüketimDMC	Yerel malzeme tüketimi	$DMC = DMI - \text{İhracat}$
TMC	Toplam malzeme tüketimi	$TMC = TMR - \text{İhracat} - \text{İndirekt ihracat akışı}$
Denge SNK	Malzeme stoğu	$SNK = DMI - DPO - \text{İhracat}$
PTD	Fiziksel ticaret dengesi	$PTB = \text{İthalat} - \text{İhracat}$

Toplam Malzeme İhtiyacı (TMI)

Ekonomi içinden geçecek toplam malzeme hacmini gösterir. Bu miktar aynı zamanda, atık ve emisyon oluşumuna neden olacak miktardır.

Yerel Proses Çıktısı (DPO)

Yerel ekonomide ürünlerin işlenmesi, üretimi, kullanımı ve imha edilmesi sırasında ekonomik üretim-tüketim zincirinde yerel çevreye bırakılan toplam malzeme miktarıdır.

Toplam Yerel Malzeme Çıktısı (TDO)

Yerel indirekt akışı içerir, direkt ve indirekt ekonomik aktiviteler nedeniyle yerel çevreye çıkan toplam malzeme miktarını gösterir.

Yerel Malzeme Tüketimi (DMC)

Ekonomide direkt tüketilen malzemenin toplam miktarıdır. Diğer bir deyişle yıllık olarak malzeme akışından yerel ekonomide malzeme stoğu (SNK) olarak kalan ya da malzemelerin kullanımı sonucu doğaya bırakılacak olan malzemelerin toplam miktarıdır. $DMC=SNK+DPO$

Malzeme Stok Miktarı (SNK)

Ekonomik sistem içinde yıllık biriken/depolanan malzeme miktarını gösterir. Söz konusu bölgenin ekonomisinin fiziksel büyüme hızının bir ölçüsüdür. Örneğin; binalar, altyapılar, araba, makineler gibi dayanıklı tüketim malzemelerinin toplamıdır.

Fiziksel Ticaret Dengesi (PTB)

Ekonomide fiziksel ticaret dengesinin eksik ya da fazla olmasıdır. Yani ithalatın ihracatı karşılama oranı da denebilir. Şöyle ki; bir bölgenin ihracatı ithalatını aşarsa, yerel malzeme tüketiminin yerel kaynaklara ya da ithalata dayalı olduğu anlaşılabilir [10].

Çalışmamızda Ankara'nın Eryaman Bölgesi için, Malzeme Akış Analizi yöntemi kullanılarak binalardan kaynaklanan malzeme miktarı belirlenerek, Stoğa Net Katkı (SNK) indikatörü hesaplanacaktır. Belirlenen malzeme stok miktarının geri dönüşüm oranı araştırılacaktır.

1.8. Yapı Malzemeleri İnşaat Atıkları

İnsan nüfusunun artması, yaşam standartlarının değişimi ve sosyoekonomik yapıdaki değişimler, atıkların artmasına ve atığın da içeriğinin çeşitlenmesine neden olup, atığın kontrol ve yönetimini zorlaştırmaktadır.

Günümüz toplumlarının en önemli sorunlarından birisi katı atıkların kontrol ve yönetimidir. Uygun atık yönetim sistemleri uygulanmadığı takdirde, katı atıkların %13 ile %30 arasındaki kısmını oluşturan inşaat atıkları, çevre sağlığı açısından ciddi tehdit oluşturmaktadır.

İnşaat sanayi ile ilgili olarak Hafriyat Toprağı İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği'ne (18 Mart 2004) göre inşaat atıkları; asfalt atığı, hafriyat toprağı, yıkıntı atıkları, inşaat atıkları olmak üzere 4 ana başlıkta açıklanmıştır. Bunlar;

Asfalt Atığı: Yol, havaalanı pisti ve benzeri yapıların tamirâtı, tadilatı, yenilenmesi ve yıkımı sırasında ortaya çıkan ve bünyesinde asfalt, zift, doğal polimer ve benzeri malzeme bulunan atıklar,

Hafriyat Toprağı: Herhangi bir inşaat öncesinde arazinin hazırlanması aşamasında yapılan kazı faaliyetleri sonucunda oluşan toprak,

İnşaat Atıkları: Yol, köprü, bina gibi alt ve üst yapıların yapımı esnasında ortaya çıkan atıklar,

Yıkıntı Atıkları: Yol, köprü, bina gibi alt ve üst yapıların onarımı, bakımı, yenilenmesi, yıkımı veya doğal bir afet sonucunda bu yapılardan ortaya çıkan atıklar olarak belirtilmiştir.

Türkiye'de her yıl 125 milyon ton inşaat kazı çalışmaları sonucu oluşan hafriyat toprağı geri kazanım çalışmaları kapsamında değerlendirilmektedir.

İnşaat atıkları; yapılara uygulanan inşaat sistemine ve kullanılan malzemelerin türüne göre değişmekle birlikte genel olarak şu malzemeleri içermektedir; beton, elektrik hatlarının kabloları ve korumaları, sıva, alçı kartonpiyer, tuğla, kiremit, briket, ahşap içerikli malzemeler, cam, metal parçaları, , plastik ve türevleri, , plastik veya beton borular [11].

1.9. Geri Kazanılabilen Yapı Malzemeleri ve Kullanım Yerleri

Yapıların malzeme kompozisyonlarını oluşturan malzemelerinden beton, demir, tuğla, kiremit, mermer, seramik, ahşap, cam, PVC esaslı malzemeler, alüminyum, yalıtım malzemeleri, duvar kağıdı ve metaller geri dönüştürülebilir veya geri kazanılabilir malzemelerdir.

Beton, demir gibi yabancı maddelerden arındırıldıktan sonra, parke taşı, dolgu malzemesi, yol yapımında alt yapı malzemesi, kırma taş olarak kullanılabilir.

Demir, eritilip tekrar şekil verildikten sonra kullanılabilir.

Tuğla ve kiremit atıkları, tuğla yapımında, yol zemin alt katmanında, drenaj malzemelerinde kullanılabilir.

Mermer parçaları; beton ve asfalt karışımlarında dolgu malzemesi, agrega, mermer tozu ise asfalt ve beton harcında ve zemin iyileştirmelerinde katkı malzemesi olarak kullanılabilir.

Seramikler içerdiği kimyasalların cinsine göre beton ve tuğla ile geri dönüşüme girebildiği gibi çeşitli katkıları eklenerek tekrar yoğurulabilir.

Bozulmamış ahşap atıklar atık olmadan önceki malzemeye benzer bir malzemenin üretiminde kullanılabilir ya da atık yonga levha olarak işlenebilir. Ahşap atıklar olduğu ağacın cinsine göre kâğıda dönüştürülebilir. Geri dönüşemeyecek durumdakiler, yakılarak geri kazanılmaktadır.

Pencerelerde kullanılan camların geri dönüşümü uygulama zorluğu nedeniyle yaygın olarak kullanılmamaktadır. Kırılan cam parçaları, yol kenarlarındaki yansıtıcı boyalarda, peyzaj elemanlarında ve dekoratif uygulamalarda kullanılabilir.

Polivinilklorür (PVC) esaslı malzemeler cinsine göre sınıflandırılarak ufak parçalara bölünerek yıkanıp kurutulmaktadır. Atık plastik malzemeler, eritilebildiği gibi daha kaliteli bir plastik elde edilebilmesi için orijinal hammadde ile de karıştırılıp eritilebilmekte ve özelliğini kaybetmemiş plastik elde edilebilir.

Alüminyum atıklar tamamen geri dönüştürülebilir niteliktedir.

Duvar kâğıtlarının geri dönüşümü üzerindeki kimyasal atıklar nedeniyle zor olmaktadır. Kimyasallardan arındırıldıktan sonra kâğıt olarak yeniden kullanılabilir.

Tavan yalıtımında kullanılan membranlar parçalandıktan sonra ezilip yeniden üretime girebilmekte ve asfalt yapımında kullanılabilir. Ayrıca, yakıt olarak kullanılarak geri kazanım sağlanabilir.

Tamamen geri dönüşebilen ekspande polistren köpükler (EPS) parçalanıp sıkıştırıldıktan sonra yalıtım malzemesi olarak ayrıca sentetik ahşap, cd, videokaset, saksılar ve elbise askıları gibi ürünlerde hammadde olarak kullanılabilir.

Atık ekstrude polistren köpükler (XPS), tekne ırtımlarında, banklarda ve çitlerde hammadde olarak kullanılabilir. Geri dönüştürülemez durumda olanlar ise yakılarak geri kazanılmaktadır [12].



2. LİTERATÜR ÖZETİ

Kentsel metabolizma konusunda ilk çalışmayı Wolman 1965 yılında hayali 1 milyon nüfuslu bir Amerika şehri için yapmıştır. Oluşturulan tabloda; girdiler olarak su, yiyecek ve yakıt ihtiyaçları ton/gün biriminde, çıktılar ise giren metabolik ürünlerin katı atık miktarı ve hava kirliliği verileri olarak gösterilmiştir.

Çalışma sonucunda bulunan kişi başına ortalama günlük veriler, 1 milyon ile çarpılmak suretiyle toplam tüketim ve atık miktarları hesaplanmıştır. 1 milyon nüfuslu hayali Amerika şehri için günlük, 150 galon (1.250 pound) su, 4 pound yiyecek ve 19 pound yakıtın kullanıldığı, atığa dönüştürüldüğünde 120 galon lağım suyu, 4 pound çöp (katı atık) ve 1,9 pound hava kirliliği oluşturduğu bulunmuştur [13].

Zhang makalesinde kentsel metabolizma çalışmalarının metodolojilerini derlemiştir. Kentsel metabolizma çalışmaları genellikle sistem analizi yaklaşımını benimsemiştir, çünkü etkin bir yol olan bu yaklaşım kent sisteminin enerji verimi, malzeme geri dönüşümü, atık yönetimi ve altyapı karakterisitiklerini öğrenmemizi sağlar. Etkin bir yoldan kastedilen giren enerji, su, yiyecek ve diğer malzemelerin ve çıkan atıkların miktarını belirlemektir. Bu veriler; kent sisteminden potansiyel geri dönüşebilir yiyecek, su, enerji ve malzemenin miktarının belirlenmesinde kullanılabilir.

İlk kentsel metabolizma çalışmalarında araştırmacılar; malzeme akışı metodu ile onun sonuçlarını birçok şehrin dizaynı ve yönetimi için adapte etmeye çalışmışlardır. Bu çalışmaların yapıldığı şehirler; Tokyo, Brüksel, Sidney, Toronto, Trinket adası, Viyana, Budapeşte, Lizbon, Los Angeles, Palermo, Manchester, Pittsburg, St.Gallen, Hamburg, Taipei, Singapur, Limerik, Handan, Paris, Nantong, Tianjin, Dalian, Suzhou, Guiyang, Changzhou, Linköping, Tipperory, Shenzhen, Shanghai'dir. Araştırmacılar çalışılan şehrin sonuçlarını aynı ülkenin diğer şehirleriyle ve dünyadaki diğer yerlerle kıyaslamışlardır. Bu karşılaştırmalar dünyadaki 25 büyük şehri, 5 kıyı şehri, 8 şehir, 19 tipik Çin şehri, 79 İrlanda şehri, Avrupa şehirlerini, 34 Çin şehri içerir. Böyle karşılaştırmalar kaynak ve çevre yönetimi için etkili bir araç sunar. Kaynak kullanımını verimli olmasını sağlar ve etkili kaynak ve çevre yönetimi politikaları geliştirmeye katkıda bulunur [14].

Enerji metabolizması çalışmalarında Haberl (1997) öncü olmuştur. Haberl metabolik araştırmaların enerji akış analizi içerirse çok detaylı bir şekilde kentsel metabolizmayı anlamayı sağlayacağını göstermiştir. Haberl, malzeme akış analizinde kullanılanlara benzer göstergeler önererek malzeme akışları için analitik çerçeveyi değiştirdi. Bu modifiye yaklaşımla, enerji metabolik metodunu kurmuştur, bu çalışmanın gerçekleştirildiği alanlar; Ann Arbor, Avusturya, 15 Avrupa ülkesi, Çek Cumhuriyeti, Viyana'dır.

Enerji akışı çalışmalarının sonucunu temel alarak bazı araştırmacılar; ekolojik enerji metabolizmasını emerjiyi baz alıp sistemde yer alan saklı enerjiyi göstermiştir. Emerji hesabının avantajı, her bir akışa karşılık gelen bütünleşik bir analiz oluşturmak için, farklı seviyelerdeki ölçümlerle malzemelerin akışını farklı ölçüm birimleriyle birleştirmelerini sağlamasıdır.

Enerji yaklaşımında, araştırmacılar tüm akışları birleşik bir nesnel fonksiyona dönüştürerek malzeme ve enerji akışlarını hesaba katmakta ve bu entegre akışları sosyoekonomik sistemlerin metabolizmasını analiz etmek için kullanılmaktadırlar. Bu yaklaşımla çalışma yapılmış alanlar; Miami, Castelnouo Berarderga, Tapei, Beijing, Macao, 31 tipik Çin şehri, Wujishan ve Guangzhou'dur.

Malzeme ve enerji akış analizi için en önemli zorluklar, sonuçlarla sistemin sürdürülebilirliğinin yargılanamayacağı ve sürdürülebilirliğin sadece farklı mekânsal birimlerin bir yatay karşılaştırması ve farklı zamanların dikey bir karşılaştırmasına dayanılarak değerlendirilmesidir. Bu nedenle, sürdürülebilirlik derecesini yargılamak ve sürdürülebilirlikteki değişimleri değerlendirememek, bir sistemin ekolojik sürdürülebilirliğini değerlendirmek için kullanılabilecek ekolojik ayak izi metodu gibi alternatiflerle karşılaştırıldığında malzeme akış analizi ile enerji akış analizinde önemli bir eksiklik vardır. Bazı araştırmacılar kentsel metabolizmayı ekolojik ayak izi metodunu kullanarak karakterize etmişlerdir. Bu metod, tüketimi arazi kullanımıyla ilişkilendiren bir matrise dayanarak, kentsel alandaki metabolizmayı, her bir arazi alanının bir ya da daha fazla kaynak temin etme yeteneği ve her bir arazi alanı üzerindeki baskısını desteklediği tüketim etkinlikleri ile analiz etmiştir. Bu yaklaşımı içeren çalışmalar Liverpool, Londra, Cape Town, Cardiff ve Paris için yapılmıştır [14].

Dünyanın farklı şehirlerinde farklı yaklaşımlarla kentsel metabolizma çalışmaları yürütülmüştür. Holmes tarafından kentsel metabolizma çalışmaları ve bu çalışmaların kullandığı yöntemler detaylı bir şekilde özetlenmiştir (Çizelge 2). Çalışmada, kentsel metabolizma literatüründe yer alan kavramsal ana modellerin Enerji ve Kütle akışı olduğu belirtilmektedir. Bu iki metodla yapılan çalışmalar özetlenmiş ve Toronto ile Hong Kong için yapılan kentsel metabolizma çalışması sonucu bulunan veriler kıyaslanmıştır.

Ayrıca kentsel metabolizma çalışması yapılmış şehirlerden, Sidney, Viyana, Hong Kong, Toronto, Londra, Cape Town, Los Angeles için, elde edilen verilerden yıllık üretilen katı ve sıvı atık, yıllık enerji sarfiyatı, CO₂ üretimi gibi değerler kıyaslanmıştır. Yıllık enerji sarfiyatında 268 GJ ile Los Angeles (1990) başta gelmiştir, aynı yılda Sidney 114 GJ/yıl enerji tüketmiştir [15].

Çizelge 2.Kentsel metabolizma çalışmalarının kronolojik olarak gösterimi (15 nolu kaynaktan uyarlanmıştır)

Yazar(yıl)	Çalışılan şehir ya da bölge	Çalışma yöntem detayları
Wolman (1965)	Hayali 1 milyon nüfuslu Amerika şehri	-
Zucchetto (1975)	Miami	Enerji yaklaşımı
Stanhill(1977); Odum(1983)	Paris(1850)	Enerji yaklaşımı
Hanya ve Ambe (1976)	Tokyo	-
Duvigneaud ve Denayeyer-De Smet(1977)	Brüksel	-
Newcombe ve ark.(1978); Boyden ve ark.(1981)	Hong Kong	-
Giradet(1992)	-	Şehirlerin gelişimiyle ilgili ile sürdürülebilirliği arasında bağlantı araştırılmıştır.
Bohle (1994)	-	Gelişmiş şehirlerin yiyecek bazında metabolizmasını kritik etmiştir.
Nilson(1995)	Gavle, İsveç	Fosfor bütçesi
Baccini(1997)	Swiss Lowlands	-

Huang(1998)	Taipei	Emerji yaklaşımı
Newmann(1999); Newman ve ark. (1996)	Sidney	Yaşanabilirlik ölçümleri
Stimson ve ark.(1999)	Brisbane ve Southeast Queensland	Kentsel metabolizma çalışmasını yaşam kalitesi ile ilişkilendiren çerçeve çalışması
Hermanowicz ve Asano(1999)	-	Su akışı
Hendriks ve ark. (2000)	Viyana ve Swiss Lowlands	-
Warren-Rhodes ve Koenig (2001)	Hong Kong	-
Baker ve ark. (2001)	Phoenix ve Arizona merkezi	Azot dengesi
Sörme ve ark. (2001)	Stokholm	Ağır metaller
Sviden, J. Ve A.Jonsson (2001)	Stokholm	Cıva akışı
Obemosterer veBrunner (2001)	Viyana	Kurşun akışı
Farge ve ark. (2001)	Bangkok	Azot ve fosfor akışları
Chartered Institute of wastes management(2002)	Londra	-
Gasson (2002)	Cape Town	-
Barrett ve ark.(2002)	York, BK	Malzeme akışı
Obermosterer (2002)	-	Metallerin akışı
Sahely ve ark. (2003)	Toronto	-
Emmenegger ve ark. (2003)	Geneva	-
Burstrom ve ark. (2003)	Stokholm	Azot ve fosfor
Gandy (2004)	-	Su akışı
Lennox ve Turner (2004)	-	Çevre raporunun durumu
Hammer ve Giljum (2006)	Hamburg, Viyana ve Leipzig	Malzeme akışı
Kennedy ve ark. (2007)	-	Metabolizma değişimini gözden geçirme
Schulz (2007)	Singapur	Malzeme akışı
Barles (2007a)	Paris	Gıda metabolizmasında azotun tarihsel çalışması
Forkes (2007)	Toronto	Gıda metabolizmasında azotun akışı
Zhang ve Yang (2007)	Shenzhen, Çin	Eko-verimlilik ölçümü geliştirme

Ngo ve Pataki (2008)	Los Angeles	-
Chrysoulakis (2008)	-	EU 7 çerçevesi altında yeni proje
Schremmer ve Stead (2009)	-	EU 7 çerçevesi altında yeni proje
Barles (2009, 2007b)	Paris	Paris merkezi, etrafı ve bölgesinin analizi
Yan ve ark. (2009)	Beijing	Emerji yaklaşımı
Niza ve ark. (2009)	Lisbon	Malzeme akışı
Deilmann (2009)	-	Şehir yüzeyi ve metabolizma arasındaki ilişki çalışılmış
Baker ve ark. (2009)	-	Su akışı
Browne ve ark.(2009)	Limerick, İrlanda	Metabolik verimsizliğin ölçümünü geliştirme

Bir başka çalışmada Paris için yapılmıştır. Malzeme dengesinde kullanılacak verilerin bir kısmı bölgesel veriler olduğundan, çalışmayı Paris bölgesi, Paris yakın çevresi ve Paris olmak üzere üç bölge için gerçekleştirmiştir. Hesaplanan MAA indikatörleri bu üç bölge için kıyaslanmıştır.

MAA analizi sonucu indikatörlerden hesaplanan SNK değeri 3.100 kiloton bulunmuştur. Bu değer 2003 yılı Paris nüfusuna (2.166.000 kişi) bölünmesiyle SNK indikatörü Paris için 1,4 ton/kişi olarak bulunmuştur. Değerin düşük olması iki nedene bağlanmıştır; birincisi Paris bina yenileme çalışmalarının çok yavaş yapıldığı bir yerdir, malzeme stoğu açısından doymuş bir şehirdir. İkincisi SNK'ı hesaplamada kullanılan indikatörlerin içerdiği verilerin ölçüm belirsizliğinin yüksek olmasıdır.

Yerel Malzeme Tüketimi (DMC) indikatörünün hesaplanması için bölgelere ait DMC'nin alt kategorileri olan mineraller, gübreler ve kimyasal ürünler, tarımsal ürünler ve gıdalar, inşaat malzemeleri, fosil yakıtlar ve ürünler için veriler toplanmış ve irdelenmiştir. Gıda ürünleri tüketiminin Paris merkezindeki çalışma saatlerinde nüfus yoğunluğu yüksek olduğu için yüksek olduğu vurgulanmıştır. DMC:5 ton/kişi olarak hesaplanmıştır. Paris DMC indikatörü 2001 yılında Viyana, ,Hamburg için yapılan çalışmalarla karşılaştırılmıştır. Viyana, Hamburg ve Paris kent merkezi için sırasıyla DMC; 5, 8,2, 5 ton/kişi olarak bulunmuştur. Paris ve diğer şehirler kıyaslandığında; nüfus yoğunluğu bakımından Paris diğer şehirlere göre kalabalık olduğu halde DMC

değerinin düşük olduğu görülmüştür. Düşük DMC değeri yorumlandığında Paris'in malzeme doygunluğuna ulaştığı yorumu yapılmıştır. Hamburg'un diğer iki şehre göre yüksek DMC değeri ise şehrin büyük bir liman olmasına bağlanmıştır [16].

Lizbon için gerçekleştirilen çalışmada MAA metodu kullanılarak indikatörler hesaplanmıştır. SNK indikatörü için hesaplanan stoklanan malzeme miktarının 8,849 megaton olduğu görülmektedir. Bu değerinde sadece binaların malzeme stok değeri 7,158 megaton'dur. Bu çalışmanın 2004 yılı Lizbon malzeme akış analizi verilerinden hesaplandığı düşünülürse binaların malzeme stok değeri, o yılın Lizbon şehri nüfusuna (560.000 kişi) bölerek SNK indikatörünün 12,8 ton/kişi bulunmaktadır [17].

Lizbon için gerçekleştirilen bir diğer çalışmada yerel malzeme tüketimi, DMC indikatörünün alt malzeme kategorilerini detaylandırılarak matriks hesaplamaları yapılmıştır.

DMC indikatörü alt kategorileri; yapılan başka bir çalışmada biyokütle, fosil yakıtlar, metaller, mineraller, kimyasallar ve gübreler, diğer olmak üzere 6 sınıfa ayrılmıştır. Daha sonra 6 ana kategori kendi içinde detaylandırılmıştır. Örneğin; Fosil yakıtlar alt kategorisi; düşük kül içeren yakıtlar, yüksek kül içeren yakıtlar, plastikler ve kauçuklar, yağlar ve çözücüler olarak sınıflandırılmıştır.

Ürünlerin kullanıldığı ekonomik sektörler, ürünlerin kullanım ömrü ve malzeme içeriği 3 adet matriks kullanılarak hesaplamaya dahil edilmiştir. 2003-2009 dönemini kapsayan zaman diliminde Lizbon için DMC indikatörü fosil yakıtlar, metaller, metal olmayan mineraller, biyokütle (ormancılık, hayvansal ürünler), kimyasallar ve gübreler, diğer olmak üzere öncelikle 6 ana kategoriye, ana kategorilerde kendi içinde bölünerek malzeme tüketimi toplam 28 alt kategori için gösterilmiştir. Bu alt kategorilere birkaç örnek verirse; fosil yakıtlar; plastik ve kauçuklar, yağlama yağları ve yağlar vb. detayında, metal olmayan mineraller; kum, çimento, kil, taş ve diğer detayında verilmiştir. Lizbon şehrinin 2003 ve 2009 yılları arasındaki hesaplanan DMC değeri 22,5 milyon ton ile 30 milyon ton arasında değişmektedir. Toplam DMC miktarının %45'i direkt tüketilmektedir.

Lizbon'un 2005 yılı malzeme dengesi; tüketim, stokta değişim ve çevreye atıklar olarak verilmiştir. Metal olmayan malzemeler; giren tüketim malzemelerinin %50'sini stokta biriken malzemenin ise %80 den fazlasını oluşturmaktadır.

Lizbon 2005 yılı DMC tüketim miktarları ekonomik aktivitelere ve belediyelere ayrılmış şekilde bir tablo halinde verilmiştir. Bu tabloda ayrıca DMC değerleri nüfusa oranlanmış şekilde verilmiştir. Belediyeler arası DMC değerlerinden 3,3 ton/kişi Moita en düşük, 26,2 ton/kişi Palmela en yüksek DMC değerine sahiptir.

Lizbon için bulunan yerel malzeme tüketimi (DMC) Biyokütle, Fosil yakıtlar, Mineraller (metal ve metal olmayan) tanımlanamayan malzemeler detayında verilmiş, Londra, Hamburg, Viyana ve York için bulunan değerlerle kıyaslanmıştır. Tabloda 5 şehir için yıllık malzeme tüketimi miktarlarının ortalaması alınarak çalışmaların biyokütle, fosil yakıtlar, mineraller ve tanımlanamayanlar başlığı altında ortalama değeri bulunmuştur. Lizbon için hesaplanan biyokütle değeri ortalama 2,12 ton/kişi, ort. 1,59 ton/kişi.) Ayrıca fosil yakıtlar tüketimi ortalama değerden düşüktür. (Lizbon 1,84 ton/kişi, ortalama 2,81 ton/kişi) Lizbon'un fosil yakıt tüketiminin az olması daha çok geçiş ekonomisine sahip olduğundan metal olmayan mineral malzeme tüketiminin fazla olması ile açıklanmıştır. Almanya, İngiltere gibi güçlü ekonomiye sahip yerlerde fosil yakıt tüketimi fazladır.

Toplam DMC indikatörü Lizbon (2005) 10,4 t/kişi, York (2000) 11,94 t/kişi, Londra (2000) 8,47 t/kişi, Hamburg (2001) 12,1 t/kişi, Viyana (2003) 9,2 t/kişidir [18].

Japonya için Daigo ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada çelik stoğu araştırılmıştır. 1980 ile 2000 yılları arasında Japonya'daki çelik miktarı talebi ve üretimden oluşan atık miktarı araştırılmıştır. Çalışmada, kullarımdaki stok, kesin stok ve toplam stok terimleri tanımlanmıştır. Halen toplumun kullarımda yer alan malzemelere "kullarımdaki stok", yapı inşaatında kullarılmış ve depolama alanına gönderilen malzemeler kesin stok, kesin ve kullarımdaki stoğun toplamına toplam stok ifadeleri kullarılmıştır. Çelik kullarılan yerler ve kullarıldığı yere göre ömür devri belirlenmiştir. 2000 yılında Japonya'da toplam çelik stoğu 1,2 milyar ton belirlenmiş, 0,9 milyar tonu kullarımdaki stok miktarı olarak gösterilmiştir.

Japonya için yapılan çalışmada bulunan değerler yorumlandığında, 1980 ile 2000 yılları arasındaki kullanımdaki stok ve toplam stok arasındaki değişim hesaplandığında yıllık 20 ila 30 milyon ton arasında değişimin olduğu görülür. 1980 den itibaren kesin stok miktarındaki artış hızı yıllık 10 milyon tondur. 2000 yılında hesaplanan kesin çelik stoğu miktarının 0,3 milyar ton olduğu düşünülürse ve artış aynı hızla devam ederse 2020 yılında Japonya'da kesin çelik stoğunun 0,5 milyar ton'a ulaşacağı tahmin edilebilir [19].

İsveç'te yer alan üç metropoliten şehrin SNK indikatörünü MAA yöntemi ile belirlenmiştir. SNK için ömrü 1 yıldan fazla olan tüketim malzemeleri ifadesi kullanılmıştır. 2011 yılı için SNK indikatörü Stokholm 7,4 ton/kişi, Goteburg 8,06 ton/kişi, Malmo 7,95 ton/kişi olarak belirlenmiştir.

İsveç'te yer alan üç metropol şehir olan Stokholm, Goteburg, Malmo için MAA metodu ile kentsel metabolizma çalışması gerçekleştirilmiştir. MAA indikatörleri biyokütle, fosil yakıtlar, metaller, mineraller, kimyasallar ve gübreler, diğer olmak üzere 6 alt kategoride hesaplanmıştır.

Kentsel metabolizmanın 8 ana karakteristiği tanımlanmıştır. Bunlar; ihtiyaçlar, stok, proses çeşitliliği, kendine yetebilme, etkinlik, bağımsızlık, dış sistemlere destek verebilme, çevreye etkidir. Hesaplanan MAA indikatörleri ile 8 kentsel metabolizma karakteristiği arasındaki ilişki ortaya konulmuştur. Stokholm, Goteburg ve Malmo için kentsel metabolizma karakteristikleri yorumlanmıştır. Örneğin; Stokholm değerleri diğer iki şehirle kıyaslandığında dışa bağımlılığının daha az olduğu görülmektedir. Malmo'nun malzeme ihtiyacı özellikle bina inşaatı malzemesi diğer iki şehre göre fazladır. Goteburg'a malzeme girişi, üretim fazladır. Bu da karbondioksit emisyonu miktarını artırmaktadır [20].

Bu çalışmada, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) verisi ile doğrudan SNK hesaplama hedeflendiğinden literatürde CBS verileri kullanılarak yapılan çalışmalar bir sonraki kısımda ayrıca detaylı olarak açıklanmıştır.

Kentsel Metabolizma Çalışmasını Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) Verilerinden Yararlanılarak Gerçekleştirilen Çalışmalar

Avusturya, Belçika, Almanya, Danimarka, Fransa, Hollanda, İtalya, Lüksemburg, Malta başta olmak üzere Avrupa'nın 25 ülkesini içeren, CBS verileri ve istatistiki veriler kullanılarak 2004-2009 dönemini kapsayan malzeme stoğu hesabı için bir model çalışması gerçekleştirilmiştir. Metal olmayan minerallerin stoğu ve akışı, binalar, yollar ve tren yollarında, hesaplamak için bir model geliştirilerek gösterilmiştir.

Ülkelerdeki bina sayısı, yolların ve tren yollarının km'si, malzeme yoğunluğu, yıllara ve ülkelere göre çeşitli kaynaklardan derlenmiştir. 25 Avrupa ülkesinde 72 adet bina tipi, 4 yol ve 2 tren yolu tipi için değişen malzeme kompozisyonuna göre malzeme stoğu hesaplanmıştır. 25 ülkede 2009 yılı için metal olmayan minerallerin stok miktarı yollarda 39 milyar ton, tren yollarında 1 milyar ton, binalarda 35 milyar ton hesaplanmıştır. Ortalama kişi başına stok yollarda 128 ton, binalarda 72 ton, tren yollarında 3 ton'dur. 2004'den 2009 yılına kadar stok artışı yıllık ortalama 160 milyon ton yollarda, 3 milyon ton tren yollarında ve 542 milyon ton binalarda gerçekleşmiştir. Bu artış dikkate alınırsa 2009 yılında 75 milyar ton olan metal olmayan mineral stoğunun 2020 yılında 81 milyar tona ulaşacağı tahmin edilmektedir [21].

Viyana şehri için, binalarda ve etrafında materyal stoğu analizini CBS verilerini kullanarak gerçekleştirilmiştir. Viyana'da binalar, çeşitli belediye otoritelerinden elde edilen CBS verileri ile analiz edilerek binalar kategorilere ayrılmıştır. Bu kategoriler; ikamet amaçlı binalar, işyeri, endüstriyel binalar (fabrika), ne amaçla kullanıldığı hakkında bilgi olmayan yerlerdir. Binalar yapım yılına göre; 1918'den önce, 1919-1945, 1946-1976, 1977-1996, 1997'den sonra olmak üzere 5 periyoda ayrılmıştır. Her bir periyotta inşa edilen bina kategorilerine göre harcanan malzeme miktarları tablo halinde gösterilmiştir. 2013 yılı Viyana şehri için malzeme stoğu 380 milyon ton olarak hesaplanmıştır. Toplam stoğun %96'sı mineral malzemelerdir. Geri kalan %4 organik mineraller ve metallerdir. Minerallerden beton 150 milyon ton, tuğla 130 milyon ton ve çimento 50 milyon ton'dur. Organik mineraller ve metaller içinde ise odun ve çelik yer alır. Viyana'nın 2013 nüfusunun 1,8 milyon olduğu verisinden hareketle, binalardaki malzeme stoğu, kişi başına 210 ton'dur. Viyana Avusturya'nın ekonomi merkezidir.

Viyana dışında ikamet eden 250.000 kişi her gün çalışmak için gelip gitmektedir. Viyana'da bina kategorilerine baktığımızda ikamet edilen binaların ticari binalara göre daha az olduğu görülmektedir [22].

BK- Manchester - Salford'dan 8 km²'lik bir alan ve Japonya- Wakayamadan 11 km²'lik bir alan yaptığı çalışmada ise yine CBS verisi kullanarak (4D-CBS) yerüstü ve yeraltı malzeme kullanımı bina, yollar ve tren yollarının şehir atıksu altyapısını içeren malzeme stoğu analiz edilmiştir. Birleşik Krallık için bina kategorileri; geleneksel tuğla evler, beton evler, çelik takviyeli beton binalar, tuğladan yapılmış fabrika binalarıdır. Japonya için bina kategorileri; geleneksel ahşap evler, keresteden yapılan evler, çelik takviyeli binalar, çelik temelli fabrikalardır.

Her iki ülke için yollar ve tren yolları da kategorilere ayrılmıştır. Çeşitli kaynaklardan derlenen veriler yardımıyla; binaların ve yolların kategorilerine göre malzeme içerikleri hesaplanmıştır. 1850 ile 2004 yılları arasında hesaplanan malzeme stoğu değerleri, binalar, yollar, trenyollarına bölünerek gösterilmiştir. Aynı yıllar için malzeme stoğu; tuğla, çimento, odun, çelik vb. malzeme kompozisyonu detaylı gösterilmiştir.

Geliştirilen bir formülle binaların yıkım eğrisi 1850-2004 yılları için çizilmiş ve ekstrapolasyonla 2020 yılına uzatılan eğriden, 2011 ile 2020 yılları arasında 333 binanın yıkılacağı tahmin edilmiştir [23].

Rio de Janeiro şehri için ikamet edilen binaların malzeme stoğu miktarı Malzeme Akış Analizi ile hesaplanmıştır. Şehir sınırları baz alınarak 2010 yılı için yapılan çalışmada, binaların 100 yıl ömrü olduğu varsayılarak hesaplanan malzeme stoğu miktarı binaların ömrü sonunda gerçekleşecek atık tahmini olarak değerlendirilmiştir. Çalışmada Brezilya'da tipik olarak kullanılan 4 bina tipi ele alınmıştır. Bina tipleri; tek aile evleri (SFH), çok ailenin yaşadığı binalar (MFB-4F), 8 katlı apartmanlar (MFB-8F), 16 katlı apartmanlar (MFB-16F) olmak üzere sınıflandırılmıştır.

Malzeme yoğunlukları 4 bina tipine göre hesaplanmış ve SFH için 2.358 kg/m², MFB-4F için 1.011 kg/m², MFB-8F 849 kg/m², MFB-16F 737 kg/m² olarak tabloda belirtilmiştir.

Sonuçlar göstermiştir ki, Rio de Janeiro’da 2010 yılında ikamet edilen binaların 73.756 adettir, bu binaların 114.245.495 m² toplam inşaat alanında yerleşik bulunmaktadır ve binalardan kaynaklı malzeme stoğu 78.828.770 tondur.

Binaların ömrünün 100 yıl olduğu varsayılmış, hazırlanan tabloda bina tiplerine göre mevcut binaların yaşı ve kalan ömrü belirtilmiştir. Buna göre, SFH bina tipinde bina yaşı 70 yıl, kalan ömrü 30 yıl, MFB-4F bina tipinde bina yaşı 60 yıl kalan ömrü 40 yıl, MFB-8F bina tipinde bina yaşı 40 yıl kalan ömrü 60 yıl, MFB-16F bina tipinde bina yaşı 20 yıl kalan ömrü 80 yıl olduğu düşünülmüştür.

Bu bulgular değerlendirildiğinde 2040, 2050, 2070 ve 2090 yıllarında mevcut binaların yıkımından dolayı atık akışının maksimum olacağı ve yerine yenileri yapılacağından malzeme ihtiyacının artma eğiliminde olacağı değerlendirilmiştir [24].

Microsoft.Net platformu tarafından, Enerji ve Malzeme Akış Analizi (İng. EMFA) yapmak için web tabanlı EPESUS (İng. Eco- Industrial Park Environmental Support System) yazılım aracı geliştirilmiştir.

EPESUS ile yapılabilecekler;

- (1) Web tabanlı online malzeme akış analizi
- (2) Bölge veya ülke çapında, farklı tipteki kullanıcılara, çok boyutlu EMFA analizi yapma kolaylığı,
- (3) Web tabanlı etki değerlendirmesi olarak sıralanabilir [25].

Sürdürülebilirlik konusunda Türkiye’de yapılan çalışmalara, kentsel sürdürülebilirlik değerlendirme modeli önerisi sunan çalışma örnek olarak gösterilebilir. Bu çalışmada, öncelikle kentsel sürdürülebilirliğin ölçülmesi konusunda mevcut modeller ele alınmış, sonra önerilen model Eskişehir kent merkezinde bulunan komşuluk birimi kapsamında uygulanmıştır.

Kentsel sürdürülebilirlik, farklı hedeflere dönük olarak farklı ölçeklerde çeşitli yöntemlerle yapılan çalışmalarla ölçülmektedir. Bu çalışmalar iki gruba ayrılmaktadır. İlk grup, bölge ve kentler ölçeğinde yapılan çalışmaları kapsamaktadır. İkinci grupta ise daha alt ölçeklerde, kentsel parçalarda, çoğunlukla komşuluk birimleri ve yapı gruplarından oluşan projelerde yapılan ölçümler ile gerçekleştirilmektedir. LEED-ND,

BREEAM Communiters, CASBEE-UD, Green Star gibi değerlendirme ve etiketlendirme yöntemleri ikinci grupta yer almaktadır.

LEED-ND (İng. Leadership in Energy and Environmental Design- Neighborhood Development), ABD’de Birleşik Devletler Yeşil Bina konseyi tarafından yeşil bina, yerleşim, inşaat, eylem ve bakım konularının uygulaması ve ölçümü için geliştirilen LEED sisteminin bir parçasıdır.

BREEAM, 1990 yılında Birleşik Krallıkta ofis yapıları için geliştirilmiş ilk sertifikasyon sistemidir.

CASBEE (Yapılaşmış Çevre Verimliliği için Kapsamlı Değerlendirme Sistemi) Japonya’da 2000’li yılların başında özellikle Japonya ve Asya ülkelerinin sorunlarını dikkate alarak geliştirilmiş bir sistemdir. CASBEE-UD özellikle daha düşük karbon emisyonları için uygulanan yöntemlerin değerlendirilmesine odaklanmıştır.

Green-Star, kentsel sürdürülebilirlik değerlendirme sistemi Avustralya Yeşil Bina Konseyi tarafından yerel yönetimlere ve ilgili tüm kurum kuruluşlara yardımcı olmak için geliştirilmiştir. Amaçları arasında ekolojik ayak izini azaltarak doğal çevreyi korumak ve yenilemek, sürdürülebilirliği ön plana çıkarmak sayılabilir.

Coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak, önerilen kentsel sürdürülebilirlik modeli Eskişehir kent merkezinde seçilmiş komşuluk birimi büyüklüğündeki alanda modelin uygulaması gerçekleştirmiştir. Sonuç olarak alanın kentsel sürdürülebilirlik skoru ve başarı oranı ortaya konulmuştur [26].

Literatürde yer alan çalışmalardan SNK indikatörü sonucunu hesaplayanlar, çalışma yeri, alanı, kullanılan yöntemi de içerecek şekilde Çizelge-3’te gösterilmiştir.

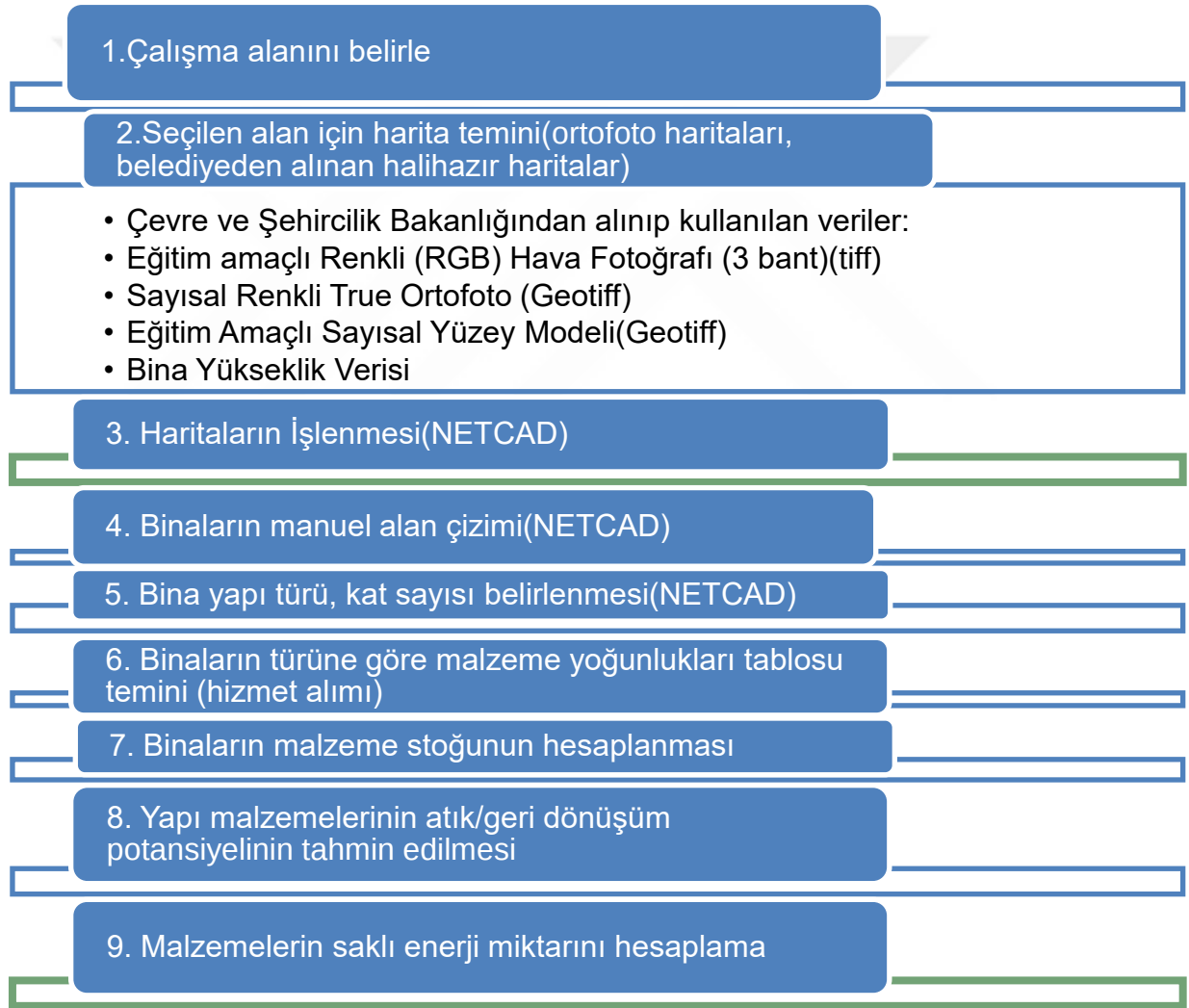
Çizelge 3.SNK indikatörü hesaplanan literatür çalışmalarının özeti

ŞEHİR	Nüfus Yoğunluğu (kişi/km ²)	Çalışma Alanı (km ²)	Stok miktarı	Çalışma yöntemi	Stok malzeme içeriği	SNK ton/kişi
Paris (2003)	20.629	-	3100 kiloton	MFA	-	1,4
Lizbon(2004)	6.658	-	7.158 milyon ton	MFA	binalar	12,8
Stockholm	305	-	-	MFA	ömrü bir yıldan fazla olan malzemeler (metal, kimyasallar, yakıtlar, yapı malzemeleri)	7,4
Göteborg	246	-	-	MFA	ömrü bir yıldan fazla olan malzemeler (metal, kimyasallar, yakıtlar, yapı malzemeleri)	8,05
Malmo	246	-	-	MFA	ömrü bir yıldan fazla olan malzemeler (metal, kimyasallar, yakıtlar, yapı malzemeleri)	7,96
Viyana	4.342	-	-	GIS	binalar ve altyapı	210
Vakayama(2004)	4.529	11	418.000 ton/km ²	4d-GIS	binalar, tren ve karayolları	111
Manchester(2004)	3.815	8	-	4d-GIS	binalar, tren ve karayolları	247
Rio de Janeiro(2010)	5.266	1.200	78.828.773 ton	MFA	ikamet edilen binalar	12,5
EU25 (2009)*	-	-	35 milyar ton	MFA	ikamet edilen binalar	72
Not *EU 25: Avusturya, Belçika, Kıbrıs, Çek Cum., Danimarka, Estonya, Finlandiya, Fransa, Almanya, Yunanistan, Macaristan, İrlanda, İtalya, Letonya, Litvanya, Malta, Hollanda, Polonya, Portekiz, Slovakya, Slovenya, İspanya, İsveç, BK						

3. MATERYAL

Çalışmamızda, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'ndan elde edilen ortofoto haritalar ile Ankara Büyükşehir Belediyesi Harita Biriminden alınan halihazır haritalar kullanılarak seçilen bölge sınırlarına düşen binaların toplam alanları belirlenmiş ve malzeme stoğu hesaplanarak SNK indikatörü tahmini ve SNK artış hızı hesaplanmıştır. Çalışmanın adımları Şekil-1'de gösterilmiştir.

Şekil 1. Binaların malzeme stoğunu belirleme işlem adımları



3.1. Coğrafi Bilgi Sistemi Verilerine Yönelik Tanımlar

3.1.1.Ortofoto ve Ortofoto Harita

En genel anlamıyla ortofoto; eğiklik, dönüklük ve yükseklik hatası giderilmiş, yeryüzünü bozulma olmaksızın ölçekli bir şekilde gösteren yeniden örneklenmiş hava görüntüleridir.

Mimari fotogrametride düşey çekilen fotoğraflardan cephe ortofotoları ya da yatay çekilen fotoğraflardan tavan ya da döşeme, zemin ortofotoları üretilir. Artık ham resimdeki perspektif alanlar düzeltilmiş, belirli bir ölçeğe getirilmiş ve üzerinden ölçüm ya da çizim yapılabilecek hale gelmiştir.

Ortofoto mozaik, birden fazla ortofotonun tek bir altlık üzerinde bir araya getirilmesi ile elde edilen ortofoto görüntülerdir.

Ortofoto Haritalar; kadastronun yenilenmesi/güncellenmesi, kentsel dönüşüm/imar proje altlığı, tarım, orman, afet yönetim bilgi sistemleri benzeri coğrafi bilgi sistem ve karar destek projelerinde altlık olarak kullanıldığı gibi ulusal güvenlik projelerinde de ilgili kurumlarca yaygın olarak kullanılmaktadır [27].

3.1.2. True (Doğru) Ortofoto

Yüksek doğruluklu Sayısal Arazi Modelleri (SAM) kullanan ortogörüntülerde bile öteleme hataları kaçınılmazdır. Bu hata, fotoğrafın eksenler etrafındaki eğiklik ve dönüklüğü ile yakından ilgilidir. Bu hataların düzeltildiği ortogörüntülere true (doğru) ortofoto ismi verilmektedir [28].

3.1.3. Harita Projeksiyonları

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'ndan ve Ankara Büyükşehir Belediyesi Harita Birimi'nden elde edilen veriler üzerinde çalışılmadan önce haritaların örtüştürülmesi sırasında, harita projeksiyonları kontrol edilerek, aynı projeksiyonda olması sağlanmıştır.

Haritalar dünyanın grafik sunumudur. Dünya üzerindeki her noktanın veya sahanın bir koordinat değeri (X,Y,Z) vardır. Koordinat Sistemleri, harita üzerinde belirlenen noktalara ait koordinat değerlerinin bulunmasını sağlayan metoddur. Bu metodlar, Coğrafi Koordinat Sistemi ve Grid(metrik) Koordinat Sistemi olmak üzere ikiye ayrılır.

Coğrafi Koordinat Sistemi, derece dakika saniye cinsinden belirtilirken, Grid Koordinat Sistemi; X ve Y değerlerinin metrik gösteriminden oluşur.

Harita projeksiyonları üç boyutlu küresel dünya yüzeyini matematiksel ve geometrik kurallar yardımıyla düz bir yüzeye dönüştürmek için kullanılır. Üç boyutlu yüzeyi iki boyutlu yüzeye indirirken açıda, mesafede ve istikamette oluşan hataları minimize etmek için tasarlanan algoritmalar bütünüdür. Genel olarak üç farklı projeksiyon sistemi mevcuttur. Bunlar; düzlemsel, silindirik ve konik projeksiyon sistemleridir.

Türkiye için tercih edilen projeksiyon sistemi UTM (İng. Universal Transver Merkator)'dur. Bu projeksiyon sisteminde dünya, 180 derece meridyeninden başlamak üzere 6 derece aralıklarla 60 dilime (bölge) ayrılır ve Türkiye 35-36-37-38 dilimler içerisinde yer almaktadır.

Datum, bir elipsoidin şeklini tarif eden matematiksel bir modeldir. Dünya çevresindeki basıklık her yerde eşit değildir; kıtaların etkisiyle dünyanın şekli farklılık göstermektedir ve farklı ölçümlere bağlı olarak dünyanın farklı bölgeleri için geliştirilmiş çeşitli datumlar (European Datum (ED) 1950, World Geodetic System (WGS) 84 vb.) mevcuttur.

Türkiye'nin bulunduğu konuma uygun datumlar; ED50, WGS84, ITRF96'dır [28].

3.2. Çalışma Alanı Seçimi

Büyükşehir belediyeli illerdeki ilçeleri, il merkezi konumundaki şehirlerin yerleşim alanlarını kapsama/kapsamama durumuna göre büyükşehir metropol ilçeleri ve diğer büyükşehir ilçeleri olmak üzere iki grup halinde ele almak mümkündür. Büyükşehir metropol ilçeleri, il merkezi konumundaki şehrin bir kısmı ile mahalleye dönüştürülen köy ve beldeleri kapsamaktadır. Bu ilçelerden valilik binasının içinde yer aldığı ilçe alanına büyükşehir metropol merkez ilçesi, diğerlerine ise sadece metropol ilçe denilmesi uygun olacaktır.

Bu durumu Ankara iline uyarlayarak ele alacak olursak, Ankara'nın yerleşim alanını kapsayan dokuz metropol ilçe (Altındağ, Çankaya, Yenimahalle, Etimesgut, Sincan, Keçiören, Mamak, Gölbaşı, Pirsaklar) arasında valilik binasının bulunduğu Altındağ ilçesi Ankara ilinin metropol merkez ilçesi durumundadır [29].



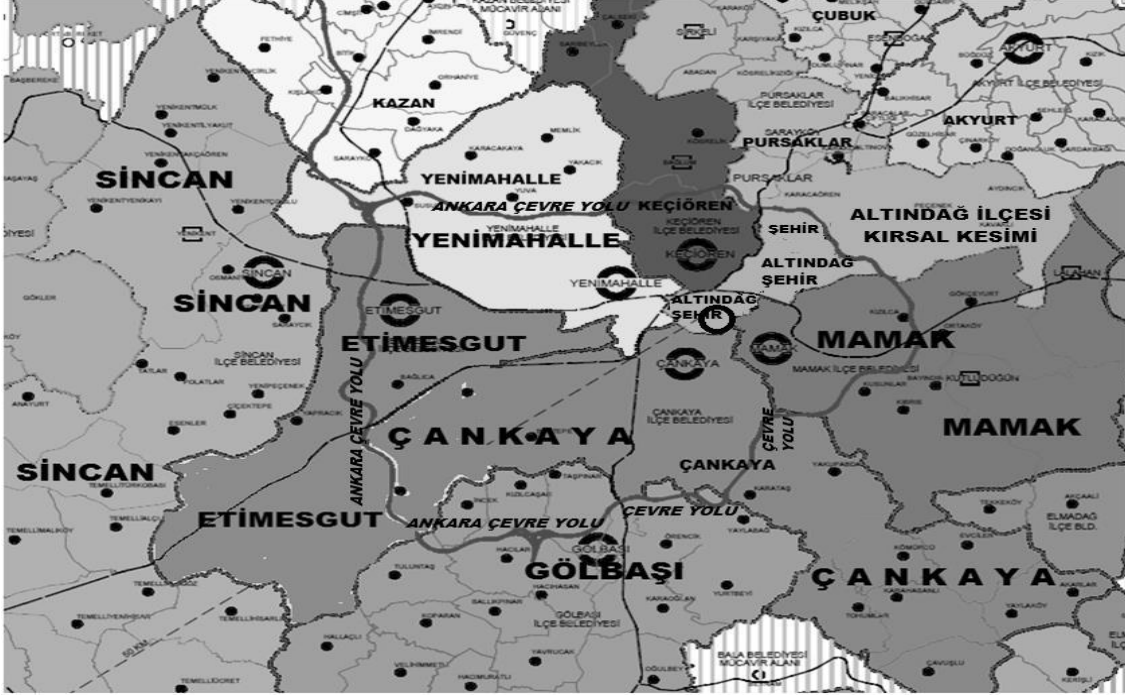
Şekil 2. Sincan, Porsaklar ve Gölbaşı dışında Ankara şehrini genel olarak sınırlayan çevre yolu.

Ankara ilinin 2015 yılı nüfusu 5.270.575 kişi, nüfus yoğunluğu ise 215 kişi/km² dir. Aynı yılda Ankaranın ilçelerinin nüfus yoğunluğu değerleri Çizelge-4'de yer almaktadır. Etimesgut ilçesi nüfusu 527.959 kişidir. İlçenin yüzölçümü 273 km² dir. Nüfus yoğunluğu hesaplandığında 1934 kişi/km² ile diğer metropol ilçeler içinde en kalabalık 4. ilçedir [30].

Şekil-3'te görülen Ankara ilinin metropol ilçelerinden Etimesgut'a bağlı Eryaman çalışma alanı olarak seçilmiştir.

Çizelge 4.Ankaranın metropol ilçelerinin 2015 yılı nüfusları ve nüfus yoğunlukları

İlçe adı	Nüfus (2015)	Yüzölçümü(km ²)	Nüfus yoğunluğu (kişi/km ²)
Altındağ	363.687	196	1.855
Çankaya	922.536	203	4.544
Etimesgut	527.959	273	1.934
Gölbaşı	122.288	1.300	94
Keçiören	889.876	173	5.143
Mamak	607.878	308	1.973
Pursaklar	133.961	169	792
Sincan	506.950	384	1.320
Yenimahalle	632.286	427	1.480



Şekil 3.Ankara şehrini oluşturan metropol ilçeler ve çalışma alanımız Etimesgut ilçesi. (31 nolu kaynaktan uyarlanmıştır)

Eryaman, Ankara'nın Etimesgut ilçesindeki büyük bir semttir. Aynı zamanda Eryaman mahallesini de içine alır ve 10 mahalleden oluşur. Bu mahalleler; Altay, Eryaman ,Göksu, Güzelkent, Susuz, Şehit Osman Avcı, Şeker, Şeyh Şamil, Tunahan, Yavuz

Selim, Yenibatı Mahallesi'dir. Bu semtin toplam alanı 29,43 km² dir. Eryaman'ın 2015 nüfusu 42.578 kişi'dir [31].

Çalışma alanı olarak, Eryaman semtinin seçilme nedenlerinden en önemlisi; 1995 yılında yapılaşmanın başladığı bir semt olduğundan henüz herhangi bir bina yıkım işlemi başlamamasıdır. Bu yüzden 1998 yılı ve 2015 yıllarında elde edilen malzeme stoğu değerleri net değerlerdir.

3.3 Saklı Enerji

Saklı enerji, binalarda kullanılan malzemelerin üretim fazı süresince gereken birincil enerji ihtiyacı olarak tanımlanabilir. Eryaman semti için malzeme akış analizi çalışması sonucunda belirlenen stok miktarları, malzeme kompozisyonları dikkate alınarak, enerji verilerine dönüştürülerek stoklanan enerji miktarı hesaplanmıştır.

Bünyesinde çok çeşitli yapı malzemeleri için kg başına birim karbon ve enerji verilerini içeren Karbon ve Enerji Envanterinden (İng. ICE) yararlanılarak Çizelge-15 oluşturulmuştur. Bina yapımında kullanılan malzemelerin saklı enerji miktarları, bu çizelgeden ve malzeme stok çizelgelerinden faydanılarak hesaplanmıştır.

4.YÖNTEM

Binaların malzeme kompozisyonu hakkında spesifik değerleri üretmenin üç metodu vardır;

- 1) Binaların yapım aşamasında kullanılmış malzemelerin bilgilerinin kullanılması
- 2) Yıkım sonrasında meydana gelen atık akışının analiz edilmesi
- 3) Binaları yıkımdan önce incelemek

İlk iki metodla yapılmış çok sayıda çalışma örnekleri mevcuttur. Deilmann ve Gruhler (2005) farklı bina tiplerinde malzeme ve enerji yoğunluklarını, Baccini ve Pedraza (2006) farklı yaşta ve kullanım amacı olan binaların malzeme yoğunluklarını belirlemek için ARK-House metodunu geliştirmiştir. Bu metod Lichtensteiger ve Baccini(2008) tarafından kullanılarak binaların toplam malzeme ihtiyacı hesaplanmıştır.

Viyana'da seçilen üç adedi tek bina ve bir tanesi kompleks halinde altı adet binanın yan yana yer aldığı hastane binası olmak üzere dört adet bina için yapılan çalışmada, binaların yıkımından önce oluşacak atıkları tahmin edilmiştir. Öncelikle seçilen dört sitenin planlarını elde etmiş, 5000 m³ alan için binaların yıkımından önceki atıkları araştırılmış, bina sahipleri ve diğer otoritelerden binaların yapımı aşamasında kullanılan malzeme miktarları elde edilmiştir. Bir kat için oluşturulan miktarlar toplam bina alanına uyarlanmıştır. Yapı planlarına göre duvarlar ve taban hesaplanmıştır. Bu bilgiye dayanılarak tuğla, çimento, kum, çakıl vb. toplam malzeme miktarları hesaplanmıştır. Literatürden elde edilen yoğunluk miktarlarına göre seçilen dört site alanı için bulunan toplam malzeme kompozisyonları çizelge halinde verilmiştir. Tablo-2'de çelik, alüminyum, bakır, PVC, ağaç, mineral malzemelerin miktarları ayrı ayrı yer almaktadır [32].

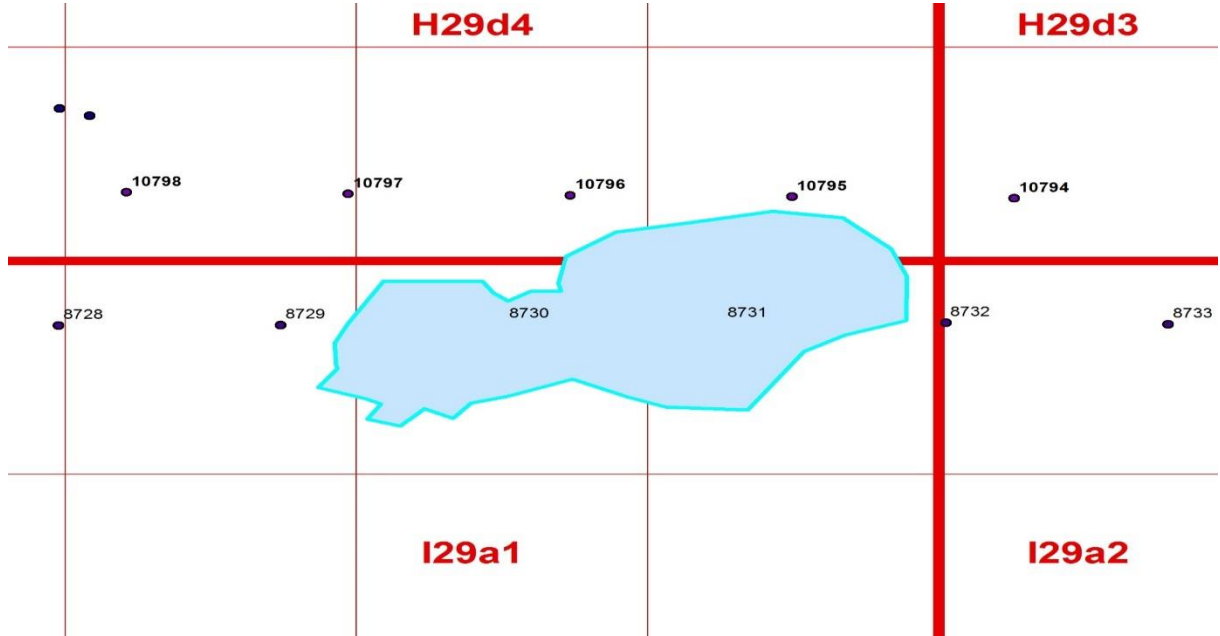
Bu çalışmada yukarıdaki metodlardan birincisini kullanarak, yani binaların yapımı aşamasında kullanıldığı tahmin edilen İnşaat Mühendislerinin hesapladığı Ek'te yer alan malzeme kompozisyonları verileri kullanılarak toplam malzeme miktarı hesaplanmıştır. Ankara ilinde SNK indikatörü hesaplanması için öncelikle Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ve Milli Savunma Bakanlığı Harita Genel Komutanlığının Coğrafi

Bilgi Sistemleri bölümleri ile görüşülmüş ve yapılan çalışmalar hakkında bilgi alınmıştır.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'ndan, Ankara ili Eryaman semti için 7,34 km² lik alana ait 2015 yılı ortofoto haritalar, Ankara Büyükşehir Belediyesi Harita Birimi'nden halihazır haritalar temin edilmiştir. Halihazır haritalarda binaların alan bilgileri yer almaktadır. Ayrıca yükseklik verilerinin yer aldığı ortofoto ve halihazır haritalardan binaların kaç katlı olduğu tespit edilebilmektedir.

Öncelikle 2015 yılına ait ortofoto görüntüsünden binaların çatıları üzerinden NETCAD yazılımı kullanılarak binaların tek tek alanları belirlenmiş ve yükseklik bilgileri ile kaç katlı olduğu ve çatı tipi tespit edilerek Excel dosyasına aktarılarak bina tiplerine göre toplam bina alanları belirlenmiştir.

1998 yılına ait Eryaman semti halihazır haritası ile 2015 yılı ortofoto görüntüleri örtüştürülmüş ve aradaki farklar belirlenerek eksik olan binalar tespit edilerek 2015 yılına ait bina alanlarından çıkartılarak 1998 yılına ait bina toplam alanları tespit edilmiştir.



Şekil 4. Seçilen Eryaman bölgesinin Türkiye haritasındaki koordinatları



Şekil 5. Eryaman bölgesinden seçilen 7,34 km²'lik alanın 2006 yılı Harita Genel Komutanlığı ortofoto çalışmasındaki konumu

Eryaman semtinden seçilen 7,34 km²'lik alanın Türkiye haritasında yer alan konumu Şekil-4'te görülmektedir.

Çalışma alanının ortofoto haritasındaki görüntüsü Şekil-5'de yer almaktadır. Bina alanlarını belirlemede kullanılan ortofoto haritalara Şekil-6 ve Şekil-7'de birer örnek verilmiştir.

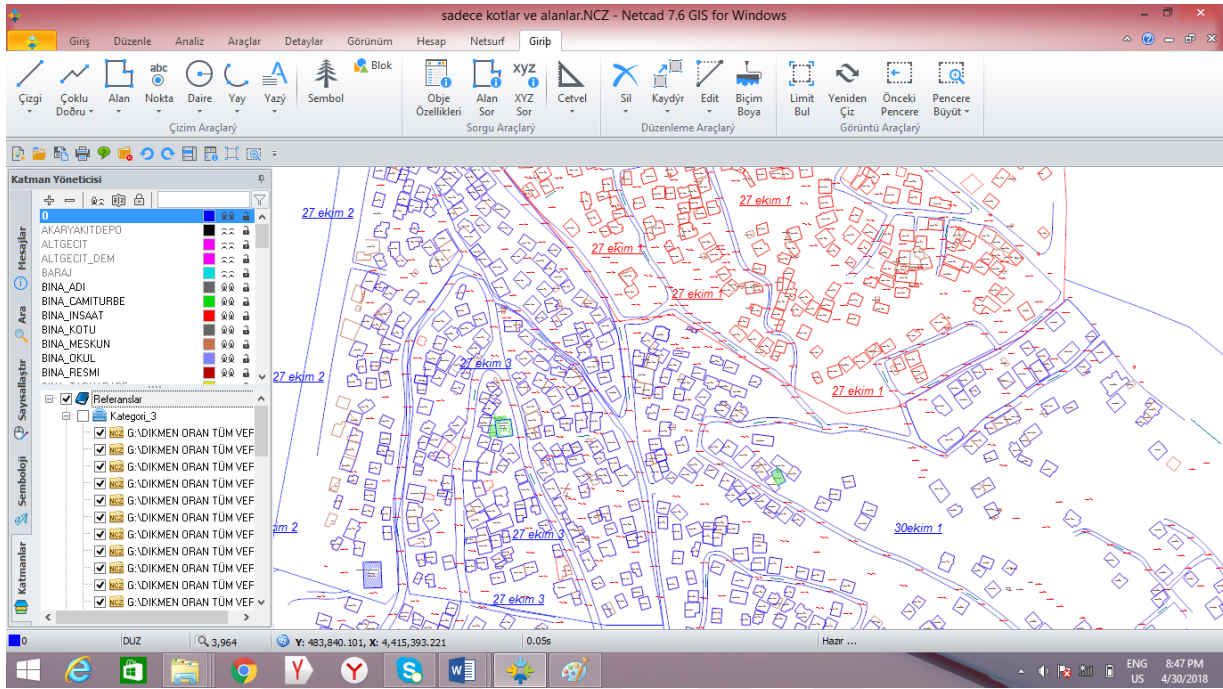
Halihazır haritadan bina alanlarının hesaplandığı NETCAD çalışma sayfası Şekil-8'de, True ortofoto haritadan bina alanlarının hesaplandığı NETCAD çalışma sayfası Şekil-9'da görülmektedir.



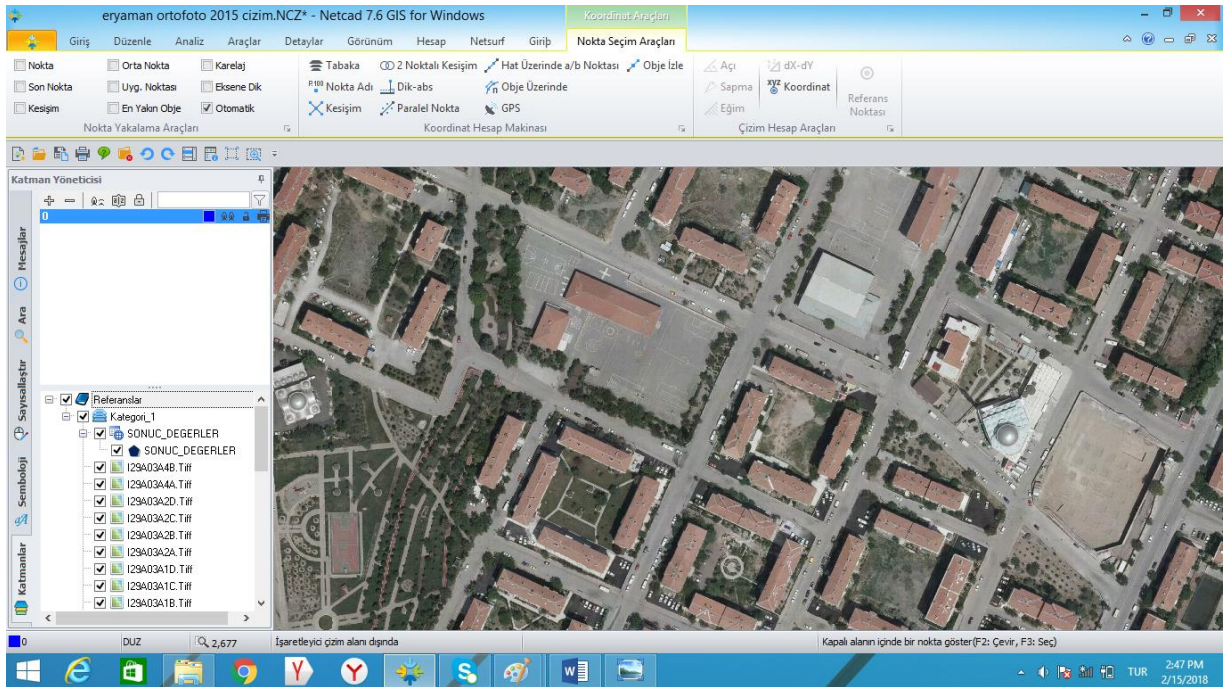
Şekil 6.Bina alanları tespitinde kullanılan ortofoto görüntüsüne örnek-1



Şekil 7.Bina alanları tespitinde kullanılan ortofoto görüntüsüne örnek-2



Şekil 8.Hali hazır haritadan bina alanı hesaplanmaya örnek NETCAD çalışma sayfası



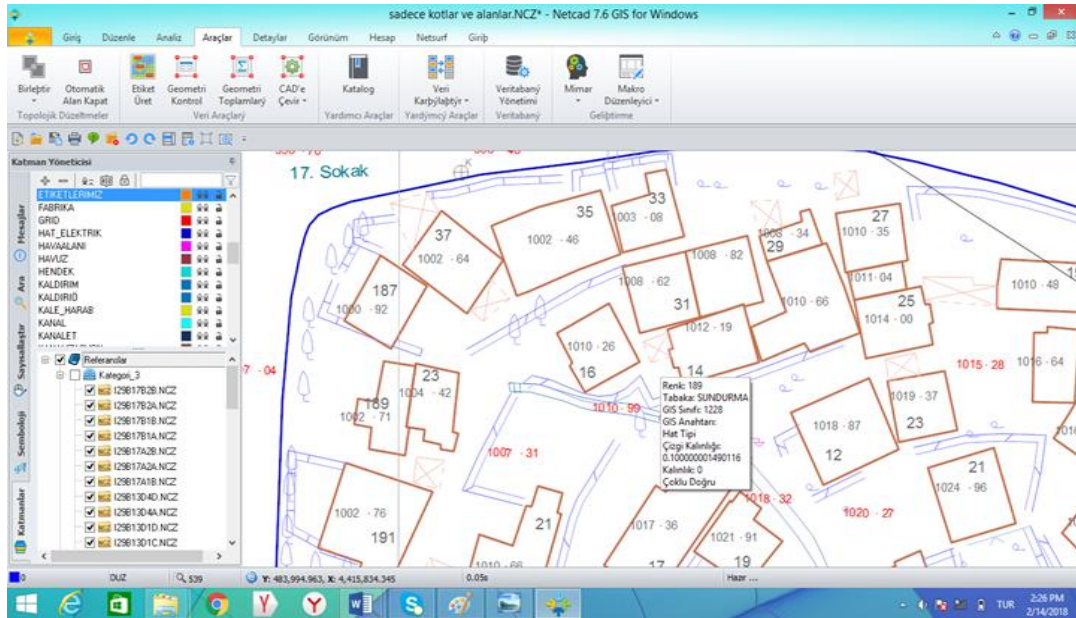
Şekil 9.True ortofoto haritadan bina alanı hesaplanmaya örnek NETCAD çalışma sayfası

4.1.NETCAD ile Yapılan Çalışmalar

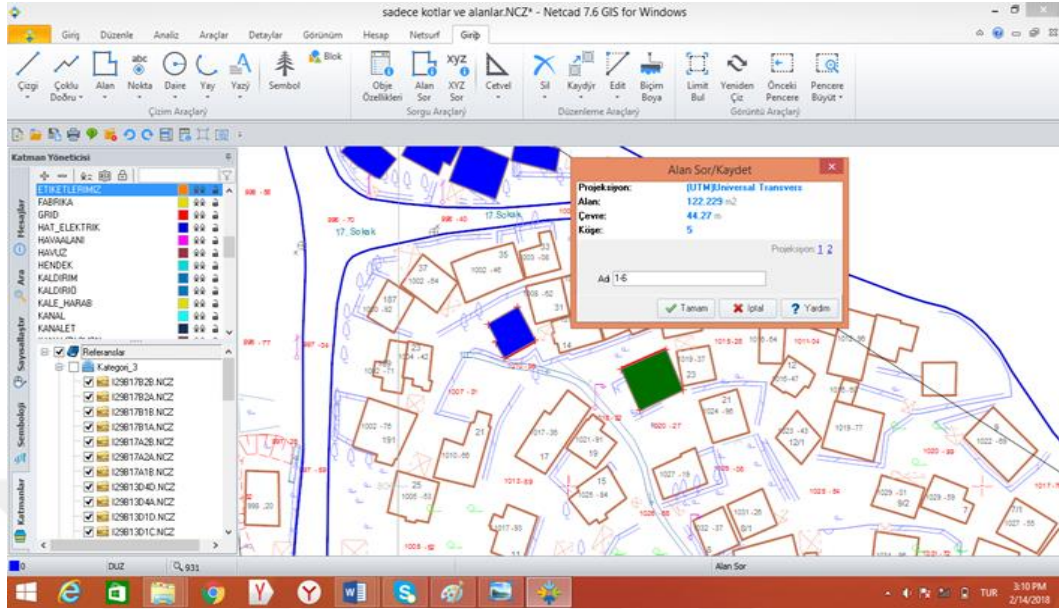
4.1.1. Halihazır Haritada Alan Belirleme

1998 yılı için Eryaman bölgesinde seçilen alandaki toplam bina alanlarının tespiti çalışması için, Ankara Büyükşehir Belediye Harita Birimi'nden halihazır haritalar temin edilmiştir.

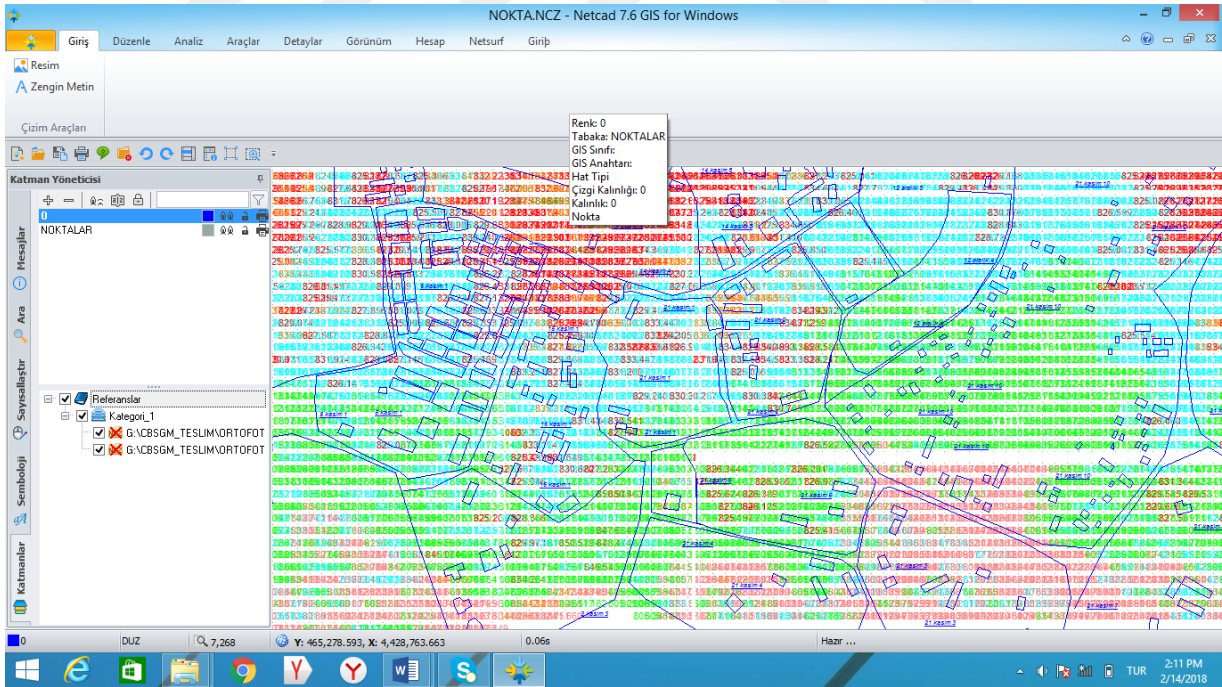
Halihazır haritada bina inşaat alanı sınırları çizili haldedir. Çizili olan bina üzerine gelerek "Alan Sor" işlemi ile belirlediğimiz alandaki bina alanlarını tespit etme işlemi yapılmaktadır. (Şekil-10) "Alan Sor" işleminden geçen alanların içi boyalı olmaktadır. Bu işlemden sonra binanın nokta kotlarına göre yüksekliğini tahmin edip (bir kat 3 metre varsayılmıştır) binanın kat sayısını etiketine yazma işlemi yapılmaktadır (Şekil-11). Son olarak, "Alan Sor" işleminden geçen binaların verilerini Excel'e aktarma işlemi yapılmaktadır. Alan belirleme çalışmaları çok zaman alan bir işlem olduğu için günler sürmektedir. Bu yüzden, çalışmada kalınan yeri belirleyebilmek için ve çizdiğimiz alanların karışmaması için çalışılan alan etrafı çerçeve içine alınarak etiketlenmiştir (Şekil-12). Genelde çalışmanın yapıldığı tarih verilerek etiketlenmiştir. Daha sonra bütün Excel tabloları birleştirilmiştir.



Şekil 10. Halihazır haritadan bina alanlarını gösteren çalışma sayfası



Şekil 11. Alan sor butonu kullanılarak alan belirleme işlemi



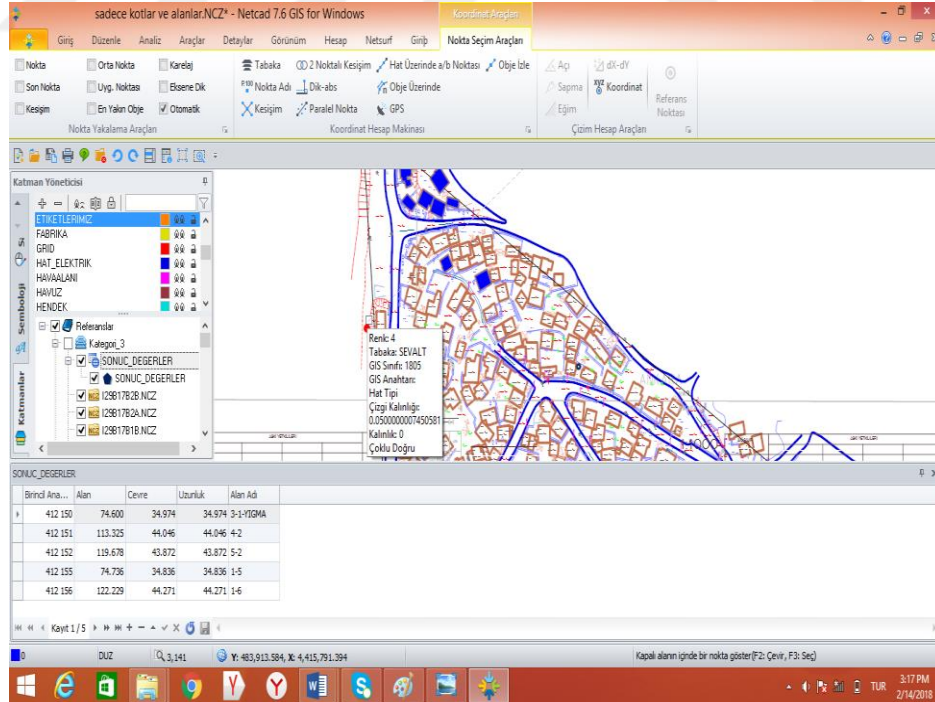
Şekil 12. Alanı belirlenen yerlerin karışması için çerçeveleme işlemi

4.1.1.1.”Alan Sor” Fonksiyonu ile Bina Alanlarını Belirleme

NETCAD ana sayfada “Giriş” menüsüne tıklayınca çıkan ikonlardan “Alan Sor” seçilir. Açılan kutucukta adı yerine bina alanı sırası ve kat sayısı yazılmaktadır. Örn;1-6 vb. 1 çizilen alan ve 6 katlı bina anlamına gelen bu etiketlemeler daha sonra toplam alan hesaplanırken kullanılacaktır.

4.1.1.2. Alanların Excel’e Aktarılması

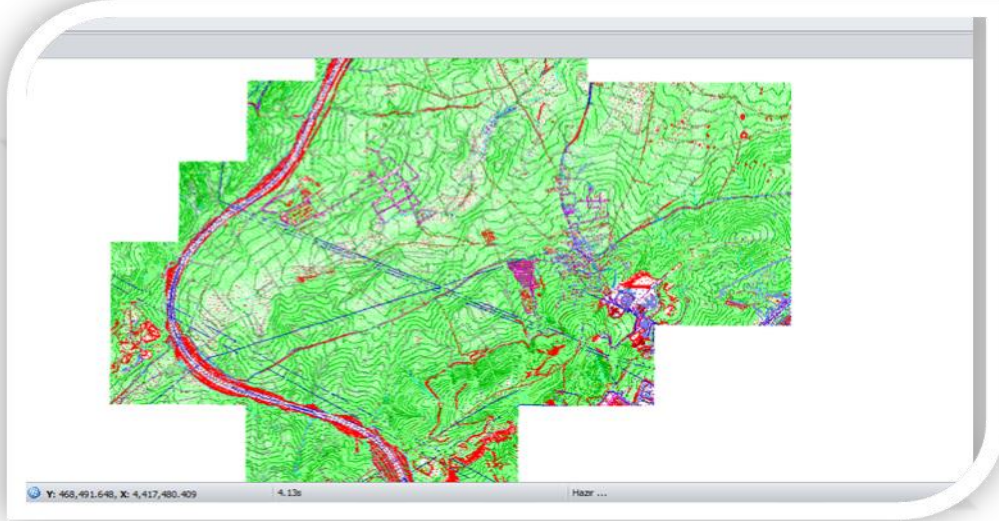
Excel’e aktarmak için, NETCAD ana sayfada “Araçlar” menüsü tıklanınca “Geometri Toplamları” seçilmektedir. İmleç ucu obje seçilmeye hazır olmaktadır. Alanlar üzerine tıklanarak objeler seçilir, seçim işi bitince sol tık ile çıkılır ve toplama işlemi başlamaktadır. Çalışma başladığında ekranın sağ üstünde beliren insan kafası içinde tik işareti yeşil olmaktadır. İşlem bitince “Sonuç Değerler” ekran altında görünmektedir. “Sonuç Değerler” içindeki oka sağ tıklanınca çıkan menüden “Aktar-Excel” seçilerek tüm alanlar Excel tablosuna aktarılmaktadır (Şekil-13).



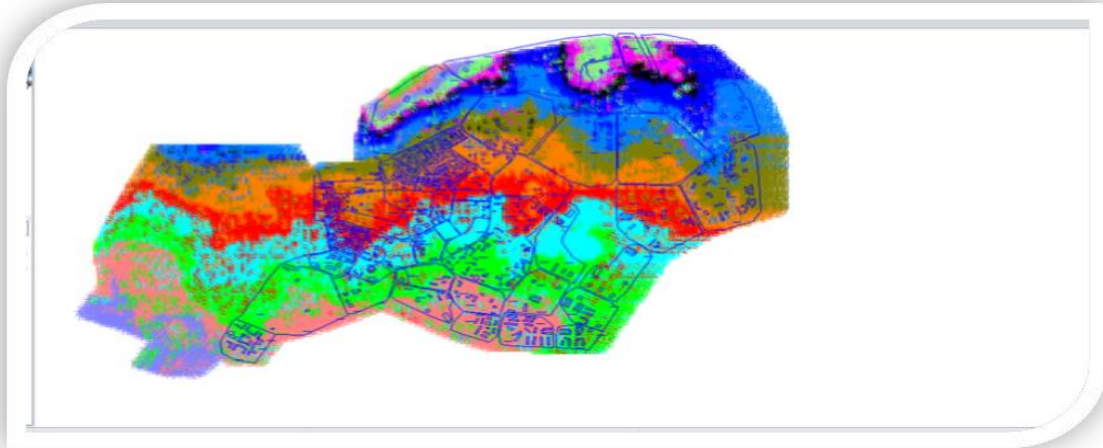
Şekil 13. Sonuç değerlerini Excel tablosuna aktarma

4.1.1.3. Halihazırda Belirlenen Alan Dışını Silme İşlemi

Şekil-14’de görülen halihazır harita, seçilen alanın belirlendiği “kmz uzantılı” dosyası ile örtüştürölüp sınırdışında kalan alanlar silinmek suretiyle alanların net olarak seçilen alanı kapsamaması sağlanmıştır. “NETCAD forum” ile uzaktan bağlantı kurularak bu işlem gerçekleştirilmiştir.



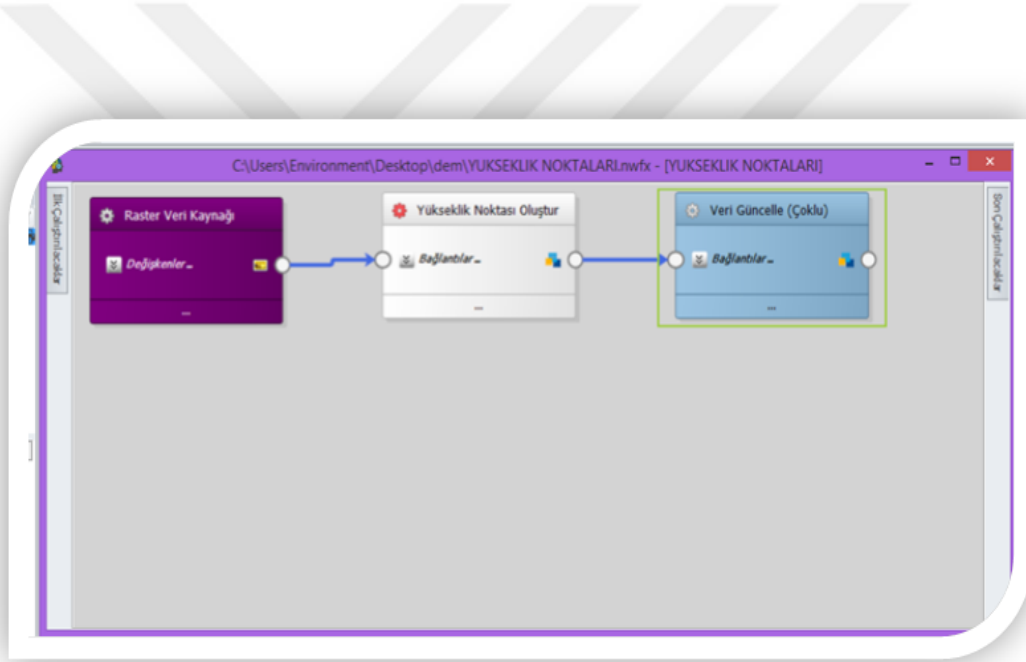
Şekil 14. Halihazır haritaların seçilen alana daraltılmadan önceki hali



Şekil 15. Halihazır haritaların belirlenen sınırla daraltılmış hali

4.1.2. Yükseklik Verilerinden Nokta Bulutu Oluşturma

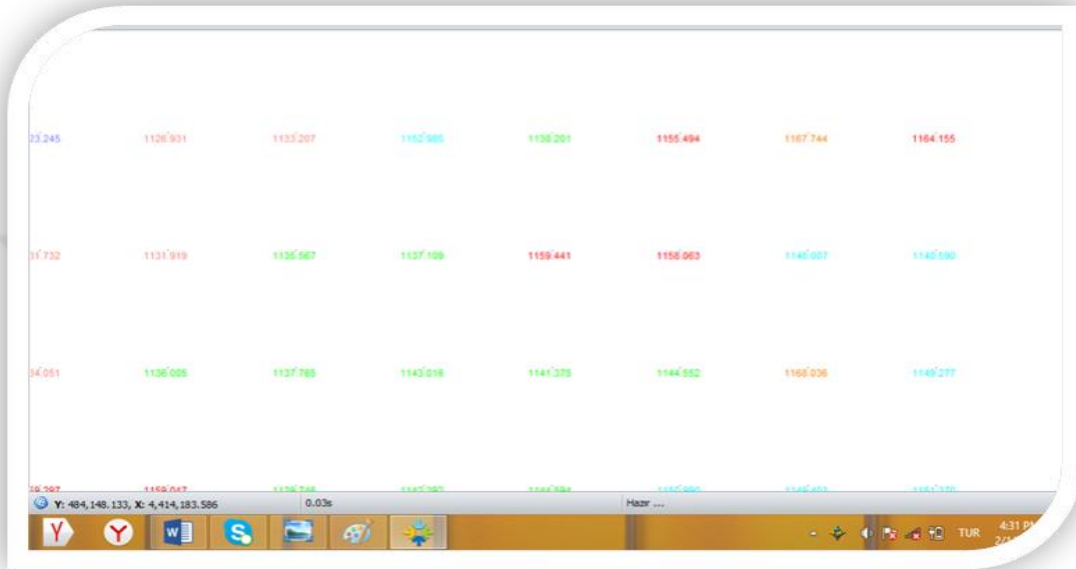
Eryaman için seçilen alanda Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'ndan sayısal yükseklik bilgisi olarak Sayısal Yüzey Modeli (Geotiff) haritaları satın alınmıştır. Yükseklik verilerini içeren bu haritalar sadece siyah-beyaz görüntü içeren haritalar formundadır. Yükseklik arttıkça renk siyahtan beyaza doğru değişmektedir. Ancak harita, sayısal yükseklik verilerine dönüştürülmeden kullanılamamaktadır. Bu yüzden, haritalarda 20 cm aralıklarla nokta bulutu oluşturma işlemi yapılmıştır. Söz konusu işlemin yapılması için Mimar oluşturulmuştur (Şekil-16).



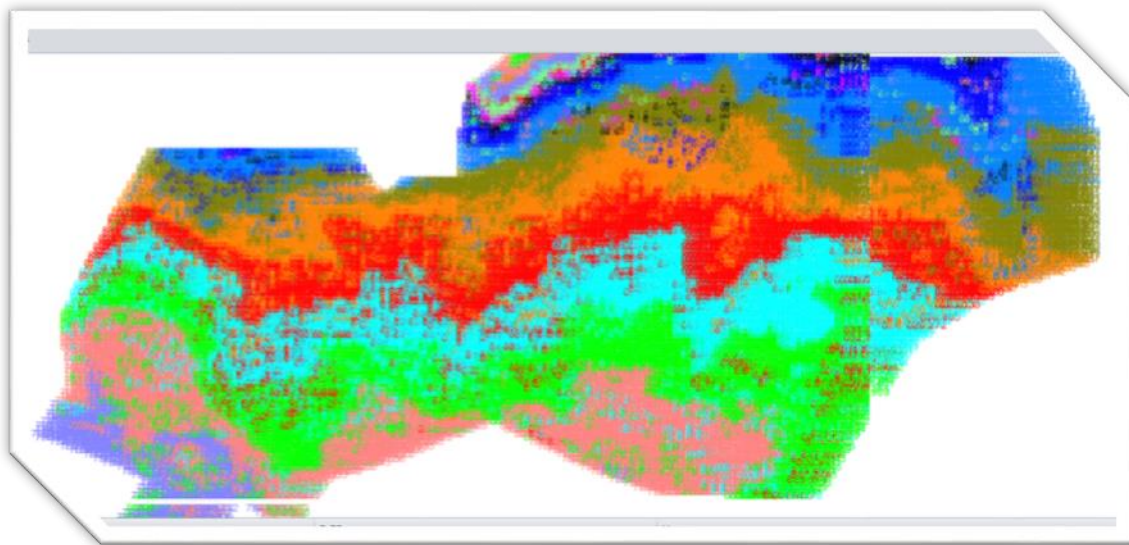
Şekil 16.Yükseklik noktalarının oluşturulması için hazırlanan iş akışı (Mimar)

Öncelikle NETCAD ana sayfası açılmaktadır. Ekranın sol köşesinde yer alan Referanslar kısmından “Kategori 1” açılmaktadır. Buraya “Raster Veri Kaynağı” olarak Eryaman için alınan “Sayısal Yüzel Modeli Haritası”(tiff uzantılı) eklenmiştir. Referanslar kısmında “Kategori 2” için “Raster Veri Kaynağı” olarak Hava fotoğrafı (dsm.tiff uzantılı) seçilmiştir. “Araçlar-Mimar-İş Akışı Çalıştır” aşamaları ile Noktalar arası mesafe için 20 cm seçilip Katman’a “Noktalar” eklenmiştir. İş akışı çalıştırılınca noktalar oluşturulmuştur. Ekranda noktalar görünmüyorsa ana sayfadan “Görünüm”

menüsünden “Nokta kotları” kutucuğu işaretlenerek nokta kotlarının görünür olması sağlanmıştır (Şekil-17 ve 18).



Şekil 17. Bina yüksekliğini belirlemede kullanılan nokta kotları haritası

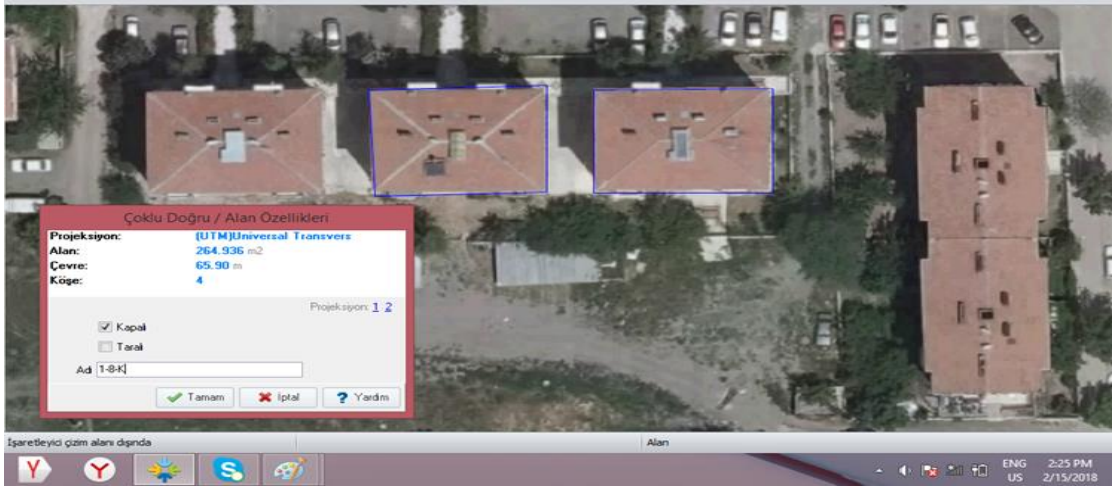


Şekil 18.Eryaman'ın seçilen alanında oluşturulan nokta bulutu haritası

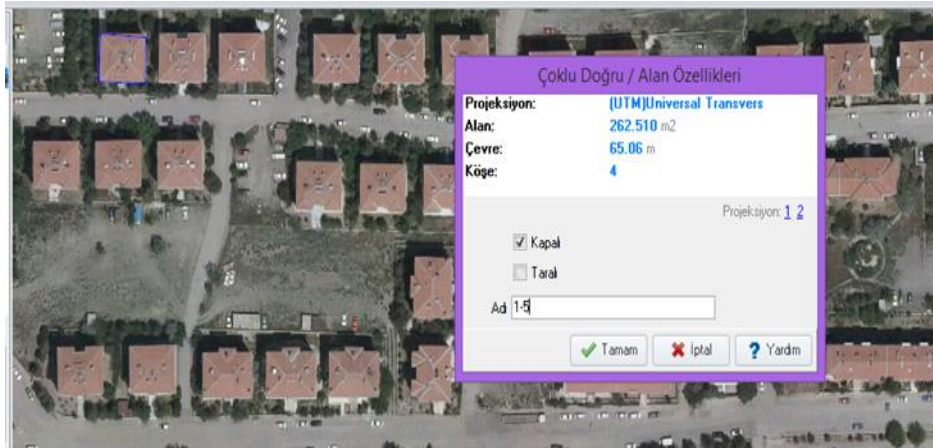
4.1.3. 2015 Ortofoto Haritada Alan Çizme

Ortofoto haritalardan alan belirleme halihazır haritadaki gibi bina alanları çizili olmadığından daha uzun sürede tamamlanmıştır. Ortofoto haritalarda bina çatıları üzerine gelinerek bina alanları çizilmiştir (Şekil-19).

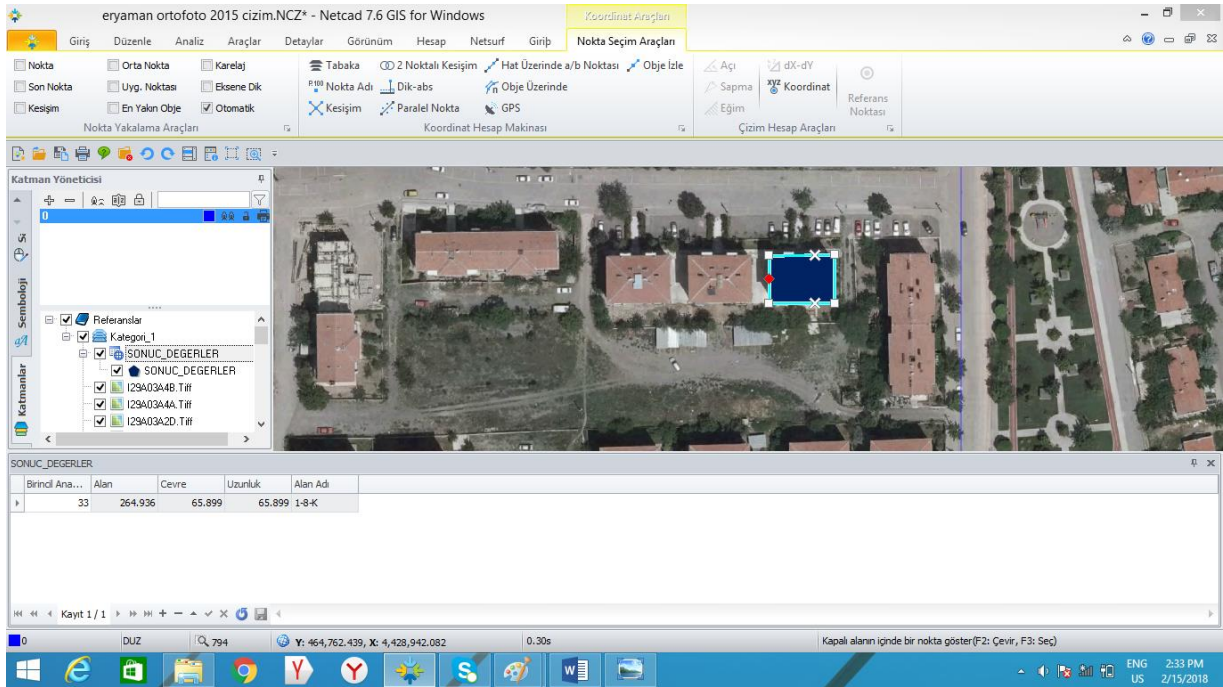
Ortofoto haritalar, fotoğraf gibi olduğundan binaların yapı tipi, resim üzerinde İnşaat Mühendisi ile çalışılarak tespit edilmiştir. Tek tek bina çatısı üzerine gelinerek alan çizilmiş ve çatı tipine göre bu alanlar etiketlenmiştir (Şekil-20). Çizilen alanlar “Alan Sor” ile Araçlar- Geometri toplamları ile “Sonuç Değerler” elde edilmiş ve Excel’e aktarılmıştır (Şekil-21).



Şekil 19.Ortofoto haritada binaların alanı ve çatısının tespiti etiketleme



Şekil 20. Ortofoto haritada alan çizme



Şekil 21. Belirlenen alanların Excele aktarılması

4.2. Uygulamalar

Eryaman semtinden 7,34 km² lik alan 3 boyutlu Coğrafi Bilgi Sistemi verilerinden true ortofoto haritalar yardımıyla ve Ankara Büyükşehir Belediyesi Harita Birimin'den temin edilen halihazır haritalar ile bina tipleri, bina sayısı, bina katsayısı ve yüzölçümü tespit edilmiştir.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'ndan alınarak kullanılan veriler:

Eğitim Amaçlı Renkli (RGB) Hava Fotoğrafı (3 bant) (tiff)

Sayısal Renkli True Ortofoto (Geotiff)

Eğitim Amaçlı Sayısal Yüzey Modeli (Geotiff)

Bina Yükseklik Verisi

4.2.1. 1998 Halihazır Haritadan Çalışmanın Adımları

Ankara Büyükşehir Belediye İmar Daire'den elde edilen 1998 halihazır haritadan 7,34 km²lik alan içinde NETCAD yazılımı vasıtasıyla;

1. Tek tek binaların toplam alanları hesaplanmıştır.

2. Harita içerisinde yer alan nokta kotları kullanılarak bina yükseklikleri belirlenmiştir.
3. Bir kat için gereken yükseklik 3 m varsayılarak binanın kaç katlı olduğu bulunmuştur.
4. Her bina için kat sayısı ile alan çarpılarak toplam alan bulunmuştur.
5. Binanın katsayısına göre 2 katlı ve tek katlı olanlar yığma kiremit çatılı varsayılmıştır.
6. Haritanın çizim detaylarında camiler belli olduğundan kolayca ayırt edilmiştir.
7. 2015 ortofoto haritası ile örtüştürüldüğünde çatısı renkli olanlar membran olarak tespit edilmiştir.

4.2.2. 2015 True Ortofoto Haritasından Bina Alanları Belirleme Çalışmasının Adımları

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Coğrafi Bilgi Sistemleri Dairesi Başkanlığından elde edilen 2015 yılı true ortofoto haritalardan seçilen alan için bina alanı belirleme çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

Eryaman bölgesinden seçilen 7,34 km²'lik alan içinde NETCAD yazılımı vasıtasıyla;

1. Tek tek bina alanları çizilmiş ve Excel'e aktarılmıştır.
2. Harita içerisinde yer alan nokta kotları kullanılarak bina yükseklikleri belirlenmiştir.
3. Bir kat için gereken yükseklik 3 m varsayılarak binanın kaç katlı olduğu bulunmuştur.
4. Her bina için kat sayısı ile çarpılarak toplam alan bulunmuştur.
5. İnşaat Mühendisi ile true ortofoto haritalar üzerinde çalışmış, bina çatısı ve yapı türünü belirleme hususunda öğrenilen bilgiler vasıtasıyla yapı türü ve çatısı tespit edilmiştir.
6. Ortofoto haritalar fotoğraf gibi olduğundan camiler kolayca ayırt edilmiştir.

5. ÇALIŞMA SONUÇLARI

5.1. Belirlenen Toplam Alanlar

5.1.1. 1998 Tarihli Halihazır Haritadan Belirlenen Bina Çeşitleri ve Alanları

Yöntemde detaylı anlatıldığı gibi ortofoto görüntülerinden çalışma alanı içinde betonarme, kargir ve cami olmak üzere üç tip yapı türü bulunduğu tespit edilmiştir.

Eryaman bölgesinden seçilen bölge daha çok ikamet amaçlı binaların yer aldığı bir alandır. Bu nedenle, çelik konstrüksiyon, cam giydirme gibi bina tiplerine rastlanmamıştır.

Halihazır haritalarda bina çatıları görünmediğinden ortofoto harita ile halihazır harita örtüştürülmüş, iki haritada da yer alan binaların çatıları ortofoto harita görüntüsünden belirlenmiştir.

Betonarme binalardan kiremit çatılı, membran çatılı, ve çatısı olmayan binalar tespit edilmiştir. Bu bina tiplerinin belirlenen sayıları şöyledir; kiremit çatılı 573 adet, membran çatılı 1778 adet, çatısı olmayan 21 adettir. Toplam betonarme bina sayısı 2372 adettir.

Kargir binalar, kiremit çatılı ve membran çatılı olmak üzere iki tiptir. Kiremit çatılı 622 adet, membran çatılı 9 adet olmak üzere toplamda 631 adet kargir bina tespit edilmiştir.

Camiler 5 adet olup 20.662 m² alanı kaplamaktadır.

1998 tarihli halihazır haritada toplam bina alanı 4.592.837 m², 4,59 km² olarak tespit edilmiştir (Çizelge-5).

Çizelge-5, irdelendiğinde, toplam alan içinde %95,6 ile betonarme binalar birinci sıradadır. Betonarme binalar kendi içinde çatı tipine göre oranlandığında membran çatılı olanların %70,3 olduğu görülür.

Çizelge 5.1998 yılı bina tiplerine göre toplam bina alanı

YAPI TİPİ	Alan(m ²)	Yapı tipinin toplam alandaki payı (%)
Betonarme Membran Çatılı	3.086.199,46	67,2
Betonarme Kiremit Çatılı	1.024.503	22,3
Betonarme Çatısız	280.004	6,1
Kargir Kiremit Çatılı	174.765,45	3,8
Kargir Membran Çatılı	6.702,86	0,15
Cami	20.662	0,45
Toplam	4.592.837	100

5.1.2. 2015 Tarihli True Ortofoto Haritadan Belirlenen Bina Çeşitleri ve Alanları

Yöntemde detaylı anlatıldığı gibi ortofoto görüntülerinden, çalışma alanı içinde betonarme, kargir ve cami olmak üzere üç tip yapı türü bulunduğu tespit edilmiştir.

Çatı tiplerinin tespit edilmesinde İnşaat Mühendisi uzmanlığından yararlanılmış, birlikte çalışma yapılarak ortofoto görüntülerinden binaların çatı tiplerini belirleme detayları öğrenilmiş ve binalar çatı tiplerine göre değerlendirilmiştir.

Betonarme binalardan kiremit çatılı, membran çatılı, ve çatısı olmayan binalar tespit edilmiştir. Bunların sayıları kiremit çatılı 599 adet, membran çatılı 2107 adet, çatısı olmayan 23 adettir. Toplam betonarme bina sayısı 2729 adettir.

Kargir binalar, kiremit çatılı ve membran çatılı olmak üzere iki tiptir. Bunların toplam sayıları; kiremit çatılı 622 adet, membran çatılı 9 adettir. Toplamda kargir bina sayısı 631 adettir.

9 adet cami 32.509 m² alan kaplamaktadır.

2015 yılında seçili alandaki toplam bina alanı 5.806.043 m²'dir (Çizelge-6).

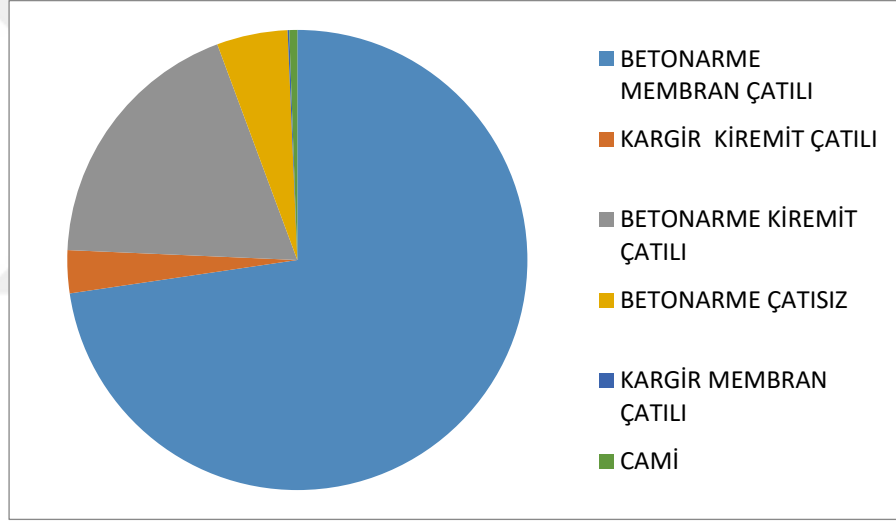
Çizelge-6'dan toplam alan içinde %96,32 ile betonarme binalar birinci sırada olduğu görülür. Betonarme binaların kendi içinde çatı tipine göre membran çatılı olanlar %75,5'dir.

Çalışma alanında 1998 yılında 3008 adet olan bina sayısı, yıllar içinde 361 adet artışla 2015 yılında 3369 adede ulaşmıştır. Yıllar içinde alana eklenen 361 binadan, 329 adedi betonarme ve membran çatılı binadan oluşmuştur.

Çizelge 6.2015 yılı bina tiplerine göre toplam bina alanları

YAPI TİPİ	Alan (m ²)	Yapı tipinin toplam alandaki payı (%)
Betonarme Membran Çatılı	4.219.689	72,68
Betonarme Kiremit Çatılı	1.083.098	18,65
Betonarme Çatisiz	289.278	4,98
Kargir Kiremit Çatılı	174.765,45	3,01
Kargir Membran Çatılı	6.702,86	0,12
Cami	32.509,4	0,56
Toplam	5.806.043	100

1998 yılında 7,34 km²'lik alanda, binaların kapladığı alan, 4,59 km² iken, bu rakam 2015 yılında eklenen binalarla 5,8 km²'ye yükselmiştir.



Şekil 22. 2015 yılı toplam bina alanlarının bina tiplerine göre dağılımı

5.2. Binalara Ait Malzeme Yoğunlukları ve Toplam Kullanılan Malzeme Miktarları

Binaların türlerine göre malzeme kompozisyonları; yapılan kabuller ve hesaplama detayları, Hacettepe BAP tarafından sağlanan ödenekle, hizmet alımı yoluyla İnşaat Mühendislerinden yardım alınarak yapıların bina tiplerine göre, bina yapımında kullanılan malzeme miktarlarının belirlenmesi sağlanmıştır. Hesaplama detayları ve yapılan kabuller Ek-1'de ve hazırlanan malzeme kompozisyonları Ek-2'de sunulmuştur.

Ek-2 Çizelge-18’de, çeşitli yapı türlerine göre verilen yapı malzemesi kompozisyonları ve birim alan başına miktarları tablolaştırılmış halde bulunmaktadır.

Ek-2 Çizelge-18’den yararlanılarak, çalışma alanında tespit edilen bina türlerine göre malzeme miktarları ele alınarak çizelge kısaltılmıştır. Özetlenen malzeme kompozisyonları tablosu Çizelge-7’de yer almaktadır.

Çizelge 7.Yapı türlerine göre malzeme yoğunlukları

MALZEME ADI/YAPI TÜRÜNE GÖRE ORANLAR (kg/m²)	Betonarme kiremit çatılı	Betonarme membran çatılı	Kargir çatısız	Kargir kiremit çatılı	Kargir membran çatılı	Cami
ÇİMENTO	262	262	328,5	328,5	328,5	305,7
İRİ AGREGA	441,6	441,6	441,6	441,6	441,6	673,4
İNCE AGREGA	505,2	505,2	689,9	689,9	689,9	628,3
ALÜMİNYUM	0,238	0,238	0,81	0,81	0,81	0,07
PVC	1,56	1,56	2,88	2,88	2,88	0,31
AHŞAP	21,52	21,52	5,44	23,04	23,04	12,98
KURŞUN	0	0	0	0	0	32,4
BOYA	0,66	0,66	0,92	0,92	0,92	0,44
BAKIR	0,21	0,21	0,69	0,69	0,69	0,12
MERMER	1,38	1,38	2,62	2,62	2,62	11,45
SERAMİK	9	9	10,8	10,8	10,8	7,56
LASTİK	0,016	0,016	0,034	0,03	0,034	0,01
İNŞAAT DEMİRİ	33,8	33,8	24	24	24	54
ÇELİK İMALAT	0,76	0,76	1,73	1,73	1,73	0,24
KİREÇ	23,21	23,21	48,18	48,18	48,18	18,29
ALÇI	20,57	20,57	17,08	17,08	17,08	21,07
MEMBRAN	12,18	14,22	6,49	0,39	2,42	11,8
KİL	51,4	0	0	51,04	0	0
CAMYÜNÜ	1,54	1,54	0,77	0,77	0,77	0
BİMS(POMZA)	300	300	420	420	420	200
EPS-XPS	0,138	0,138	0,138	0,14	0,138	0,183
CAM	1,85	1,85	2,55	2,55	2,55	0,493
GRANİT	11,2	11,2	3,36	3,36	3,36	2,8
TOPLAM(kg/m²)	1700	1650,7	2008,4	2071	2022	1981,7

Kargir yapı, herhangi bir taşıyıcı iskelet sistemine sahip olmayıp üzerine gelen yükleri taşıyıcı duvarlar vasıtasıyla temele aktaran yapılardır. Taşıyıcı duvarlar genellikle taş, dolu bimsblok, tuğla gibi elemanlardan oluşmaktadır. Ortalama olarak yapı taban alanının %14 i duvarın kapladığı, %56 ahşap laminat parke, % 24 seramik kaplama, % 6 oranında granit kaplama olduğu kabul edilmiştir. Yapı ebatları 10,8*8 metre boyutlarında bir kargir yapı, kat yüksekliği 3 metre alınmıştır.

Betonarme yapı, taşıyıcı sisteminde inşaat demiri ve beton kullanılarak betonarme kolon ve perdelerden oluşan sisteme betonarme sistem denir. Yığma yapılardan farkı daha sağlam ve duvarları bölme görevindedir. Taşıyıcı duvarları yoktur. Betonarme apartmanların malzeme ihtiyaçları hesaplanırken ortalama olarak bodrum kat ve 6 normal kattan oluşan 7 katlı bir apartman baz alınarak hesaplanmıştır. Apartmanın ebatları 28*15 metre ve kat yüksekliği 3 metre alınmıştır.

Betonarme bir yapıda ortalama, taban alanının %10'unu duvarın kapladığı, %50 ahşap laminat parke, %20 seramik kaplama, %20 oranında granit kaplama olduğu kabul edilmiştir.

Caminin hesaplanmasında, taşıyıcı sistemi betonarme olarak yapılmış, 2 minareli, kubbeli ve bodrum, zemin ve mahfil katı olan bir cami baz alınarak malzeme ihtiyacı ortalama olarak hesaplanmıştır. Caminin toplam 760 m² oturumlu olduğu, inşaat alanı 2050 m² olarak hesaplanmaktadır.

Malzeme kompozisyonları (Çizelge-7), betonarme yapılar için incelendiğinde; bina türü betonarme ise çatı tipi kiremit olduğunda sadece yapımda kullanılan malzemelere kiremitin hammaddesi olan kil eklenmektedir. Çatı tipi membran olduğunda, kiremit çatılı bina tipinde metrekare başına 12,18 kg olan oran 14,22 kg'a çıkmaktadır. Membran malzemesinin kullanım yerine göre değerlendirildiğinde yapıların temelinde su yalıtımı içinde kullanıldığı belirtildiğinden, kiremit çatılı olan binalarda da membran malzemesinin belli oranda kullanıldığı görülmektedir.

Kargir(yığma) yapılar için malzeme kompozisyonlarını incelediğimizde çatı tipi değiştiğinde değişen malzeme kil malzemesidir. Kil sadece kiremit çatılı malzemelerde kullanılmaktadır.

Yığma yapılarla, betonarme yapı tipini malzeme kompozisyonları açısından karşılaştırsak; başlıca bims, çimento, ince agreg, alüminyum, PVC ve kireç kullanım miktarları yığma yapıda daha fazladır. İnşaat demiri, alçı, membran, cam yünü ve granit kullanım oranları ise yığma yapıya göre betonarme yapıda fazla miktarda bulunmaktadır.

Cami yapı malzemelerinin, betonarme ve yığma yapılardan farklılığı incelendiğinde, kurşun malzemesinin sadece camide kullanıldığı, cam yünü malzemesinin ise kullanılmadığı görülür. Mermer kullanımının 4-5 kat fazla olduğu, iri agreganın 1/3 oranında fazla olduğu, ahşap kullanımının ise yarısı miktarda olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

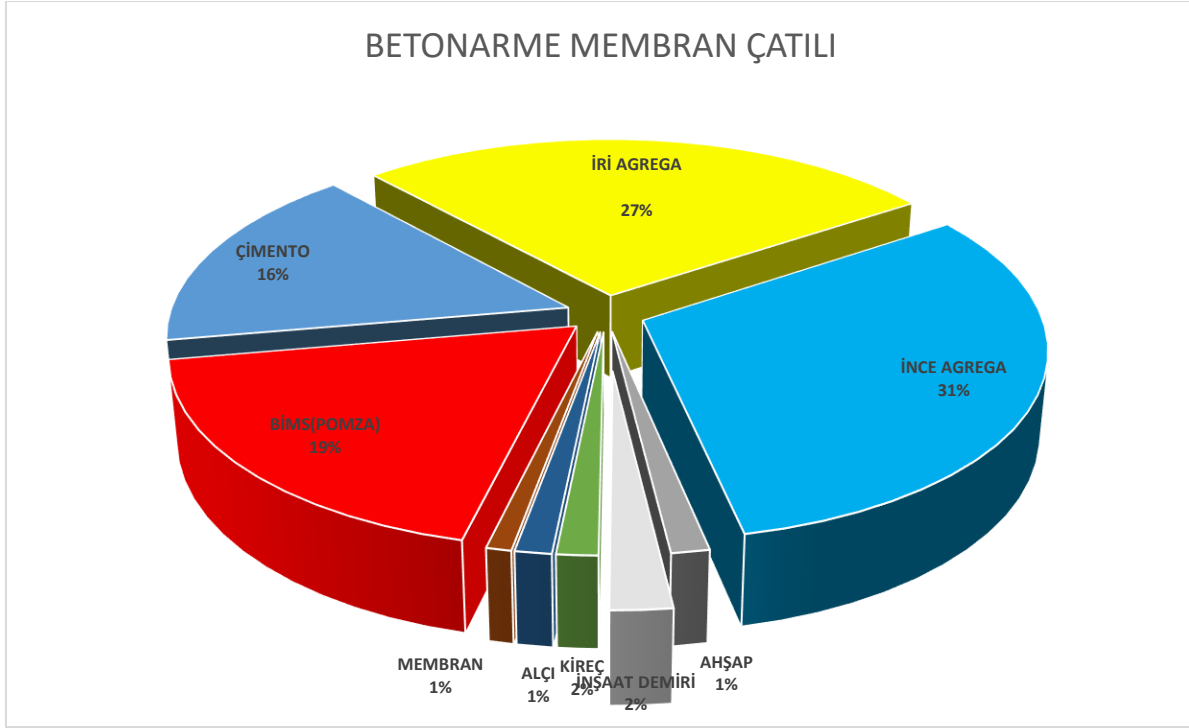
Kurşun, cam yünü, iri agreg ve mermerin kullanım yerleri göz önünde bulundurulduğunda yorumlanabilir. Cam yünü, kiremit çatılı yapılarda üst döşeme altında kullanılmaktadır. Cami kubbelerinde kaplama malzemesi olarak kurşun kullanılmaktadır. Bu nedenle cam yünü yerine kurşun malzemesi kullanılmaktadır. Betonun yapısında iri agreg (kırmı taş, çakıl veya ikisinin karışımı) ağırlıkça %46 oranında kullanılmaktadır. Cami yapısındaki iri agreganın malzeme kompozisyonu tablosunda diğr yapı tiplerinden fazla olmasının nedeni cami çevresinin beton olmasıdır. Mermer kullanımının fazla olması, diğr yapılardan farklı olarak cami yapısının çoğu alanında mermer kaplamalar kullanılmasına bağlanmaktadır.

Yapıları, bina tiplerine bakılmaksızın, metrekare başına kullanılan toplam malzeme miktarı açısından değerlendirildiğinde; 2071 kg malzeme ile kargir kiremit çatılı yapı birinci, 1651 kg malzeme ile betonarme membran çatılı bina ise son sırada yer almaktadır.

Yapı tipine bakılmaksızın sadece çatı farklılığı değerlendirildiğinde, çatının kiremit olması toplam malzemede 51 kg kadar artış yaratmaktadır.

Çizelge-7 kullanılarak, yıllara göre seçilen alandaki bina tiplerine ait alanlar ile metrekare başına verilen malzeme miktarları çarpılarak toplam malzeme miktarları hesaplanmaktadır.

Şekil-23'de, Çizelge-7'de yer alan yapı türlerinden betonarme membran çatılı binanın malzeme kompozisyonlarının toplam içindeki oranları grafik halinde gösterilmiştir.



Şekil 23.Betonarme membran çatılı yapı türünün malzeme % oranları

1998 yılı için Çizelge-5'de yer alan bina alanları ile Çizelge-7'de yer alan bina türlerine göre malzeme kompozisyonları çarpılarak hesaplamalar yapılmış ve hesaplama sonucunda bulunan toplam malzeme miktarları Çizelge-8'de verilmiştir.

Çizelge-8 incelendiğinde, 1998 yılında toplam malzeme miktarının 7,81 megaton olduğu görülmektedir. Toplam malzemenin içinde kullanılan malzeme cinsine göre, 2,4 megaton ile ince agrega birinci sıradadır. 2,03 megaton(Mt) iri agrega ikinci sırada, 1,43 megatonla bims(pomza) üçüncü, çimento miktarı ise 1.23 megaton ile dördüncü sırada yer almaktadır.

Çizelge 8.1998 yılı bina tipine göre malzeme kompozisyonları

MALZEME ADI/YAPI TÜRÜNE GÖRE TOPLAM	Betonarme kiremit çatılı (ton)	Betonarme membran çatılı (ton)	Yığma çatısız (ton)	Yığma kiremit çatılı (ton)	Yığma membran çatılı (ton)	Cami (ton)	Toplam Malzeme (ton)
ÇİMENTO	57.403,5	2.201,6	91.970,1	268.419,8	808.584,4	6.316,4	1.234.895,8
İRİ AGREGA	77.176,4	2.960	123.649,8	452.420,5	1.362.865,9	13.914,6	2.032.987,2
İNCE AGREGA	120.563,7	4.624	193.163,6	517.589,2	1.559.179,1	12.981,7	2.408.101,3
ALÜMİNYUM	141,6	5,4	226,8	243,8	734,5	1,4	1.353,6
PVC	503,3	19,3	806,4	1.598,2	4.814,5	6,4	7.748,1
AHŞAP	4.026,6	154,4	1.523,2	22.047,3	66.415	268,2	94.434,8
KURŞUN	0	0	0	0	0	669,4	669,4
BOYA	160,8	6,2	257,6	676,2	2.036,9	9,1	3.146,7
BAKIR	120,6	4,6	193,2	215,1	648,1	2,5	1.184,1
MERMER	457,9	17,6	733,6	1.413,8	4.259	236,6	7.118,4
SERAMİK	1.887,5	72,4	302,4	9.220,5	27.775,8	156,2	42.136,4
LASTİK	5,9	0,2	9,5	16,4	49,4	0,2	81,7
İNŞAAT DEMİRİ	4.194,4	160,9	6.720,1	34.628,2	104.313,6	1.115,7	151.132,8
ÇELİK İMALAT	302,3	11,6	484,4	778,6	2.345,5	5	3.927,4
KİREÇ	8.420,2	323	13.490,6	23.778,7	71.630,7	377,9	11.8021,1
ALÇI	2.985	114,5	4.782,5	21.074	63.483,1	435,3	92.874,5
MEMBRAN	67,3	16,2	1.817,2	12.478,4	43.885,8	243,8	58.508,8
KİL	8.920	0	0	52.659,5	0	0	61.579,5
CAMYÜNÜ	134,6	5,2	215,6	1.577,7	4.752,7	0	6.685,8
BİMS-POMZA	73.401,5	2.815,2	11.7601,7	307.350,9	925.860	4.132,4	1.431.161,7
EPS-XPS	24,1	0,9	38,6	141,4	425,9	3,8	634,7
CAM	445,7	17,1	714	1.895,3	5.709,5	10,2	8.791,7
GRANİT	587,2	22,5	940,8	1.1474,4	34.565,4	57,9	47.648,3
TOPLAM	361.930	13.552,8	562.363,4	1.741.698,1	5.094.334,8	40.944,8	7.814.823,9

Çizelge 9.1998 yılı yapı türüne göre toplam malzeme miktarları

YAPI TİPİ	TOPLAM MALZEME (kg)	TOPLAM MALZEME (Mt)	Toplam stoktaki payı (%)
Betonarme kiremit çatılı	1741698129	1,7417	22,29
Betonarme membran çatılı	5094334788	5,0943	65,19
Yığma çatısız	40944769.65	0,04094	0,52
Yığma kiremit çatılı	562363393.6	0,5624	7,2
Yığma membran çatılı	361929984.4	0,3619	4,63
Cami	13552790.11	0,0136	0,17
Toplam	7814823855	7,8148	100

1998 yılı toplam malzeme stoğu bina tiplerine göre oranlanarak Çizelge-9'da verilmiştir. Çizelge-9'da, toplam malzeme miktarı yapı türüne göre değerlendirildiğinde 7,81 megaton malzemenin 5,09 megatonunun %65,2 ile betonarme membran çatılı binalara ait olduğu görülmektedir.

2015 yılı için Çizelge-6'te yer alan bina alanları ile Çizelge-7'de yer alan bina türlerine göre malzeme kompozisyonları çarpılarak hesaplamalar yapılmış ve hesaplama sonucunda bulunan toplam malzeme miktarları Çizelge-10'da verilmiştir.

Çizelge 10.2015 yılı bina tipine göre malzeme kompozisyonları

MALZEME ADI/YAPI TÜRÜNE GÖRE ORANLAR	Betonarme kiremitçatılı (ton)	Betonarme membrane çatılı (ton)	Kargir çatısız (ton)	Yığma kiremit çatılı (ton)	Yığma membran çatılı (ton)	Cami (ton)	Toplam Malzeme (ton)
ÇİMENTO	283.771,8	1.105.558,5	95.016,3	57.403,5	2.201,7	9.938,1	1.553.889,8
İRİ AGREGA	478.296,3	1.863.414,7	127.745,2	77.176,4	2.960	21.893,1	2.571.485,7
İNCE AGREGA	547.192,2	2.131.829,1	199.561,3	120.563,7	4.624	20.425,3	3.024.195,8
ALÜMİNYUM	257,8	1.004,3	234,3	141,6	5,4	2,3	1.645,6
PVC	1.689,6	6.582,7	833,1	503,3	19,3	10,1	9.638,2
AHŞAP	23.308,3	90.807,7	1.573,7	4.026,6	154,4	422	120.292,7
KURŞUN	0	0	0	0.00	0	1.053,3	1.053,3
BOYA	714,8	2.785	266,1	160,8	6,2	14,3	3.947,2
BAKIR	227,5	886,1	199,6	120,6	4,6	3,9	1.442,3
MERMER	1.494,7	5.823,2	757,9	457,9	17,6	372,2	8.923,4
SERAMİK	9.747,9	37.977,2	3.124,2	1.887,5	72,4	245,8	53.054,9
LASTİK	17,3	67,5	9,8	5,9	0,2	0,3	101,2
İNŞAAT DEMİRİ	36.608,7	142.625,5	6.942,7	4.194,4	160,9	175,6	192.287,6
ÇELİK İMALAT	823,2	3.207	500,5	302,3	11,6	7,8	4.852,3
KİREÇ	25.138,7	97.939	13.937,4	8.420,2	323	594,6	146.352,9
ALÇI	22.279,3	86.799	4.940,9	2.985	114,5	685	117.803,7
MEMBRAN	13.192,1	60.004	1.877,4	67,3	16,2	383,6	75.540,6
KİL	55.671,3	0	0	8.920	0	0	64.591,3
CAMYÜNÜ	1.668	6.498,3	222,7	134,6	5,2	0	8.528,8
BİMS(POMZA)	324.929,5	1.265.906,7	121.496,8	73.401,5	28,2	6.501,9	1.795.051,6
EPS-XPS	149,5	582,3	39,9	24,1	0,9	5,9	802,7
CAM	2.003,7	7.806,4	737,7	445,7	17,1	16	11.026,6
GRANİT	12.130,7	47.260,5	972	587,2	22,5	91	61.064
TOPLAM	1.841.312,9	6.965.364,7	580.989,4	361.930,1	13.553,1	64.422,1	9.827.572,2

2015 yılı için toplam malzeme miktarı yaklaşık 9,83 megaton hesaplanmaktadır. Bu malzemelerin içinde 3,02 megaton ile ince agrega miktarı birinci sıradadır. 2,57 Megaton iri agrega miktarı ikinci sırada, 1,795 megaton bims(pomza) üçüncü, çimento miktarı ise 1,55 megaton ile dördüncü sıradadır.

Çizelge 11.2015 yılı yapı türüne göre toplam malzeme miktarları

YAPI TİPİ	TOPLAM MALZEME (kg)	TOPLAM MALZEME (Mt)	Toplam stoktaki payı (%)
Betonarme kiremit çatılı	1.841.312.872	1,841	18,72
Betonarme membran çatılı	6.965.364.678	6,9654	70,88
Yığma çatısız	580.989.406	0,581	5,93
Yığma kiremit çatılı	361.930.088	0,362	3,68
Yığma membran çatılı	13.553.077	0,0136	0,14
Cami	64.422.122	0,064	0,65
Toplam	9.827.572.244	9,827	100

Çizelge 11’de görüldüğü gibi 2015 yılı toplam malzeme miktarı yapı türüne göre değerlendirildiğinde 9,83 megaton malzemenin yaklaşık 6,97 megatonunun %70,88 ile betonarme membran çatılı binalara ait olduğu görülmektedir.

5.3. SNK İndikatörü

Eryaman semti seçilen alanda 1998 ve 2015 yılları için yukarıda detaylı hesaplama yöntemleri verilen yollarla toplam malzeme miktarı sırasıyla yaklaşık olarak 7,81 ve 9,83 megaton bulunmaktadır.

Stoğa Net Katkı (SNK) indikatörü, toplam stoğun nüfusa oranlanmasıyla hesaplanmaktadır.

Ankara SNK indikatörünü hesaplama işleminde çalışma alanı olan 7,34 km² için bulunan değerler doğru orantı yöntemi ile genişletilerek hesaplanmaktadır.

Çalışma alanın 7,34 km²’lik alan için nüfus verisine ulaşamadığından hesaplama Eryaman semtinin de içinde yer aldığı Etimesgut ilçesinin nüfusu ile gerçekleştirilerek, söz konusu yıllarda Ankara’nın nüfus yoğunluğu baz alınarak Ankara SNK indikatörü verisine ulaşılmaktadır.

Eryaman semti için 7,34 km² alanda 1998 yılı toplam malzeme miktarı 7.814.824 ton hesaplanmıştır. Etimesgut ilçesinin alanı olan 273 km² için genişletildiğinde 1998 yılı toplam malzeme miktarı 288.303.642 ton olarak hesaplanır. 2000 yılı Etimesgut nüfusu 171.293 kişidir. Etimesgut için SNK indikatörü 1683 ton/kşi hesaplanmaktadır.

Ankara ilinin 2000 yılı nüfusunun 4.007.860 kşi olduğundan hareketle Ankara ilinin ise 2000 yılı nüfus yoğunluğu 151 kşi/km²'dir. Etimesgut ilçesinin 2000 yılı nüfus yoğunluğu 627 kşi/km² , nüfus yoğunluklarına göre SNK indikatörü Ankara için hesaplandığında 405 ton/kşi bulunmaktadır.

Eryaman semti için 7,34 km² alanda 2015 yılı toplam malzeme miktarı 9,83 megaton hesaplanmaktadır.

Etimesgut ilçesinin alanı olan 273 km² için genişletirsek 2015 yılı toplam malzeme miktarı 362.557.724 ton olarak hesaplanmaktadır.

2015 yılı Etimesgut nüfusu 527.959 kişidir. Etimesgut için SNK indikatörü 686,7 ton/kşi hesaplanmaktadır.

Etimesgut ilçesinin 2015 yılı nüfus yoğunluğu 1934 kşi/km² , Ankara ilinin ise 2015 yılı nüfus yoğunluğu 215 kşi/km²'dir [34].

Nüfus yoğunluklarına göre Ankara için SNK indikatörü hesaplandığında 76 ton/kşi bulunmaktadır.

5.3.1. SNK İndikatörünün 1998 ve 2015 Yılları Arasında Artışı

1998 yılından 2015 yılına toplam malzeme stoğu miktarındaki artış 2.012.748 tondur. Toplam bina alanındaki artış ise 1,2 km²'dir.

Çizelge 12.Etimesgut ve Ankara için bulunan SNK indikatörü değerleri

ÇALIŞMA YILI	SEMT/ŞEHİR ADI	YÜZÖLÇÜMÜ (km ²)	NÜFUSU	NÜFUS YOĞUNLUĞU (Kşi/ km ²)	SNK (Ton/kşi)
1998	Etimesgut	273	171.239 (2000)	627	1683
	Ankara	25.632	4.007.860(2000)	151	405
2015	Etimesgut	273	527.959	1934	687
	Ankara	25.632	5.270.575	215	76

Ankara için SNK indikatörü değeri 1998 yılında 405 ton/kişi iken, 2015 yılında kişi başına 76 ton'a düşmektedir.

SNK indikatörünün düşüş nedeninin, çalışma alanının nüfus artışı olabileceği değerlendirilmektedir. Çalışma alanının bina yerleşiminin 1998 yılı ile 2015 yılı verileri kıyaslandığında; toplam binaların kapladığı alan 1998 yılında 4,59 km² iken 2015 yılında 5,8 km²'ye ulaştığı görülmektedir. Bina alanındaki artış yaklaşık 1,2 km² iken aynı yıllar arasında Etimesgut ilçesindeki nüfus yoğunluğundaki artış 627 kişi iken 1934 kişiye yükselmiş yani 3 kattan fazla artmıştır.

Eryaman semtinin 1995 yılında yapılaşmaya başlayan bir semt olduğu göz önüne alındığında 2015 yılında, 1998 yılındaki bina alanı ve malzeme miktarının ilk yapıldığı şeklini hemen hemen koruduğu ancak bölgedeki nüfusun hızlı artmasından dolayı SNK indikatörünün zamanla azaldığı sonucuna varılmaktadır.

5.3.2. SNK İndikatörünün GDP ile Kıyaslanması

Stoğa net katkı indikatörü fiziksel büyümenin bir ölçüsüdür. Binalardan kaynaklanan stok miktarı ile ekonomik performans ilişkilendirilerek zaman içinde verimlilik olup olmadığı, daha az malzeme ile daha yüksek ekonomik büyümenin gerçekleşip gerçekleşmediği yorumlanabilmektedir.

1998 ve 2015 yıllarında Ankara'nın SNK değeri aynı yıllardaki ekonomik performans göstergesi GDP ile oranlandığında bulunan değer azaldığı görülmektedir. Bu azalma verimliliğin gerçekleştiğini göstermektedir.

Çizelge 13.SNK indikatörünün GDP ile kıyaslanması

Çalışma yılı/ Kıyaslama verisi	1998	2015	Yıllık artış hızı
SNK indikatörü (ton/kişi)	405	76	-19,35
GDP (\$/kişi)	3.917 \$	10.135\$	365,7 \$
SNK/GDP	0,1	0,007	0,005

5.3.3. SNK İndikatörünün Diğer Ülkelerdeki Çalışma Sonuçları ile Kıyaslama Sonuçları

Literatür özeti bölümünde sunulan SNK indikatörü verisi sunan mevcut çalışmalara bu çalışma ile Ankara için bulunan SNK değerinin eklendiği çizelge Çizelge-15'te yer almaktadır. Çizelgeden görüldüğü gibi 6 şehir için 13 ton/kışı'den düşük rakamlar söz konusudur. Ankara için bulunan değeri Avrupa geneli için bulunan değere çok yakındır (72'ye göre 76). Viyana ve Manchester için ise Ankara değeri 3 katından fazla değerler bulunmuştur.

Çalışma sonuçlarının farklılığı konusunda inceleme yapıldığında birçok neden ortaya çıkmaktadır. Öncelikle söz konusu şehirlerin bina tipleri, binaların yapı malzemesi kompozisyonundaki farklılıklar, şehirler arasında sosyoekonomik farklılıkların olması, yapıların ömrünün uzun tutulması elde edilen sonuçları etkileyen temel sebepler olarak sayılabilir.

İkinci olarak, materyal ve yöntem sebebiyle de bulunan rakam değişmektedir. Materyal ve yöntemde seçilen alanın nüfus yoğunluğu, çalışma alanı yüzölçümü, şehri temsil etme başarısı, seçilen MAA çalışma yöntemi, stok malzemeye dahil edilen içerik, ve hesaplamada kullanılan veri kaynakları nedeniyle oluşan belirsizlikler sonuçlar arasındaki farkın temel sebeplerdir. Yöntemde detaylı anlatıldığı gibi SNK indikatörü doğrudan ve dolaylı hesaplama yöntemi olmak üzere iki yöntemle hesaplanmaktadır.

Stok malzemeye dahil edilen içerikte, bu çalışmada olduğu gibi sadece binaları stok malzemeye dahil eden çalışmalar olduğu gibi, Viyana örneğinde olduğu gibi tren ve karayollarını ve binaları stok malzemeye dahil eden çalışmalar ve MAA yöntemi kullanan Paris, Lizbon gibi ömrü bir yıldan uzun olan malzemeleri stok malzemeye dahil eden çalışmalar da mevcuttur.

Çalışma verilerinin temin edildiği yerler farklılık göstermektedir. Bazı çalışmalarda istatistik kurumlarındaki veya belediyelerdeki mevcut verilerden faydalanılmıştır. Bazılarında ise üç boyutlu veya dört boyutlu Coğrafi Bilgi Sistemleri verilerinden faydalanılarak veri elde edilmiştir. Dört boyutlu CBS verilerinde çalışma alanındaki altyapı malzemeleri hesaplamalara dahil edilmiştir. Farkın bir diğer nedeni,

çalışmaların çoğunda seçilen alan söz konusu şehrin nüfus yoğunluğu projeksiyonuna yakın olduğu için çalışma alanındaki verilerin şehir geneline direkt yansıtılmasıdır. Örneğin Birleşik Krallık ve Japonya için gerçekleştirilen çalışmada, 11 ve 8 km²'lik alanda çalışılmış verilerin şehir geneline yansıtılması hesabı yapılmamıştır.

Çizelge 14.Ankara'nın SNK değerinin diğer şehirlerle kıyaslanması

ŞEHİR	Nüfus Yoğunluğu kişi/km ²	Çalışma Alanı(km ²)	Stok miktarı	Çalışma yöntemi	Stok malzeme içeriği	SNK ton/kişi
Paris (2003)	20.629		3100 kiloton	MFA		1,4
Stockholm	305			MFA	ömrü bir yıldan fazla olan malzemeler (metal, kimyasallar, yakıtlar, yapı malzemeleri)	7,4
Malmö	246			MFA	ömrü bir yıldan fazla olan malzemeler (metal, kimyasallar, yakıtlar, yapı malzemeleri)	7,96
Gothenburg	246			MFA	ömrü bir yıldan fazla olan malzemeler (metal, kimyasallar, yakıtlar, yapı malzemeleri)	8,05
Rio de Janeiro(2010)	5.266	1200,00	78.828.773 ton	MFA	İkamet edilen binalar	12,5
Lizbon(2004)	6.658		7.158 milyon ton	MFA	binalar	12,8
EU25 (2009)*			35 milyar ton	MFA	İkamet edilen binalar	72
Ankara (2015)	215	7,34	9.827.572 ton	3D-GIS	İkamet edilen binalar	76
Vakayama(2004)	4.529	11,00	418.000 ton	4D-GIS	binalar, tren ve karayolları	111
Viyana	4.342			GIS	binalar ve altyapı	210
Manchester(2004)	3.815	8,00		4D-GIS	binalar, tren ve karayolları	247

Not:EU 25 Avusturya, Belçika, Kıbrıs, Çek Cum., Danimarka, Estonya, Finlandiya, Fransa, Almanya, Yunanistan, Macaristan, İrlanda, İtalya, Letonya, Litvanya, Malta, Hollanda, Polonya, Portekiz, Slovakya, Slovenya, İspanya, İsveç, BK

5.4. Gelecek Atık Projeksiyonunun Hesaplanması

Yapı malzemeleri binalar ömrünü tamamladıktan sonra yıkıldığında ciddi miktarda atık oluşturacaktır. Binaların ömürleri bölgesel/mekânsal olarak değiştiği için atığın ne zaman oluşacağı bilinmemektedir. Bu çalışma kapsamında Eryaman bölgesinden çıkacak malzemelerin atık miktarı, çeşidi, geri kazanılma potansiyeli ve atık oluşma zamanı; beklenen ömür değeri 40 yıl olduğu temel alınarak tahmin edilmiştir [35].

Giriş bölümünde detaylı anlatıldığı gibi Türkiye için geri dönüştürülebilir malzemeler demir, kiremit, beton, mermer, seramik, ahşap, plastik, PVC, bakır, çelik, yalıtım

malzemesi ve alüminyumdur. Bu malzemelerin yapı malzemesi kompozisyonu Çizelge-7'deki betonu oluşturan çimento, iri ve ince agregası, yalıtım malzemesi olarak EPS-XPS köpük malzemesi ve membran, PVC esaslı malzemeler ise plastik ve PVC ve kiremit için kil miktarı alınacaktır. Dolayısıyla 1998 yılında binalardan kaynaklı toplam malzeme miktarı 7,81 Mt'dur. Bu miktarın geri dönüştürülebilir kısmı 6,1 Mt olarak hesaplanmıştır. Geri kalan geri dönüştürülemez atık ise 1,71 Mt'dur.

2015 yılı için bina stoğu malzeme toplamı 9.83 Mt, binaların ömrü tamamlandığında ortaya çıkacak atık miktarı olarak hesaplanmıştır. Geri dönüştürülebilir yapı malzemesi miktarı 7,68 Mt olarak hesaplanmıştır. Geri kalan geri dönüştürülemez atık ise 2,15 Mt olarak tahmin edilmiştir.

5.5. Yapı Malzemelerindeki Saklı Enerji Miktarı

Binaların yapım, yıkım ve onarım aşamasında atıklar oluşmaktadır. Bu atıklar ciddi çevre problemlerine neden olmaktadır. Dolayısıyla binalardan kaynaklanan atıkların geri dönüştürülmesi önem arz etmektedir.

Literatürde Türkiye'de yıllık üretilen katı atık miktarının yaklaşık 38 milyon ton olduğu vurgulanmıştır. İkamet edilen binalar için gerekli yapı malzemelerinin üretimi küresel birincil enerji kaynaklarının talebinde önemli rol oynamaktadır. Dünyada birincil enerjinin yaklaşık %40'ını binalar tüketmektedir. EU-28'de ikamet edilen binaların son enerji tüketimi 2001'den 2011'e kadar %9 oranında azalmıştır. Aynı periyotta EU-28'in tersine bir durum olarak Türkiye'de ikamet edilen binaların enerji tüketimi %48 oranında arttığı kaydedilmektedir. Türkiye'nin enerji ihtiyacının yaklaşık %32'si ikamet edilen binalardan kaynaklanmaktadır [36].

Toplam malzeme miktarının çeşitliliğine göre saklı enerji miktarını hesaplamak için enerji ve CO₂ emisyonu miktarlarını içeren yapı malzemelerine özel veritabanı ICE 1.6 kullanılarak, bu çalışmanın sonucunda ulaşılan yapı malzemesi kompozisyonu için birim enerji değerleri tespit edilerek Çizelge-15 oluşturulmuştur.

Çizelge 15.Bina yapı malzemelerinin saklı enerji miktarları

MALZEME ADI	SAKLI ENERJİ MJ/kg
ÇİMENTO	4.6
İRİ AGREGA(ÇAKIL)	0.3
İNCE AGREGA(KUM)	0.1
ALÜMİNYUM	155
PVC	77.2
AHŞAP	8.5
KURŞUN	25
BOYA	68
BAKIR	40-55*
MERMER	2
SERAMİK	10
LASTİK	80.5
DEMİR	25
ÇELİK	24.4
KİREÇ	5.3
ALÇI	1.8
MEMBRAN(MUŞAMBA)	25
KİL	3
CAMYÜNÜ(FİBREGLASS)	100
BİMS(POMZA)	0.03
EPS	88.6
CAM	15
GRANİT(TAŞ)	0,1-13,9*

*Tüm veriler ICE database versiyon 1.6'dan alınmıştır.

Aralık olan değerlerde maksimum değerler baz alınmıştır.

Çizelge-14'teki değerler 1998 ve 2015 yılı toplam malzeme miktarları ile çarpılarak hesaplandığında 1998 yılı için Eryamanda seçilen alandaki binaların saklı enerji miktarı 16.756 TJ'dür (Çizelge-15). 1998 yılında seçili alanın 4.59 km²'sinde bina olduğu için m² başına saklı enerji hesaplandığında 3.648 MJ/m² değeri bulunmuştur.

Çizelge 16.1998 Malzeme kompozisyonları ve toplam saklı enerji miktarı

MALZEME ADI	TOPLAM MALZEME MİKTARI (Ton)	SAKLI ENERJİ MJ/kg	TOPLAM SAKLI ENERJİ (TJ)
ÇİMENTO	1.234.895,8	4,6	5.680,5
İRİ AGREGA	2.032.987,2	0,3	609,9
İNCA AGREGA	2.408.101,3	0,1	240,8
ALÜMİNYUM	1.353,6	155	209,8
PVC	7.748,1	77,2	598,2
AHŞAP	94.434,8	8,5	802,7
KURŞUN	669,4	25	16,7
BOYA	3.146,7	68	214
BAKIR	1.184,1	55	65,1
MERMER	7.118,4	2	14,1
SERAMİK	42.136,4	10	421,3
LASTİK	81,7	80,5	6,6
İNŞAAT DEMİRİ	151.132,8	25	3.778,3
ÇELİK İMALAT	3.927,4	24,4	95,8
KİREÇ	118.021,1	5,3	625,5
ALÇI	92.874,5	1,8	167,2
MEMBRAN	58.508,8	25	1.462,7
KİL	61.579,5	3	184,7
CAMYÜNÜ	6.685,8	100	668,6
BİMS(POMZA)	1.431.161,7	0,03	42,9
EPS-XPS	634,7	88,6	56,2
CAM	8.791,7	15	131,9
GRANİT	47.648,3	13,9	662,3
TOPLAM			16.756

2015 yılı için Eryamanda seçilen alandaki binaların saklı enerji miktarı 21.161 TJ'dür. (Çizelge 16) 2015 yılında seçili alanın 5.806.043,026 m² bina olduğunda m² başına saklı enerji miktarı 3.644 MJ/m² bulunabilmektedir.

Çizelge 17.2015 Malzeme kompozisyonları ve toplam saklı enerji miktarı

MALZEME ADI	TOPLAM MALZEME MİKTARI (Ton)	SAKLI ENERJİ MJ/kg	TOPLAM SAKLI ENERJİ (TJ)
ÇİMENTO	1.553.889,8	4,6	7.147,9
İRİ AGREGA	2.571.485,7	0,3	771,4
İNCE AGREGA	3.024.195,8	0,1	302,4
ALÜMİNYUM	1.645,6	155	255,1
PVC	9.638,2	77,2	744
AHŞAP	120.292,7	8,5	1.022,5
KURŞUN	1.053,3	25	26,3
BOYA	3.947,2	68	268,4
BAKIR	1.442,3	55	79,3
MERMER	8.923,4	2	17,8
SERAMİK	53.054,9	10	530,5
LASTİK	101,2	80,5	8,1
İNŞAAT DEMİRİ	192.287,6	25	4.807,2
ÇELİK İMALAT	4.852,3	24,4	118,4
KİREÇ	146.352,9	5,3	775,7
ALÇI	117.803,7	1,8	212
MEMBRAN	75.540,6	25	1.888,5
KİL	64.591,3	3	193,8
CAMYÜNÜ	8.528,8	100	852,9
BİMS(POMZA)	1.795.051,6	0,03	53,8
EPS-XPS	802,7	88,6	71,1
CAM	11.026,6	15	165,4
GRANİT	61.064	13,9	848,8
TOPLAM			21.162

Literatürde ikamet edilen binalarda saklı enerji miktarı ile ilgili farklı değerler bulunmaktadır. Atmaca (2016) yaptığı çalışmanın sonucunda 3 ile 8 GJ/m² değerinin yer aldığını paylaşmıştır. Bu çalışmada bulunan değer 1998 yılı için 3,648 GJ/m²'dir. 2015 yılı için bulunan değer 3,644 GJ/m²'dir. Bu değerlerin Atmaca (2016)'yı destekler nitelikte olduğu görülmektedir.

6. SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Ankara'nın Eryaman semtinde seçilen çalışma alanında, Malzeme Akış Analizi doğrudan yöntemiyle üç boyutlu Coğrafi Bilgi Sistemi verilerinden ortofoto ve halihazır haritalardan NETCAD yazılımı kullanılarak binalardan kaynaklanan stok miktarı hesaplanmıştır.

Malzeme Akış Analizi indikatörü SNK, binalardan kaynaklanan stok miktarı ile hesaplandığında %90 oranında toplam stoğu temsil etmektedir.

Hesaplamalar 1998 ve 2015 yılı verilerine dayalı olarak yapılmıştır. Eryaman semti 1995 yılında yapılaşmaya başladığından bu yana yıkım yaşanmadığından hesaplanan stok miktarı kesin değerleri ifade etmektedir.

Ankara'nın Etimesgut ilçesinin Eryaman semtinden seçilen 7,34 km² alanda yer alan binalardan tahmin edilen stok miktarı, Ankara'nın nüfus yoğunluğuna göre doğru orantıyla Ankara için SNK indikatörü hesaplanmıştır. Seçilen alanda nüfus yoğunluğu, 2015 yılında Ankara ilçelerinin nüfus yoğunluğu verilerine göre 4. sıradadır. 2015 yılı nüfus yoğunluklarına göre Etimesgut ilçesi 1934 kişi/km², Ankara ise 215 kişi/km²'dir.

Ankara için SNK indikatörü 76 ton/kişi olarak hesaplanmıştır. Türkiye'nin kentsel bir bölgesi için böyle bir veri ilk kez elde edilmiştir. SNK indikatörünü hesaplamak için belirlenen çalışma adımlarının gelecek çalışmalara ışık tutacağı değerlendirilmektedir.

Literatürde yer alan SNK çalışmalarında seçilen alan, söz konusu şehrin nüfus yoğunluğu projeksiyonuna yakın ise, çalışma alanı sonucu direkt şehrin sonucu olarak verilmiştir. Ancak mevcut çalışmada yoğunluk farkı büyük olduğundan direkt kullanmak mümkün olmamıştır. Ankara için Sonuçlarda olabilecek belirsizliğin, nüfus yoğunluğuna göre doğru orantı ile hesaplamaktan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Ankara için elde edilen değer literatürdeki diğer kentsel metabolizma çalışma sonuçları ile kıyaslandığında Viyana'dan 3 kat az, Lizbon'dan 10 kat fazla olduğu görülmektedir. Söz konusu şehirlerin bina tipleri, binaların yapı malzemesi kompozisyonundaki farklılıklar, şehirler arasında sosyoekonomik farklılıkların olması

ile birlikte hesaplamada MFA çalışma yöntemlerinin farklılığı, stok malzeme olarak binaların yanında tren yollarının ve tüketim malzemelerinin hesaba katılması ve indikatörün hesaplanmasındaki yöntem farklılıklarının bu farkı oluşturduğu değerlendirilmektedir.

Sonuçlar saklı enerji ve geri dönüşüm oranlarının hesaplanması için kullanılarak bu konunun daha detaylı irdeleneceği gelecek çalışmalara önderlik edecek bir bilgi birikimi oluşturulmuştur.

Çalışma alanında yer alan binaların saklı enerji miktarı hesaplanmış, bu rakamın 3,6 GJ/m²'a ulaştığı tespit edilmiştir. Literatürde yer alan Türkiye'de ikamet edilen binalar için öngörülen aralık olan 3-8 GJ/m² aralığının alt limitine yakın bir değer elde edilmiştir.

Binalardan kaynaklı yapı malzemelerinin geri dönüştürülebilirlik oranları araştırılmış, yıkım aşamasında malzemeler birbirine çok karıştırılmadan atık elde edilirse, büyük oranda geri dönüşüm sağlanabileceği görülmektedir. 2015 yılında mevcut binalardan kaynaklanan malzeme miktarı 9,83 Mt'dur. Bu malzemelerin %78 oranında geri dönüşümünün sağlanabileceği tahmin edilmiştir.

Geri dönüşüm oranı ve malzeme miktarlarının, belediyelerin gelecek atık politikalarının oluşturulmasında ve geri dönüşüm sektöründe çalışma yürütenler için yol gösterir nitelikte olduğu değerlendirilmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Weisz H.,Steinberger K.J. Reducing Energy and Material Flows in Cities Environmental Sustainability (2), 185-192, **2010**
- [2] Onuncu Kalkınma Planı (2014-2018) , T.C. Kalkınma Bakanlığı , Ankara, Sf.119, **2013**
- [3] Reçber, N. & H. Şengül, Türkiye’de Hızlı Kentleşen 10 İlin Kentleşme Seviyesi Tespiti Çalışması, Sosyoekonomi, Vol. 26(36), 49-63, **2018**
- [4] Kovanda J., Havranek M., Hak T., Calculation of the ‘Net Additions to Stock’ Indicator for Czech Republic Using Direct Method, Journal of Industrial Ecology, Volume 11, Number 4, 140-154, **2007**
- [5] Barrett J., Vallack H., A Material Flow Analysis and Ecological Footprint of York, Technical Report, Stockholm Environment Institute, Stockholm, Sweden, **2002**
- [6] Hammond, G., Jones C., Inventory of Carbon and Energy(ICE) Version 1.6a, Sustainable Energy Research Team (SERT) Department of Mechanical Engineering, University of Bath, UK, **2008**
- [7] Endüstriyel ekoloji, <https://www.anahtar.sanayi.gov.tr/tr/news/endüstriyel-ekoloji/72> Aralık **2016**
- [8] Brundtland, “Ortak Geleceğimiz” raporu, Stockholm BM Çevre ve Kalkınma Komisyonu Raporu, **1987**
- [9] wikipedia, Mart **2016**
- [10] Ferrao P., Fernandez E.J., Sustainable Urban Metabolism., MIT Press ,Cambridge, 239, **2013**
- [11] <http://atiksahasi.com/Hafriyat-At%C4%B1klar%C4%B1>, Nisan **2018**
- [12] <http://www.aykutozdemir.com.tr/insaat/geri-donusum-ve-insaat-sektorundeki-yeri.html>, Nisan **2018**
- [13] Wolman, A., The Metabolism of Cities, Scientific American,213:179-190,**1965**
- [14] Zhang Y., Urban metabolism:A review of research methodologies, Environmental pollution 178, 463-473, **2013**
- [15] Holmes T.,Pincetl S. Urban Metabolism Literature Review, Center of Sustainable Urban Systems UCLA Institute of The Environment, 25, **2012**
- [16] Barles S., Urban Metabolism of Paris and Its Region, Journal of Industrial Ecology, Volume 13, 6, 898-912, **2009**
- [17] Niza S., Urban Metabolism Methodological Advances in Urban Material Flow Accounting Based on the Lisbon Case Study, Journal of Industrial Ecology Volume 13, 3, 384-405, **2009**

- [18] Rosado L.,Niza S.,Ferrao P., A Material Flow Accounting Case Study of The Lisbon Metropolitan Area using the Urban Metabolism Analyst Model, Journal of Industrial Ecology Volume 18, 1, 84-101, **2014**
- [19] Daigo I., Igarashi Y., Matsuno Y., Adachi Y., Accounting for steel stock in Japan, ISIJ International, Vol 47, 7, 1065-1069, **2007**
- [20] Rosado L.,Kalmykova Y.,Patricio J. Urban Metabolism Profiles.An Empirical Analysis of The Material Flow Characteristics of Three Metropolitan Areas in Sweden, Journal of Cleaner Production, 126, 206-217, **2016**
- [21] Wiedenhofer D.,Steinberger K.J,Eisenmenger N. ve Haas W. Maintenance and expansion Modeling material stocks and flows for residential buildings and transportation networks in the EU25 Journal of Industrial Ecology, Volume 19, 4 ,538-549, **2015**
- [22] Kleemann F.,Lederer J.,Rechberger H.,Fellner J. GIS-based Analysis of Vienna's Material Stock in Buildings, Journal of Industrial Ecology, Volume 00, Number 0,1-12, **2016**
- [23] Tanikawa H., Hashimoto S., Urban Stock Over Time:Spatial Material Stock Analysis Using 4d-GIS, Building Research&Information, 37(5-6),483-502, **2009**
- [24] Condeixa K., Haddad A., Boer D., Material Flow Analysis of the Residential Building Stock at the city of Rio de Janerio, Journal of Cleaner Production 149 ,1249-1267, **2017**
- [25] Bozkır, S. A., Sezer, A.E., Yöntem, E., Salihçavuşoğlu, G., Epeşus: A Developing Web Based Energy& Material Flow Analysis Tool For Eco-Industrial Parks, Conference Paper, Haziran **2012**
- [26] Okumuş, G., Türkoğlu, H., Komşuluk Birim Ölçeğinde, Coğrafi Bilgi Sistemleri Tabanlı Bir Kentsel Sürdürülebilirlik Değerlendirme Modeli Önerisi, TMMOB Şehir Plancıları Odası, Planlama 27(2), 193-204, **2017**
- [27] Özmüş L.,Soylu M., Ayyıldız E., Erkek B., Bakıcı S., Uzaktan algılama, CBS Sempozyumu, Adana, 5-7 Ekim **2016**
- [28] NETCAD portal, <https://portal.netcad.com.tr>, Şubat **2018**
- [29] Özçağlar, A., Karabacak, K., Büyükşehir Belediyeli İllerle Birlikte Ortaya Çıkan Merkez İlçe ve İl Merkezi Sorunsalı, Memleket Siyaset Yönetim (MSY), Cilt 11, Sayı 25, 1-30, **2016**
- [30] www.ankara.yerelnet.org.tr, Ocak **2018**
- [31] www.eryaman.bilgiemlak.com.tr, Ocak **2018**
- [32] Kleemann F.,Lederer J.,Aschenbrenner P., Rechberger H.,Fellner J. A Method For Determining Buildings Material Composition Prior To Demolition, Building Research&Information, Vol 44, No.1, 51-62, **2016**
- [33] www.tuik.gov.tr, Ocak **2018**
- [34] www.haritatr.com.tr, Ocak **2018**

- [35] Blengini A.G., Life cycle of buildings demolition and recycling potential: A case study in Turin, Italy , Building and Environment, 44, 319-330, **2008**
- [36] Atmaca A., Life cycle assessment and cost analysis of residential buildings in South east of Turkey:part 1-review and methodology Int. J. Life Cycle Assess 21 831-846, **2016**

Ek-2 Kaynaklar

- [1] Doğangün A., Betonarme Yapıların Hesap ve Tasarımı, Birsen Yayınevi, Sf.28, **2017**
Çevre ve Şehircilik Bakanlığının 10.007, Y.27.585 Yapı Birim Fiyat Analizleri
<http://www.blokbims.com.tr/katalog/blok-bims-katalog.pdf> , 02.11.**2017**
http://www.imo.org.tr/resimler/dosya_ekler/4acc04c7da3e0b6_ek.pdf, **2017**
- [2] Doğangün A., Betonarme Yapıların Hesap ve Tasarımı, Birsen Yayınevi, Sf 28, **2017**
TS ISO 9194 Standardı
- [3] Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Birim Fiyat Analizleri (Y.27.585, 10.007, 27.562/1-3 pozları)
- [4] Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Birim Fiyat Analizleri (04.715/3D1, 23.243/1)
- [5] <http://www.dizaynvida.com/tr/tablo.aspx> Kasım **2017**
- [6] <http://www.muhendislikbilgileri.com/?pnun=26&pt=%C3%96NEML%C4%B0-%C3%96ZG%C3%9CL-A%C4%9EIRLIKILAR> Kasım **2017**
http://www.yerevdekor.com/Camsan-Klasik-Laminat-Parke-8-mm-Naturel-Kayin-610_3661.html Kasım **2017**
- [7] a-Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Birim Fiyat Analizleri (18.254 poz)
b-Baradan B., İnşaat Mühendisleri için Malzeme Bilgisi, DEÜ Fakültesi Yayınları, No:307, 2.Baskı, İzmir, Sf 278-279, **2006**
- [8] <http://dogaldekor.com/blog/mermerlerin-agirliklari-SNKil-hesaplanir-mermer-agirlik-hesaplama/> Kasım **2017**
- [9] http://www.seramikanka.com.tr/teknik-ozellik.php?id_9 Kasım **2017**
- [10] http://www.imo.org.tr/resimler/dosya_ekler/4acc04c7da3e0b6_ek.pdf Kasım **2017**
- [11] Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Poz Birim Fiyat Analizleri (Y.27.501/03 Poz)
- [12] a-Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Poz Birim Fiyat Analizleri (27.525/A2 Poz) b-
http://www.imo.org.tr/resimler/dosya_ekler/4acc04c7da3e0b6_ek.pdf?tipi=84&uru=X&sube=0 Kasım **2017**

- [13] a-http://www.btm.co/uploads/documents/SHINGLE_ALTI_yoRTy_SC_2000.pdf
b- <http://www.yalteks.com/tr/urunler/membran/p500-p.html> Kasım **2017**
- [14] <http://www.sertas.com.tr/index.php/insaat-malzemeleri/tugla-kiremit> Kasım **2017**
- [15] <http://www.inceten.com/urunler/camyunu/camyunu-silte/camyunu-cati-siltesi/>
Kasım **2017**
- [16] <http://www.blokbims.com.tr/katalog/blok-bims-katalog.pdf> Kasım **2017**
- [17] <http://kopukstrafor.com/strafor-teknik-ozellikleri> Kasım **2017**
- [18] Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Poz Birim Fiyat Analizleri (Y.28.645/C01)



ÖZGEÇMİŞ

Kimlik Bilgileri

Adı Soyadı: Nazife REÇBER

Doğum Yeri:Eskişehir

Medeni Hali:Evli

E-Posta: nazife.recber@msb.gov.tr

Adresi: Topçu Mah.1514.Sokak No:20/9 Elvankent/Etimesgut ANKARA

Eğitim

Lisans : Anadolu Üniversitesi Müh.Mim.Fakültesi Kimya Mühendisliği
Bölümü

Yabancı Dil ve Düzeyi

İngilizce, İyi

İş Deneyimi

20 yıl

Deneyim Alanları

Tekstil-gıda laboratuvar analizleri, TS EN/ISO 17025 standardı
kapsamında denetim

Tezden Üretilmiş Projeler ve Bütçesi

-

Tezden Üretilmiş Yayınlar

-

Tezden Üretilmiş Tebliğ ve/veya Poster Sunumu ile Katıldığı Toplantılar

-



HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS/DOKTORA TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLIK RAPORU

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
GEYRE.....MÜHENDİSLİĞİ..... ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞINA

Tarih: 6/6/2018

Tez Başlığı / Konusu: ANKARA'NIN KENTSEL METABOLİZMASI: ERYAMAN BÜLGESİNDE
SB CBS İLE SPOSA NET KAPAKI (ANIZ) İNDEKİNDİRİŞ MAHİMİNİ

Yukarıda başlığı/konusu gösterilen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 35 sayfalık kısmına ilişkin, 6./6./2018 tarihinde şahsım/tez danışmam tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezin benzerlik oranı % 9. 'dır.

Uygulanan filtrelemeler:

- 1- Kaynakça hariç
- 2- Alıntılar hariç/detekt
- 3- 5 kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları'nı inceledim ve bu Uygulama Esasları'nda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

Tarih ve imza

Adı Soyadı: Nazife REOBER
Öğrenci No: N13220063
Anabilim Dalı: GEYRE MÜHENDİSLİĞİ
Programı: Lisans
Statüsü: ☒ Y.Lisans ☐ Doktora ☐ Bütünleşik Dr.

06.06.2018

DANIŞMAN ONAYI

UYGUNDUR.

Dr. Öğretim Üyesi
Hafise Şenel

(Unvan, Ad Soyad, İmza)

