

1. GİRİŞ

1.1 Çalışmanın Anlam ve Önemi

Hızla artan nüfusa, yükselen hayat standartlarına ve teknolojik gelişmelere paralel olarak, oluşan katı atık miktarında ve çeşidinde artış gözlenmektedir. Bu durumun beklenen bir sonucu olarak, doğal kaynakların tükenmesi ve kirlenip kullanılmaz hale gelmesi kaçınılmaz bir gerçektir. Bu sebeple katı atık yönetiminin kusursuz uygulanması oldukça önemlidir.

Katı atık yönetim sistemi katı atıkların konut, işyeri gibi üretildikleri yerlerde geçici olarak biriktirilmesi, bu yerlerden toplanması, taşınması, geri kazanılması gibi işlemlerden sonra, çevre ve insan sağlığı açısından zararsız hale getirilmesi ve ekonomiye katkı sağlaması amacıyla, kompostlaştırma, enerji kazanmak veya bertaraf etmek amacıyla yakma ve düzenli depolama işlemlerinin tümüdür.

Katı atık yönetimi uygulanması esnasında da toplama, taşıma, geri dönüşüm ve bertaraf adımlarında çeşitli sorunlarla karşılaşmaktadır. Bu sorunlardan kurtulmanın en etkili yolu, her adımda kullanılacak metotların seçimini ve uygulamasını hatasız bir şekilde yapmaktır. Ancak bu seçimlerin yapılması, katı atık yönetiminde karar vermeyi etkileyebilecek çok fazla kriter olduğu için kolay değildir. Bu durumda katı atık yönetimi karar verme adımı eksik kalmaktadır.

Bir lojistik uygulaması olan “Tersine Lojistik” kavramı, bertaraf, geri kazanım ve geri dönüşümü sağlamak amacıyla, malzemelerin ve ürünlerin dağıtım şebekesi içerisinde lojistik işlemleri kullanılarak, dağıtım yönünün tersine yaptığı akış olarak tanımlanır. Ancak “malzemeler ve ürünler” kavramı katı atık kavramı ile değiştirilip, yeni tanım “Son tüketim noktasında oluşan atığın, değerini geri kazanmak için geri kazanım alanına ve değeri geri kazanılamayacak atığın uygun bertaraf alanına akışını geri dönüşüm kanalları boyunca planlamak, uygulamak ve kontrol etmek” şeklinde yapılırsa, temelde aynı olan Katı Atık Yönetimi ve Tersine Lojistik kavramları tamamen örtüşmüş olur. Bu sayede Katı Atık Yönetiminin eksik kalan karar verme adımının eksiklerini “Tersine Lojistik” uygulamaları ile giderebiliriz. Bu uygulamalar, araştırmada gösterilmek veya ulaşılmak istenen sonucun, birden çok kriterden etkilendiği zaman kullanılması önerilen; Çok Kriterli Karar Verme Metotlarıdır .

Bu çalışmada, literatürde yapılan katı atık yönetimi ile ilgili çalışmalarda yukarıda bahsedilen eksiklik giderilmeye, dolayısıyla daha doğru ve daha etkin kararlar vermeye çalışılacaktır.

1.2 Çalışmanın Amaç ve Kapsamı

Bu çalışmanın amacı İstanbul Avrupa Yakası, mevcut katı atık aktarma ve taşıma sistemini iyileştirmek veya geliştirmektir.

İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin şu anda günlük 12000 ton atık bertaraf ettiği bilinmektedir. Şüphesiz ki bir günde oluşan 12000 ton katı atık, yönetilmesi oldukça zor bir miktardır. Bu yüzden katı atık yönetiminde aksaklıklar olması kaçınılmazdır. Yönetim, katı atıklar için az masrafla yüksek verimlilik sağlayabileceği bir yönetim sistemi istemektedir. Bu amacın sağlanması da ancak oluşan sorunları ve aksaklıkları ortadan kaldırmakla gerçekleşebilir.

İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin Katı Atık Yönetimi'nde karşılaşılan en büyük sorun şüphesiz ki, katı atık yönetiminde en yüksek harcamanın yapıldığı (katı atık yönetimi masraflarının (60-80%'i) taşıma ve toplama sistemidir. İstanbul Büyükşehir Belediyesi taşıma ve toplama sisteminde oluşan masrafları en aza indirmek istemektedir.

Bu çalışmada İstanbul Büyükşehir Belediyesi mevcut katı atık yönetimi, taşıma ve toplama sistemi incelenmiştir. Oluşan sorunların genellikle Avrupa Yakası katı atık aktarma istasyonlarında meydana geldiği tespit edilmiştir. Literatürde yapılan çalışmalar incelenerek, bu tip sorunlarla karşılaşıldığında, sorunları giderebilmek için hangi kriterlerin incelenerek, hangi metotların kullanıldığına bakılmıştır. Sonuç olarak, bu güne kadar yapılan çalışmalarda konuyu etkileyen bir çok kriterin varlığı belirlenmiştir. Çalışmalarda bu kriterlerin hepsi aynı anda değerlendirilmemiştir. Bazı çalışmalarda, çeşitli kriterler varsayımlarla sabit tutularak sadece birkaç değişkene bakılmıştır ve çözüm bu değişkenlere dayandırılmıştır. Ancak gerçek hayatta değişkenleri sabitleyebilecek ideal durumlar her zaman sağlanmayabilir. Bu sebeple, bu çalışmada "İstanbul İli Avrupa Yakası Mevcut Katı Atık Toplama ve Taşıma Sistemini İyileştirmek" amacını sağlamak için, bütün kriterlerin aynı anda incelenmesi gerekmektedir. Eğer araştırmada gösterilmek veya ulaşılmak istenen sonuç, birden çok faktörden etkileniyorsa Çok Kriterli Karar Verme (Multi Criteria Decision Making – MCDM) tekniklerinin kullanılması uygundur.

Yukarıda belirttiğimiz amaç doğrultusunda katı atık yönetiminde MCDM tekniklerinin uygulanabilirliği gösterilecektir.

Bu doğrultuda sistemde en çok problemin yaşandığı aktarma ve taşıma bölümü incelenmiş, sorunlar tespit edilmiş, bu sorunu etkileyen kriterler belirlenip, sorunu çözmek için alternatifler geliştirilmiştir. Ardından Çok Kriterli Karar Verme teknikleri kullanılarak, bütün kriterlerin değerlendirmeye alındığı bir çözüm üretilmeye çalışılmıştır.

2. ENTEGRE KATI ATIK YÖNETİMİ

2.1 Entegre Katı Atık Yönetimi

Son yüzyılda, katı atığın teknik bir problem olmaktan çıkıp, bir yönetim problemi haline döndüğü bir gerçektir **(Fehr, 2003)**. Artık yerel atık yöneticileri eskiden beri süregelen amaç olan güvenilir ve az masraflı atık uzaklaştırma hizmeti amacı yerine ekonomik değeri de bulunan entegre katı atık yönetimine yönelmişlerdir **(Entwistle, 1998)**. Bu yönetim sistemi politika, hukuk, sosyo-kültürel yapı, çevresel ve ekonomik etkenler ve hali hazırda var olan kaynaklar göz önüne alınarak belirlenir **(Kum ve ark., 2004)**. Etkili bir entegre katı atık yönetimi için atığın oluşumu, biriktirilmesi, toplanması, taşınması, ayrılması, işlenmesi, dönüştürülmesi ve nihai bertarafı gibi konuların bir bütün halinde düşünülmesi gerekmektedir **(Tchobanoglous ve ark., 1993)**. **Öztürk ve ark. (1997)** ise yaptıkları çalışmada, entegre katı atık yönetiminin öncelik sırasının en genel haliyle, atık azaltma, geri döndürme, atık dönüştürme, düzenli depolama olarak düşünebileceğini anlatmaktadırlar.

Katı atık yönetim sistemi katı atıkların konut, işyeri gibi üretildikleri yerlerde geçici olarak biriktirilmesi, bu yerlerden toplanması, taşınması, geri kazanılması gibi işlemlerden sonra, çevre ve insan sağlığı açısından zararsız hale getirilmesi ve ekonomiye katkı sağlaması amacıyla, kompostlaştırma, enerji kazanmak üzere yakma ve/yada düzenli depolama işlemlerinin tümüdür.

Etkili bir katı atık yönetim sistemi, çevresel ve ekonomik olarak sürdürülebilir olmalıdır. Katı atıkların çevre üzerinde oluşturabileceği olumsuz etkiler, enerji tüketimi, hava ve su kirliliği, entegre katı atık yönetimince önlenmekle birlikte ekonomik bir katkıda sağlanmalıdır.

2.2 Entegre Katı Atık Yönetiminin Amacı

Entegre katı atık yönetiminin amaçları aşağıdaki gibi özetlenebilir **(White ve ark., 1995)**:

1. Kaynakların yeniden kazanımının arttırılması ve atık miktarının azaltılması
2. Çevre kalitesinin korunması (su havzalarının, hava ve toprak kalitesinin korunması vb.)

3. Kentte yaşayan insanlara uluslararası standartta bir hizmet sunulması
4. Zaman içinde değişecek kentsel ihtiyaçları karşılayacak şekilde katı atık sistemlerinin devamlı planlanmasının sağlanması ve bunu yapabilecek kurumsal yapının inşa edilmesi
5. Mevcut sistemin işletme giderleri için finansman kaynağı ve gelişmiş sistemler için yeni yatırım kaynakları sağlanması.

2.3 Entegre Katı Atık Yönetim Sisteminin Özellikleri

Verimli bir entegre katı atık yönetimini öncelikle “*entegre bir sistem*” olmalıdır. Belirlenen yönetim sistemi, atık oluşumu aşamasından başlayarak atığın nihai bertarafına kadar geçen süre içinde tüm aşamaları sistematik bir yapı halinde inceleyebilmeli, planlayabilmeli ve kontrol edebilmelidir. Ayrıca mevcut durumu, nüfus, katı atık miktarı, atık kompozisyonu ve bertaraf metodunu tespit edebilmeli ve tüm bu unsurlardaki geleceğe yönelik değişimleri ortaya koyarak, olabilecek değişimlere cevap verebilecek nitelikte olmalıdır (**White ve ark., 1995**).

Verimli bir entegre katı atık yönetimi “*ekonomik bir değere sahip*” olmalıdır. Belirlenen katı atık yönetim sisteminden sağlanacak ekonomik fayda sistemin uygulanma maliyetinden fazla olmalıdır (**White ve ark., 1995**).

Katı atık yönetim sistemi, çevresel, mekansal ve atık özelliklerinde zamana bağlı olarak meydana gelecek değişimlere uyum sağlayabilecek “*esneklikte*” olmalıdır.

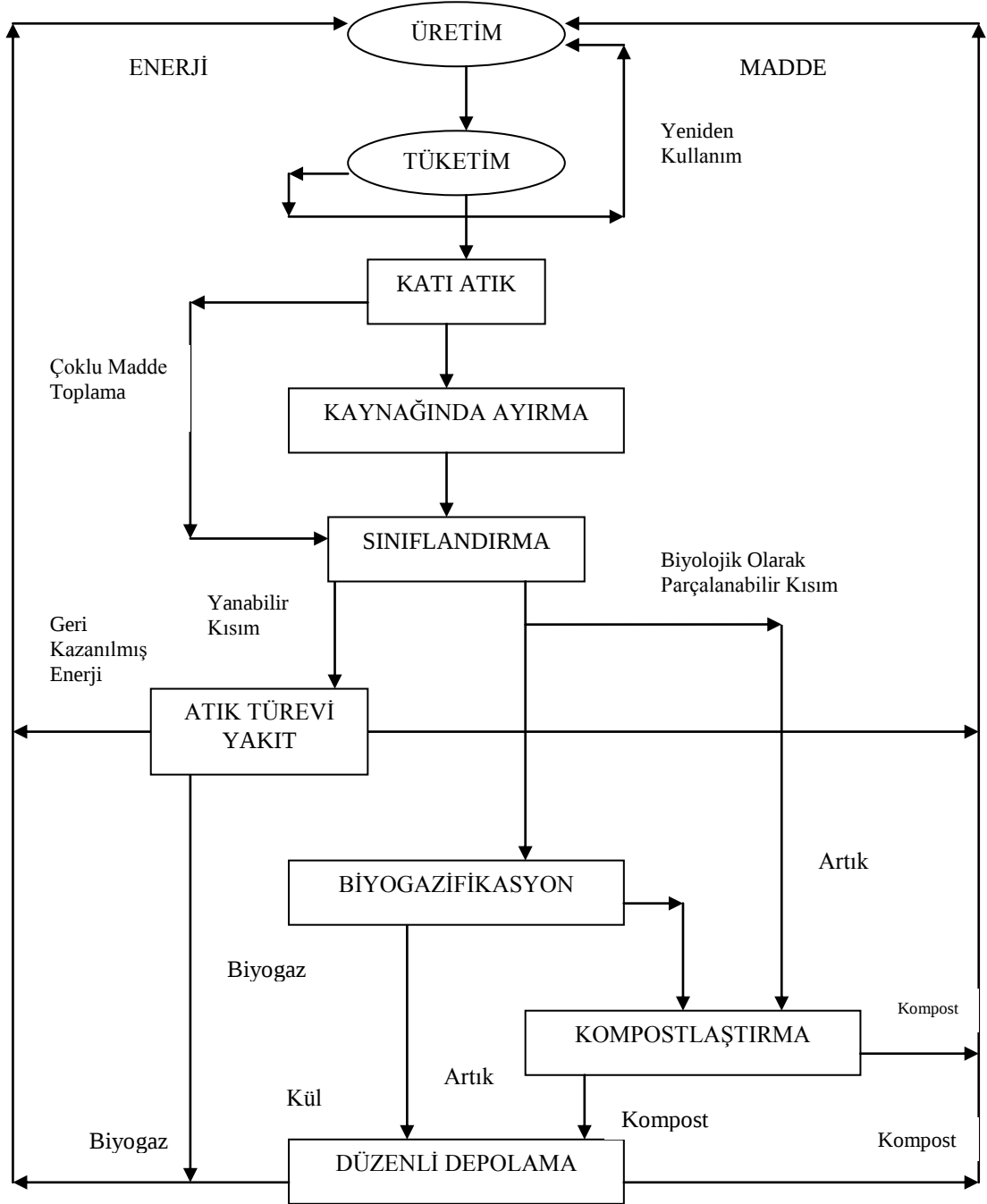
Atık oluşum miktarına etki eden en önemli faktör nüfustur. Bu nedenle büyük şehirlerin dışında yapılan planlamalarda mutlaka “*bölgesel planlama*” yapılmalıdır. Katı atık yönetimi sistemlerinde bölgeselleşme çok önem taşımaktadır. Bunun sebepleri, geniş ölçekli bir katı atık yönetiminin küçük belediyeler tarafından yapılamaması, bölgeselleşme ile oluşan kirliliği önleyici yatırımların daha kolay yapılabilmesi ve böylece çevrenin korunabilmesi olarak sayılabilir (**Chang ve ark., 1997**).

2.4 Entegre Katı Atık Yönetiminin Bileşenleri

Bir katı atık yönetimin sisteminin entegre bir sistem olabilmesi için birbiriyle iç içe ve ilişkili bir şekilde çalışan bazı bileşenlere sahip olması gerekir. Bu bileşenler aşağıda anlatılmış ve bu bileşenlerin akım şeması Şekil 2.1’de verilmiştir (**Demir, 1999**).

1. Atık Oluşumu, kaynağında azaltma

2. Biriktirme, kaynakta sınıflandırma ve ayırım,
3. Toplama, taşıma,
4. Atıkların geri kazanımı ve değerlendirilmesi,
5. Nihai bertaraf



Şekil 2.1 : Entegre Katı Atık Yönetiminin Bileşenleri

Demir’ in (1999) hazırlamış olduğu bu şema, **Powell’ ın (1999)** da çalışmasında belirttiği, Avrupa Birliği’nin üyelerini sadece düzenli depolama uygulamaları yerine enerji kazanımı, geri dönüşüm ve tekrar kullanım yöntemlerine doğru itme eylemi doğrultusunda oluşturulmuş, entegre katı atık yönetiminin iyi bir örneğidir.

2.4.1 Atık oluşumu ve kaynağında azaltma

Oluşan katı atıkların miktar ve özellikleri, insanların sosyo-ekonomik yapısı ve aldıkları eğitimle yakın ilişkili olmakla birlikte, en çok gelir seviyesi ve tüketim ve kullanım alışkanlıkları ile değişim göstermektedir (**Fehr, 2003**).

Atıkların kaynağında azaltılması, “atık önlemesi” olarak adlandırılmakla birlikte EPA (Environmental Protection Agency) tarafından, “atığın miktarının ve çevre üzerinde oluşturacağı olumsuz etkilerin azaltılabilmesi için materyal ve ürünlerin dizaynı, üretimi ve tüketimi aşamalarındaki değişim” olarak açıklanmaktadır (**EPA, 1999**).

Atıkların azaltılabilmesi için uygulanabilecek yöntemler; atığın tekrar kullanılması, ürünün dizaynını değiştirerek oluşacak atık miktarının azaltılması, yeni teknoloji kullanarak faaliyetlerde yapılacak değişiklikler (örneğin mektup yerine e-posta kullanılması), beyaz eşya gibi uzun süreli kullanım araçlarının toplanıp tekrar üretimi, ambalaj şekillerinin değiştirilmesi, yiyecek atıkları gibi organik atıkların kompost yolu ile yeniden kullanılabilmesi şeklinde gerçekleştirilebilir.

2.4.2 Biriktirme, kaynakta sınıflandırma ve ayıklama

Atıklar, konteynır adını verdiğimiz geçici depolama alanlarında biriktirilir. İyi bir entegre katı atık yönetiminde bu biriktirilen atıkların geri dönüşümünün mutlaka yapılması gerekmektedir, bu yüzden atıkların ayrılması (sınıflandırılması) gerekmektedir. Ayrıştırma için en iyi kural atıkları hiç birleştirmemektir (**Angelelli ve Speranza, 2002**). Bu sebeple, geri dönüştürülebilir kağıt, cam, metal, karton, PET (Polyethylene Terephthlate), PVC (Polyvinyl chloride) atıklarının ayrı kaplarda toplanması gerekmektedir.

2.4.3 Toplama ve taşıma

Entegre katı atık yönetiminde geçici depolama alanlarında biriktirilen atıklar mevcut araçlar vasıtasıyla toplanarak bertaraf alanına taşınmalıdır. Ancak özellikle büyük şehirlerde katı atık toplama taşıtlarının bertaraf alanına giderken kat etmeleri gereken yol oldukça fazladır. Bu problem geçici depo alanlarından toplanan atıkların bir

merkezde biriktirilerek daha büyük hacimli araçlar vasıtasıyla bu merkezden bertaraf alanına taşınmaları şeklinde çözülür. Bu merkezler aktarma istasyonlarıdır. Geçici depolama alanlarından atık toplayan küçük hacimli araçların getirdiği atıklar, büyük şehirler için entegre katı atık yönetiminin vazgeçilmez bir parçası olan katı atık aktarma merkezlerinde biriktirilerek, daha büyük hacimli araçlar tarafından aktarma merkezinden nihai bertaraf alanına götürülür.

2.4.4 Atıkların geri kazanımı ve değerlendirilmesi

Atık demek, sahibi tarafından istenmeyen, işe yaramayan, kullanılmaz durumdaki madde/maddeler demektir. Her ne kadar atık için böyle bir tanım yapılsa da gerçekte atık için de kullanılabilecek maddeler bulunmaktadır. Bu atıkların değerlendirilmesi hem büyük bir ekonomik kaynağın yok edilmesini engelleyecek hem de ham madde girdisi sağlayarak doğal kaynak kullanımını azaltacaktır. Katı atıkların değerlendirilmesi ve aynı zamanda bertarafı, geri kazanma, kompostlaştırma, yakma gibi metodlarının tek başlarına veya entegre bir şekilde kullanılması ile gerçekleştirilmektedir. Seçilecek olan metodun belirlenmesinde atık içeriği kadar seçilen metodun çevresel etkileri, maliyeti ve geri kazanılan maddelerin Pazar olanakları da önem teşkil etmektedir.

2.4.4.1 Geri kazanma

Geri kazanma, atık içindeki kağıt, plastik, cam, metal, PET, vb. geri kazanılabilir nitelikteki atıkların her hangi bir kimyasal veya biyolojik dönüştürme işlemine tabi tutulmaksızın geri alınmasıdır.

2.4.4.2 Kompostlaştırma

Organik atıkların işlendiği kompostlaştırma süreci, aerobik veya anaerobik koşullarda hacim azaltma, stabilizasyon ve patojen giderme amaçları için uygulanan bir geri kazanma teknolojisidir.

2.4.4.3 Yakma

Yakma, yanabilir nitelikteki katıların yüksek sıcaklıkta yakılarak inert atıklar haline getirilmesi olarak tanımlanmaktadır (**Glossary On Solid Waste,1980**). Atıkların yakılması ve bu işlemin sonucunda da enerji elde edilmesi özellikle sanayileşmiş ülkelerde sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. Atıkların enerjiye çevrildiği bu işlemin ilk yatırım maliyeti yüksek, kalifiye teknik personele ihtiyacı fazladır ve ayrıca kül

ve gazlar gibi yan ürünler oluştuğundan bu işlem mükemmel bir katı atık bertaraf yöntemi değildir.

2.4.5 Nihai bertaraf

Katı atıkların bertarafı için seçilen yöntem ne olursa olsun, mutlaka o yöntem için değerlendirilemeyen atıkların varlığı söz konusudur. Geri kazanılamayan kompostlaştırılamayan atıklar ve yakma sonucu oluşan küllerin tümünün bertaraf edilmesi gerekmektedir. Bunun için de kullanılacak en son bertaraf yöntemi düzenli depolama olacaktır.

Düzenli depolama alanlarında dikkat edilmesi gereken en önemli husus, depo alanı işletilirken sızıntı suyunun yer altı suyuna karışması, görüntü ve koku kirliliği oluşması gibi çevreyi olumsuz yönde etkileyebilecek tesirlerin meydana gelmesini engellemektir.

3. İSTANBUL İLİ İÇİN MEVCUT ENTEGRE KATI ATIK YÖNETİM SİSTEMİ

3.1 Mevcut Durum

Yaklaşık 13 milyon kişinin yaşadığı İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin sağlamış olduğu son altı ayın atık miktarı ortalamasına göre, günlük olarak yaklaşık 12000 ton katı atığı yönetmek zorundadır. 2020 yılında nüfusun yaklaşık olarak 17 milyon kişi olması beklenmektedir. Bu da gelecekte İstanbul Büyükşehir Belediyesinin üzerindeki katı atık yükünü göstermek için iyi bir örnektir (İSTAÇ, 2005).

İstanbul şehri için 1992 yılında düzenlenen uluslararası bir konsorsiyumda (kaynak), katı atıkların yönetimi için bir mastır planı ve fizibilite çalışması gerçekleştirilmiştir. Bu mastır planında Şekil 3.1'de görüldüğü gibi, toplama, taşıma, atık işletimi, atık dönüştürme ve nihai bertaraf adımlarının var olduğu bir entegre katı atık yönetimi uygulanmasına karar verilmiştir.

Yapılan bu mastır planında bugün için bütün adımlar hayata geçirilmiştir. Bu planda gerçekleştirilemeyen tek şey kaynağında atık ayırma, başka bir deyişle ayrık toplama işlemidir.

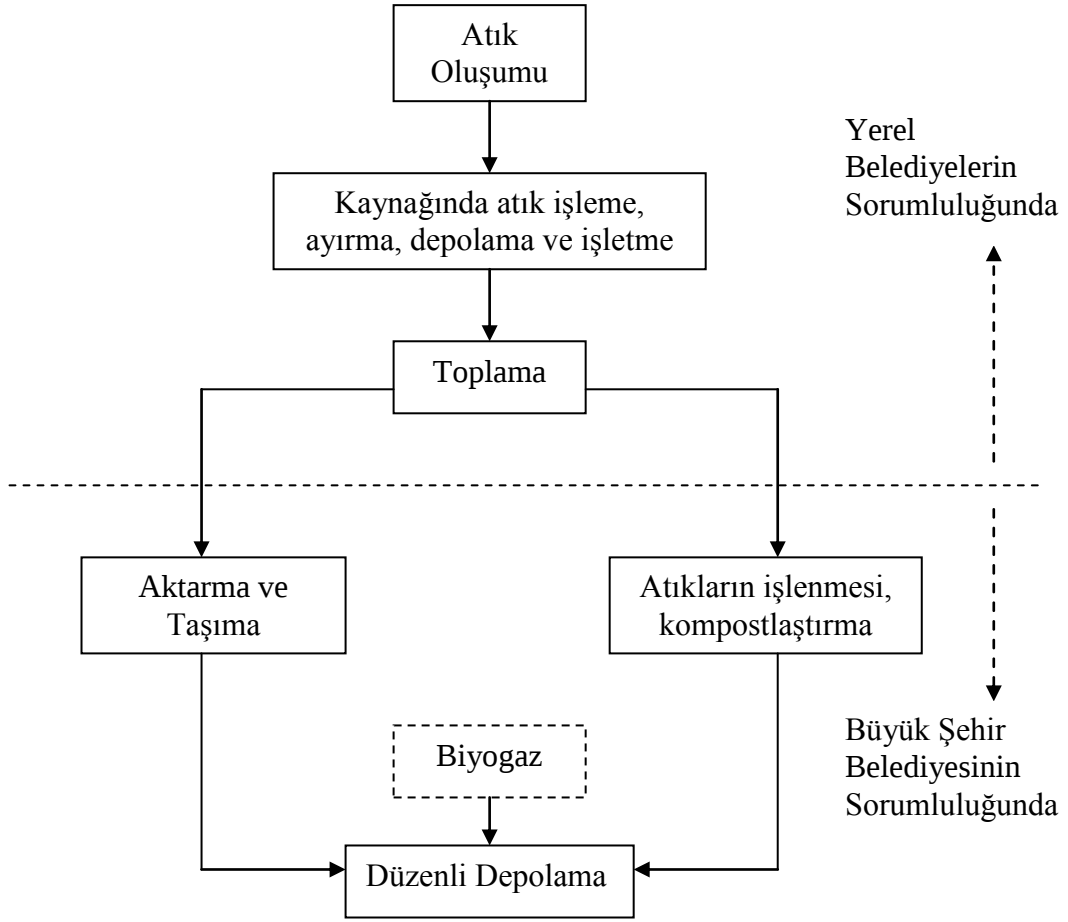
3.2 Atık Oluşumu

İSTAÇ'ın (2005) vermiş olduğu bilgiye göre aktarma istasyonlarında toplanan aylık atık miktarları tablodaki gibidir (Tablo 3.1). İstanbul Belediyesinde 6 ay boyunca oluşmuş atık miktarını önce 6 aya, sonra da 30 güne bölersek, günlük oluşan ortalama atık miktarını yaklaşık olarak bulmak mümkündür.

Bu hesaba göre günlük oluşan katı atık miktarı gün/ton olarak yaklaşık 11.755 ton/gün olmaktadır.

3.3 Kaynağında Atık İşleme, Ayırma, Depolama ve İşletme

Geri dönüşüm, tekrar kullanma ve atıktan enerji elde edimi gibi atık yönetimi konularında büyük faydalar sağlayan atıkların kaynağında ayrık toplanması ve işletilmesi konuları İstanbul Belediyeleri tarafından henüz başarıyla gerçekleştirilememiştir. Bu konuda ilgili mevzuat doğrultusunda planlama yapmaya başlamışlardır.



Şekil 3.1: İstanbul Büyükşehir Belediyesi Katı Atık Yönetimi Master Planı Önerisi

Tablo 3.1: 2004 Yılı Katı Atık Aktarma Merkezleri Son 6 Aylık Atık Miktarları (ton)

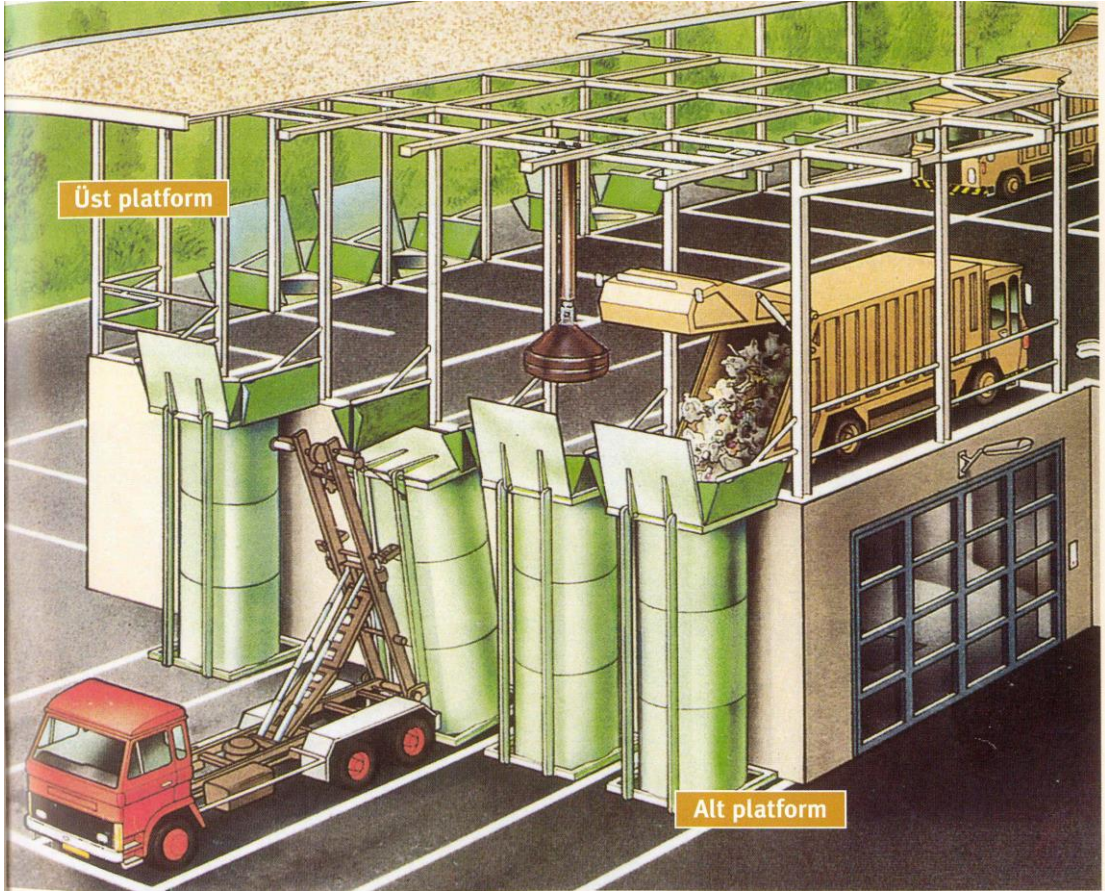
İSTASYONLAR	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK	TOPLAM
BARUTHANE	60.503	58.865	57.229	58.347	61.021	56.219	59.226	411.410
HALKALI	73.905	70.467	67.944	69.420	69.896	63.955	61.782	477.369
YENİBOSNA	79.372	76.424	73.346	76.646	80.236	73.281	75.145	534.450
AYDINLI	41.042	40.786	39.265	40.142	40.924	40.479	42.544	285.182
HEKİMBAŞI	15.856	15.914	40.972	42.009	44.419	41.706	43.532	244.408
K.BAKKALKÖY	23.167	23.606	22.691	23.410	24.198	22.841	23.193	163.106
TOPLAM :	293.845	286.062	301.447	309.974	320.694	298.481	305.422	2.115.925

3.4 Toplama

İstanbul Büyükşehir Belediyesine bağlı olan yerel belediyeler geçici depo alanlarında biriktirilen atıkları 7, 12 ve 13 m³ hacimli araçlarla toplayıp, yine bu araçlarla topladıkları atıkları aktarma istasyonlarına taşımaktadırlar.

3.5 Aktarma Merkezleri

Şu anda 3'ü Avrupa (Baruthane, Halkalı, Yenibosna), 3'ü Asya (Hekimbaşı, Küçük Bakkalköy, Aydınli) tarafında olmak üzere toplam 6 katı atık aktarma istasyonu İstanbul Büyükşehir Belediyesine bağlı olarak işletilmektedir. Ufak toplama araçlarıyla toplanan atıklar, bu istasyonlarda sıkıştırılmış atık taşıyabilme kapasitesi 33 m^3 olan silolara yerleştirilir. Daha sonra bu silolar, çekiciler vasıtasıyla aktarma merkezlerinden düzenli depolama alanlarına taşınır. Her istasyonda, gelen atıkların hacimlerini azaltmak için dikey yerleştirilmiş basınç sistemleri bulunmaktadır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2: Aktarma İstasyonları Çalışma Sistemi

İstanbul Büyükşehir Belediyesi bünyesindeki aktarma istasyonlarının, düzenli depolama alanlarına olan uzaklıkları, kapasiteleri ve sahip oldukları karakteristik özellikleri aşağıdaki tabloda verilmiştir (Tablo 3.2).

Tablo 3.2:İstanbul Katı Atık Aktarma İstasyonlarına Ait Genel Bilgi (İSTAÇ, 2005)

Aktarma Merkezi	Baruthane	Halkalı	Yenibosna	Hekimbaşı	K.Bakkalköy	Aydınlı
Düzenli Depolama alanına olan uzaklık km	27	42	45	44	46	53
Planlanan Min. Kapasite ton/gün	750	1500	1500	1500	750	1500
Planlanan Max. Kapasite ton/gün	1500	2500	2500	2500	1500	2500
Mevcut işletim kapasitesi ton/gün	1822	2110	2324	1348	690	1247
Günlük sefer sayısı	350	250	314	182	125	155
Günlük sefer sayısı	90	100	116	67	34	62
Peron Sayısı	5	10	10	10	5	10
Silo Sayısı	61	83	96	70	26	56
Çekici Sayısı	10	17	20	7	8	12

3.6 Tıbbi Atıkların Yönetimi

İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından hastanelerde oluşan atıkların bertarafı için 24 ton/gün kapasiteli bir tıbbi atık tesisi, 1995 yılında Odayeri mevkiinde hizmete girmiştir. Bu tesise gelen atıklar bir saatlik bir süre boyunca sıcaklığı 900-1200 °C olan fırınlarda yakılarak bertaraf edilmektedir.

3.7 Atıkların Geri Kazanımı

Atıklarda bulunan çoğu değerli madde, bu maddeleri hurdacılar satan sokak toplayıcıları tarafından toplanmaktadır. Bu düzensiz uygulama sayesinde, atıkların içinde bulunan kağıt ve cam atıklarının %30'u, plastik atıklarının ise %70'inin toplandığı tespit edilmiştir (Akalp, 1996).

Kadıköy ve Bakırköy gibi bazı yerel belediyeler ise atıkların kaynağında ayrık toplanması için çeşitli pilot çalışmalar düzenlemektedirler.

3.8 Kompost Tesisi

2001 yılında, işletim kapasitesi günlük 1000 ton olan kompostlaştırma ve ayırma tesisi hizmete girmiştir. Bu tesiste evsel katı atıklar ayrıştırılarak, atığın organik kısmından kompost elde edilmektedir.

3.9 Düzenli Depolama

Aktarma istasyonlarında toplanan atıklar, kompost tesisinde oluşan kompost olamayacak atıklar ve tıbbi atık tesisinden gelen kül ve cüruf atıkları düzenli depolama alanlarına götürülür. İstanbul Büyükşehir Belediyesine bağlı iki adet düzenli depolama alanı vardır. Bunlardan Avrupa kıtasında bulunan Odayeri Düzenli Depolama alanı yaklaşık olarak 75 ha bir alan üzerinde hizmet vermektedir. Bütün Avrupa bölümünün katı atıklarının toplandığı günlük yaklaşık 6000 ton atık depolayabilen bu tesisin şu anda 3 yıllık işletim ömrü kalmıştır. Düzenli depolama için 3 yılın sonunda kullanılacak yeni arazi ise alım aşamasındadır. 100 ha'lık bir alanda kurulmuş diğer düzenli depolama alanı ise Asya bölgesinde, Kömürcüoda mevkiinde hizmet vermektedir. Bu düzenli depolama alanının günlük kapasitesi yaklaşık 3000 ton/gün, kullanımda kalacağı süre ise yaklaşık 10-15 yıldır. Gelecekte bu düzenleme depolama alanının kullanım alanı arttırılmak istenirse, yanında hali hazırda bulunan boş arazi düzenli depolama alanına çevrilebilir niteliktedir. İstanbul'da bulunan düzenli depolama ve aktarma istasyonları işletmeleri Şekil 3.3'de verilmiştir.

3.10 Biyogaz Tesisi

Yaklaşık 56 ha üzerine kurulmuş, 1990-1997 yılları arası hizmet veren ve içerisinde yaklaşık 6 milyon m³ atığın bulunduğu Kemirburgaz eski düzenli depolama alanı üzerine 1999 yılında, atıktan enerji elde etmek üzere bir biyogaz tesisi kurulmuştur. Bu tesis 4 MW'lık elektrik enerjisi üretecek şekilde projelendirilmiş ve inşaa edilmiştir.

3.11 Entegre Katı Atık Yönetiminde Karşılaşılan Problemler

Tablo 3.2'de de görüldüğü gibi, İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin karşılaştığı en büyük problem aktarma istasyonlarının işletim kapasitelerinin planlanan maksimum kapasite üzerine çıkmasıdır. Tabloda verilen değerler ortalama değerler olup, günün belirli saatlerinde araçların aktarma merkezine geliş frekansları artmaktadır. Varolan tesis günün belirli saatlerinde gerçekleşen bu yığılmayı karşılayamadığı için, gelen araçlar aktarma istasyonunda beklemektedirler.

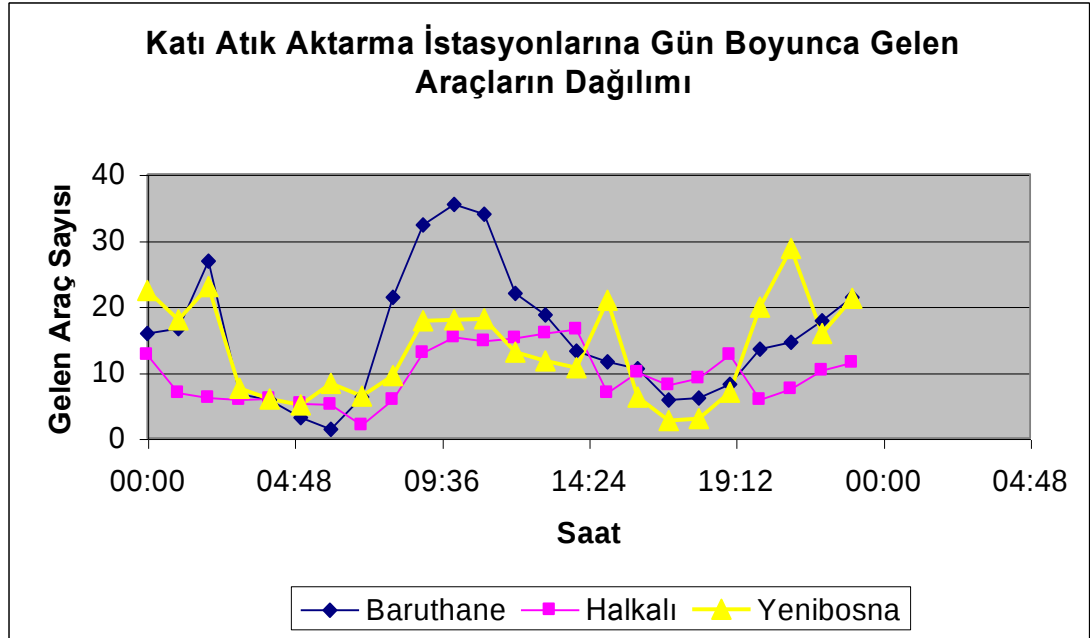
Ayrıca 2005 yılı itibariyle, İstanbul Büyükşehir Belediyesi sınırlarına yeni ilçeler eklenmiştir. Silivri Belediyesi, Selimpaşa Belediyesi, Celaliye-Karnibola Belediyesi, Çanta Belediyesi, Gümüşyaka Belediyesi, Değirmenköy Belediyesi, Büyük Çavuşlu Belediyesi, Kavaklı Belediyesi, Ortaköy Belediyesi, Büyükçekmece Belediyesi, Kumburgaz Belediyesi, Tepecik Belediyesi, Mimar Sinan Belediyesi, Kıraç

Belediyesi, Esenyurt Belediyesi, Yakuplu Belediyesi, Kavaklı Belediyesi, Gürpınar Belediyesi, Çatalca Belediyesi, Muratbey Belediyesi, Hadımköy Belediyesi, Durusu Belediyesi, Çiftlikköy Belediyesi, Karacaköy Belediyesi, Binkılıç Belediyesi ve Haraççı Belediyesi olmak üzere toplam 26 İlçe Belediyesi, İstanbul Büyükşehir Belediyesi sınırlarına eklenmiştir. Bu sayede İstanbul nüfusuna 453.000 kişi daha katılmış ve günlük üretilen çöp miktarı 800 ton daha fazla olacaktır. Yapılan bu son düzenlemeyle zaten yoğun bir durumda olan Avrupa yakası aktarma istasyonları daha da yoğunlaşacaklardır (Avrupa yakasına ait aktarma merkezlerine günlük yapılan sefer sayıları Tablo 3.3’de verilmektedir). Bu yüzden mutlaka mevcut katı atık aktarma sistemini iyileştirmek gerekmektedir.

Tablo 3.3: Avrupa Yakasında bulunan katı atık aktarma istasyonlarına gün içerisinde gelen araç sayısı ve bunun dağılımı (İSTAÇ, 2005)

İstasyon	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00
Baruthane	16	17	27	7	6	3	1	6	21	32	35	34	22
Halkalı	13	7	6	6	6	5	5	2	6	13	15	15	15
Yenibosna	22	18	23	8	6	5	8	6	9	18	18	18	13

İstasyon	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	Top.
Baruthane	19	13	12	11	6	6	8	13	15	18	21	347
Halkalı	16	16	7	10	8	9	13	6	7	10	11	215
Yenibosna	12	11	21	6	3	3	7	20	29	16	21	300



Şekil 3.3: Katı Atık Aktarma İstasyonlarına Gün Boyunca Gelen Araçların Dağılımı



Şekil 3.4 İstanbul Büyükşehir Belediyesi Mevcut Katı Atık Yönetimi Faaliyet Haritası (İSTAÇ, 2005)

4.TERSİNE LOJİSTİK

4.1 Literatürde Tersine Lojistik

Tersine lojistik ekipmanların, ürünlerin, ürün parçalarının, veya bütün teknik sistemin idaresi ve yönetimi ile ilgilidir. Amacı ise geri kazanımdır. Geri kazanım bazen bir ürünü tekrar satmak olabilir, bazen de bir ürünü tekrar üretime veya geri dönüşüme göndermek için gerçekleştirilen toplama, inceleme, ayırma, vb. işlemler serisine denir (**Brito ve Dekker, 2002**). Geçmişte geri kazanımı tetikleyen ana etken doğal kaynakların azalması olmuştur.

20. yüzyılın sonlarında kaynakların artması ve kolay ulaşılır olması, ürünlerin ilerleyen teknoloji ile daha ucuza üretilmeleri, insanları tüketime doğru itti. **Meadows (1974)** eğer sürdürülebilir bir ekonomi yaratılmazsa insan ırkının 2050 yılında yok olacağını öngören bir rapor hazırladı. Bu rapordan yaklaşık 20 yıl sonra, başta Avrupa olmak üzere birçok ülkede ürün ve malzeme geri dönüşümü işlemlerini zorunlu kılan kanunlar çıkartılmaya başlandı. Geri dönüşüm aktivitelerinin kar oranlarını arttırması, kullanılamayacak ürün ve malzemelere değer kazandırması ve pazarlama bazında şirketler arası rekabet unsuru haline gelmesi, bu aktivitelerin önemini arttırmıştır (**Guide ve Wassenhove, 2001**). Bu da geri dönüş lojistiği diye de tanımlanan tersine lojistik üzerindeki önemi arttırdı.

Tersine Lojistik, geri kazanım ve geri dönüşümü sağlamak amacıyla malzemelerin ve ürünlerin dağıtım şebekesi içerisinde lojistik işlemleri kullanılarak, dağıtım yönünün tersine yaptığı akış olarak düşünülürse (**Stock, 1992**), tersine lojistiği anlamak için ilk önce lojistiği tanımlamamız gerekecektir.

4.2 Lojistik Yönetimi

4.2.1 Lojistik tanımı

Lojistik her türlü ürün, servis hizmeti, bilgi ve ham maddenin başlangıç noktasından, ürünün tüketildiği son noktaya kadarki tüm aşamalarında, müşteri ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde, etkin/verimli akışı ve depolanması süreçlerinin planlanması, uygulanması ve kontrolüdür (**CSCMP, 2005**). Lojistikte asıl amaç ise gerekli

miktardaki ürünü, doğru yerde, doğru zamanda, beklenen kalitede ve uygun fiyatla müşterinin kullanımına sunmak ve müşteri memnuniyetini sağlamaktır.

4.2.2 Lojistiğin kavramları

Daha önceden de söylendiği gibi lojistiğin amacı gerekli miktardaki ürünü, doğru yerde, doğru zamanda, beklenen kalitede ve uygun fiyatla müşterinin kullanımına sunmak ve müşteri memnuniyetini sağlamaktır. Bu amacı gerçekleştirebilmek için lojistiğin işleme sistemi anlaşılmalıdır. Lojistiği ana kavramlara, bu ana kavramları da adımlara ayırmak lojistik sistemini anlamayı oldukça kolaylaştıracaktır. Lojistik kavramları dört ana başlık altında incelenebilir: 1) Fiziksel Tedarik; 2) Süreç Lojistiği; 3) Fiziksel Dağıtım; 4)Tedarik Zinciri Yönetimi. Bu ana kavramların süreç içerisinde konumları şekil 4.1’de gösterilmiştir (**Karakadılar, 2004**).

4.2.2.1 Fiziksel tedarik

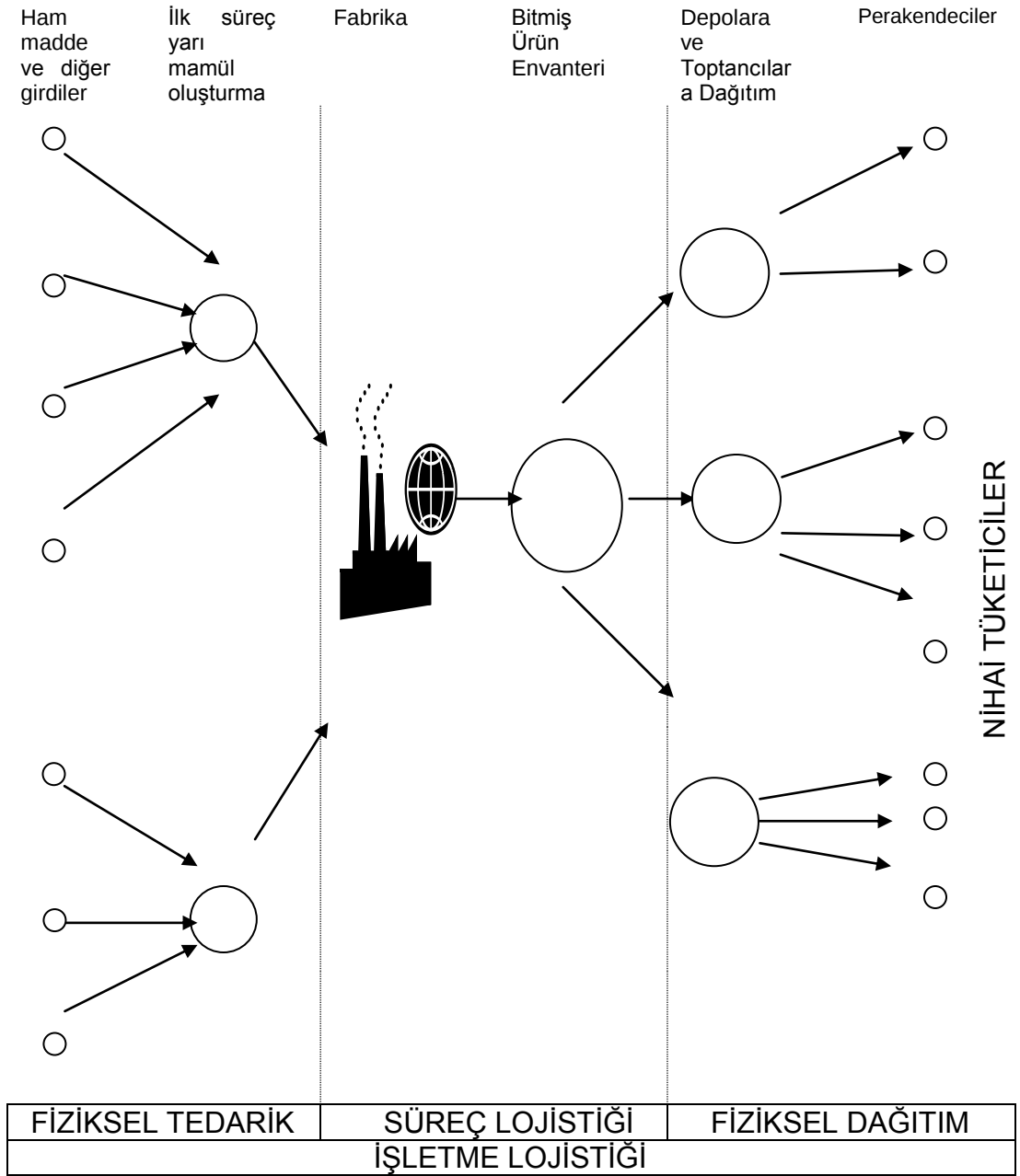
Fiziksel tedarik, dahili lojistik yada içeriye dönük lojistik olarak da adlandırılan ve lojistik süreci içerisinde tedarikçilerden gelen malzemelerin hareketinin kastedildiği kısımdır. Enformasyon, talep tahmini, stok yönetimi, nakliye bu kavramda toplanabilecek lojistik fonksiyonlarıdır.

Enformasyon: Enformasyon (bilgi alışverişi); müşteri ve yenileme siparişleri, stok ihtiyaçları, ambar iş emirleri, nakliye dokümantasyonları, ve fatura düzenlemeleri için kullanılır (**Bowersax, Closs, 1996**).

Talep Tahmini: Ürün ve hizmetlere olan talebin niceliksel ve/veya niteliksel değerlerini belirlemek amacıyla çeşitli tahmin yaklaşımlarının belirli koşullara uygun olarak kullanılmasıdır (**Bowersax, Closs, 1996**).

Stok Yönetimi: Kesin veya olası talepleri karşılamak amacıyla hammadde, yarı mamul, mamul ve yardımcı malzemelerin, işletmenin pazarlama, satış, üretim, tedarik, finanssal durumu ile zaman, miktar, fiyat ve kalite ölçütlerine dikkat edilerek en uygun şekilde karşılanması işlemidir (**Bowersax, Closs, 1996**).

Nakliye: Malların bir yerden başka bir yere kara, hava, deniz yolu veya boru hattı kullanılarak ve resmi belge ile gerçekleştirilebilen taşımacılıktır (**Bowersax, Closs, 1996**).



Şekil 4.1: Lojistik Kavramlarının Konumlanması

4.2.2.2 Süreç içerisinde lojistik

Malzeme yönetimi olarak da tanımlanan bu aşama firmanın üretim süreci içerisinde ki malzeme ve girdi parçalarının hareketi olarak tanımlanır. Fiziksel tedarik adımlarından olan stok yönetimi ve nakliyenin yanı sıra, depolama, depo yönetimi, elleçleme ve paketleme fonksiyonları bu sürecin parçaları olarak sayılabilirler.

Depo Yönetimi: Depoların yönetilmesine yönelik olarak yapılan tüm depolama faaliyetlerinin genel ismidir.

Elleçleme: Depoda malzeme boşaltma, mal kabul, seçerek ayırma, teslim-tesellüm, paket açma, bölme, istifleme, yerleştirme, yerini değiştirme, yenileme-eksik

tamamlama, toplama, ambalajlama, yükleme, v.b. işlemlerdir (**Bowersax, Closs, 1996**).

Paketleme: Malzemenin uygun miktar, güvenlik, v.b. koşullara göre ambalajlanmasıdır (**Bowersax, Closs, 1996**).

4.2.2.3 Fiziksel dağıtım

Fiziksel dağıtım ile de montaj hattından çıkan bitmiş ürünlerin müşteriye doğru olan akış hareketi ifade edilmektedir. Fiziksel dağıtımın içerisinde nakliye, dağıtım ve müşteri hizmetleri fonksiyonları bulunmaktadır.

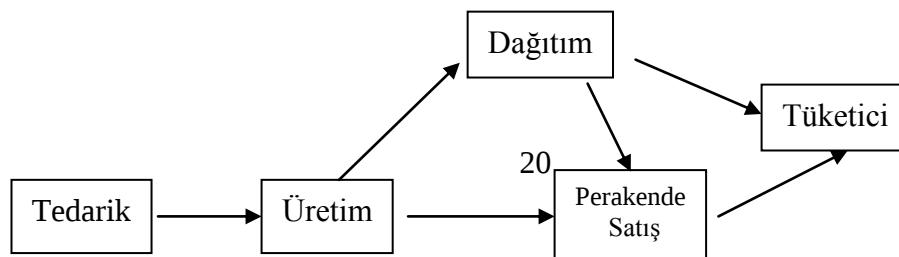
Dağıtım: Ürünlerin belirtilen zaman, miktar, ve diğer koşullara uygun olarak belirtilen yerlere sevk ve teslim edilebilmesi (gönderilmesi) için gerçekleştirilen işlemler bütünüdür (**Bowersax, Closs, 1996**).

Müşteri Hizmetleri: Firmaya siparişin gelişinden ürünün müşterisine teslim edilmesine kadar olan ve gerektiği koşullarda ekipman hizmeti, bakım-onarım ve diğer teknik desteğin sunulması gibi tatmin edici aktiviteler yapılarak, zincir boyunca satışların yürütülmesi işlemlerine müşteri hizmetleri diyebiliriz.

4.2.3 Tedarik zinciri yönetimi

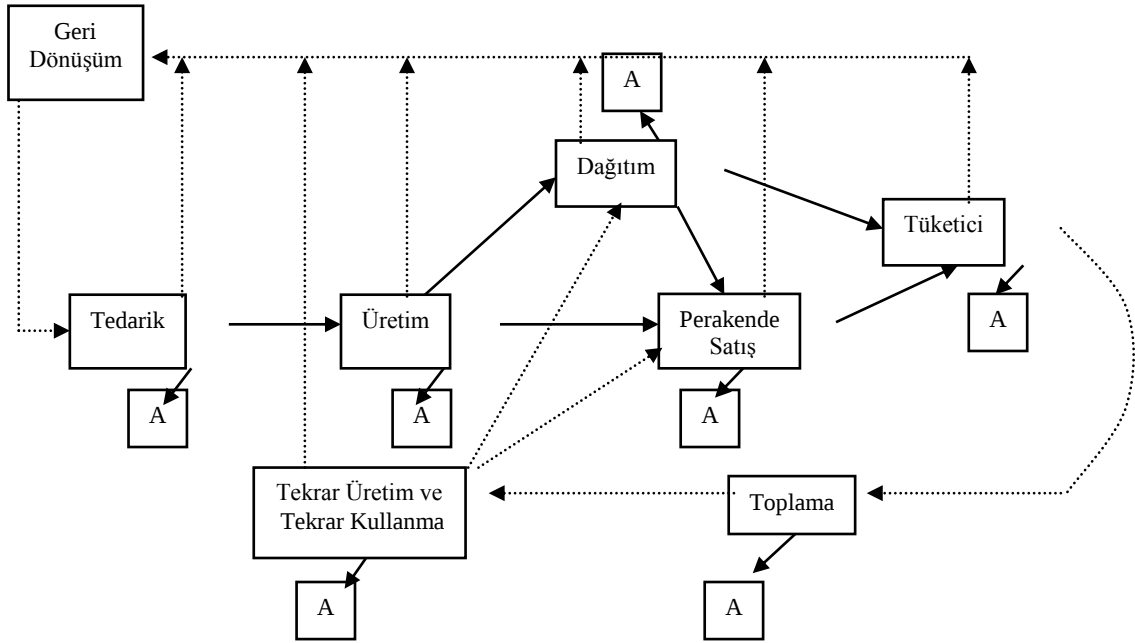
Uygulamada lojistik kavramı ile çoğu zaman eş anlamlıymış gibi kullanılsa da lojistikten daha geniş bir anlam ifade etmektedir. Tedarik zinciri yönetimi ham madde noktasından son tüketiciye kadar olan süreç boyunca malzeme ve onunla ilgili bilginin akışı yanında, kanal araçlarının ilişkilerinin yönetilmesi işlerini de kapsamaktadır (**Johnson ve ark., 1998**). Yani kısaca tedarik zinciri yönetimi, tedarikçiler, dağıtımçıları ve müşteriler üzerinde oluşan bir ağdaki malzeme, bilgi ve parasal akışların yönetimini içermektedir.

Benita Beamon (1999), yaptığı çalışmasında tedarik zincirini şekildeki elemanlar arası malzemelerin akışı olarak anlatmıştır (Şekil 4.2). Tedarik edilen hammadde veya yarı ürünler, şirket tarafından üretildikten sonra, ya dağıtım kanallarıyla ya da perakendiciler vasıtasıyla müşteriye ulaştırılır. Ancak bu akış, herhangi bir şekilde, herhangi bir sebepten dolayı, tedarik zincirinin bir elemanı tarafından ürünün geri çevrilmesi durumunu anlatma da yetersiz kalmaktadır. Örneğin, bir müşteri aldığı ürün bozulduğunda garanti kapsamında iade etmek isterse, bu iade edilen ürünün akıbeti bu akım şemasında veya tarif edilen tedarik zinciri yönetimlerinde bulunmamaktadır.



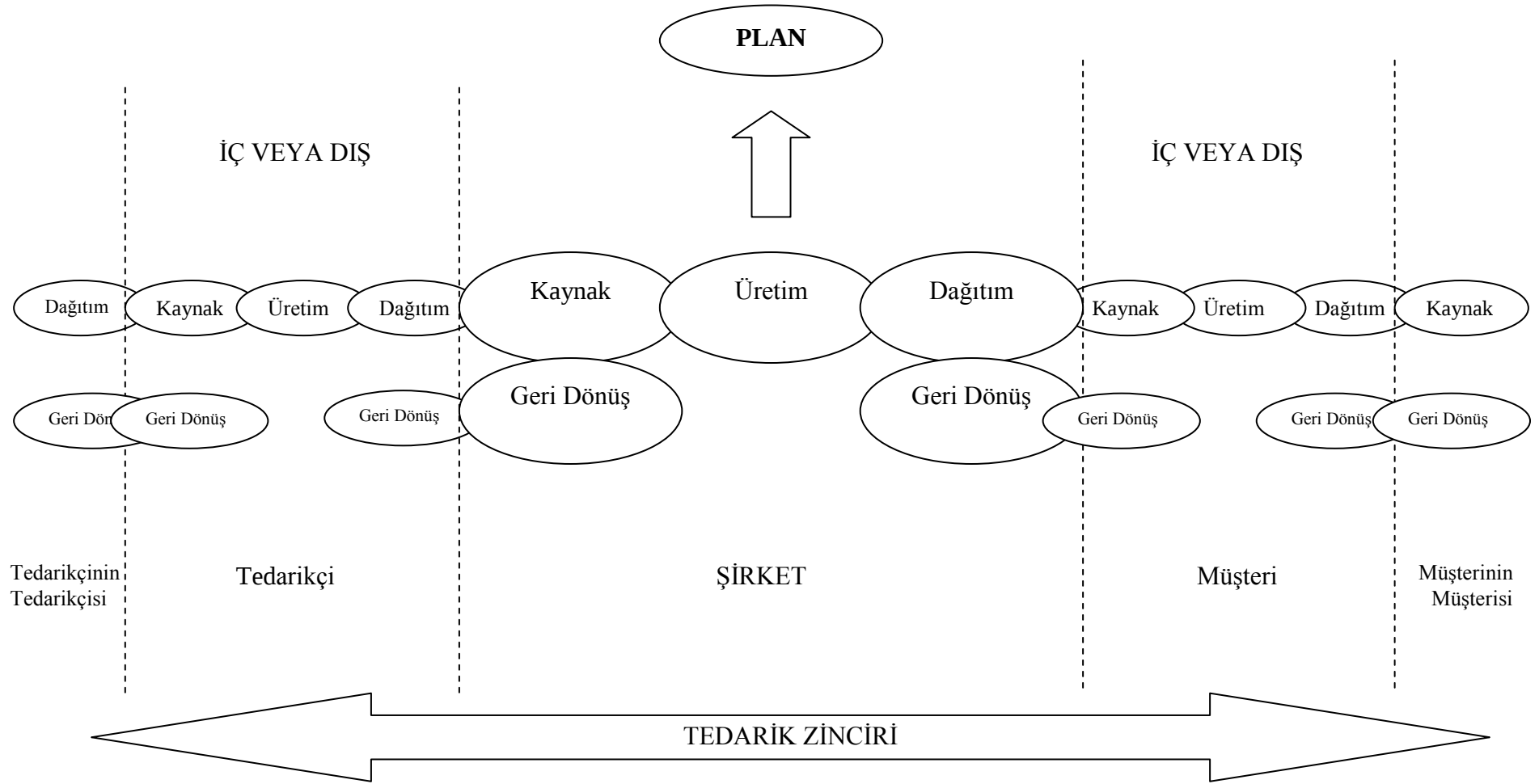
Şekil 4.2: Klasik Tedarik Zinciri

Benita Beamon (1999), yine aynı çalışmasında bu eksikliğe değinmiş ve bu eksikliği ortadan kaldıracı bir genişletilmiş bir tedarik zinciri önerisinde bulunmuştur. Yeşil tedarik zinciri olarak adlandırdığı bu şemada (Şekil 4.3), tedarik zincirinin her adımında olabilecek geri dönüşü ve atık oluşum adımları ayrıntılarıyla göstermiştir. Tersine Lojistik tanımıyla örtüşen bu şemada, **Supply-Chain Council (2005)** tarafından yayınlanan SCOR (Tedarik zinciri operasyon referans modeli) (Supply Chain Operations Reference Model) modelinde (Şekil 4.4) eksik olan tedarik zinciri adımlarında oluşabilecek atıkların işlenmesi konusuna da açıklık getirmektedir.



Şekil 4.3: Yeşil Tedarik Zinciri

Beamon' ın (1999) çalışmasındaki eksik nokta ise zincirin adımlarında oluşan bu atıklara ne olacağıdır. Atıklara ne olacağı hakkında cevap ise tersine lojistik kavramı ile açıklanmaktadır.



Şekil 4.4: SCOR (Tedarik Zinciri Operasyon Referans Modeli)

4.3 Tersine Lojistik

Tersine Lojistik kavramı, ters akış ve geri dönüş kanalları adı altında işlenmiş olsa da literatür de ilk basılmış tanım **1992** yılında **Stock** tarafından yapılmıştır. Bu tanıma göre “ ... kavram, genellikle geri kazanma, atık bertarafı ve zararlı atıkların yönetimin de lojistiğin rolü; daha geniş bir perspektiften bakarsak, malzemelerde kaynak azaltma, geri dönüşüm, yedekleme, tekrar kullanılma veya bertaraf etme gibi işlemlerin gerçekleşebilmesi için gerekli lojistik aktivitelerinin tümü olarak tanımlanabilir”.

Aynı yıl içerisinde **Pohlen ve Farris (1992)**, tersine lojistiği pazarlama temellerine göre “... malzemelerin dağıtım kanalları içerisinde, kullanıcıdan üreticiye doğru olan akışı” olarak tanımlamıştır.

Bu yapılan tanımlardan sonra **1998** yılında Avrupalı Tersine Lojistik Üzerine Çalışanlar Grubu (**REVLOG**) ise , tersine lojistik için “... ham maddelerin bir üretim, dağıtım veya kullanım noktasından, tekrar kullanım alanına veya uygun bertaraf alanına akışını planlamak, uygulamak ve kontrol etmek” tanımını yapmıştır.

İlk defa 1992 yılında Stock tarafından tersine lojistik tanımında kullanılan “bertaraf alanına akış”, 1998 yılında REVLOG tarafından hala geçerliliğini koruyan bu tanımda da yer almıştır.

Yapılan bu tanımlar ışığında tersine lojistiğin işlemlerini anlatmak için üç soruya cevap vermemiz gerekmektedir; 1) Nesneler niçin geri gönderilir?, 2) Neler geri gönderilir? 3) Geri gönderme işi nasıl çalışır ve nesnelerin değeri nasıl geri kazanılır? (**Brito ve Dekker, 2002**). Tersine lojistik incelenirken ise sırasıyla, tersine lojistiği destekleyen sebepleri, geri dönüş sebeplerini, nelerin geri gönderildiğini, geri gönderilme işleminde bulunan bütün adımları incelememiz gerekir.

4.3.1 Tersine lojistiği destekleyen sebepler

Tersine Lojistik, ürünlerin tedarik zinciri içerisinde tersine doğru hareketi, veya değer kazanımı ya da geri kazanma için toplanması şeklinde gerçekleşmektedir. Bu işlemi etkileyen sebepleri üç ana başlık altında toplayabiliriz:

1. Ekonomik Sebepler
2. Kanunsal Düzenlemeler
3. Gelişmiş Sorumluluk

4.3.1.1 Ekonomik sebepler

Ekonomik sebepler, şirketlerin geri kazanım uygulamalarından elde ettikleri direk veya dolaylı karlar olarak düşünülebilir. Direk karlar, geri kazanılan maddelerin ekonomik olarak değerleri ile ifade edilirken, dolaylı karlar şirketin geri kazanma işlemlerini yapıp kendisini markette daha üst bir seviyeye çekme olarak düşünülebilir. Amerika Birleşik Devletleri'nde tüketicilerin %75'i, çevresel itibarı daha yüksek olan şirketleri seçmişler ve %80'i ise çevreye dost ürünleri almak için daha fazla ödeyebileceklerini söylemişler (**Lamming and Hampson, 1996**).

4.3.1.2 Kanunsal düzenlemeler

Tersine lojistik uygulamaları, Avrupa Birliği gibi birlikler veya ülkeler tarafından kabul edilen, “Bir şirket ürettiği ürünlerin geri kazanımı veya geri kabulünden sorumludur” (**EUROPA online kütüphanesi, 2005**) kararname gibi kanunsal düzenlemelerle desteklenmektedir.

4.3.1.3 Gelişmiş sorumluluk

Gelişmiş sorumluluk üretim yapan şirketlerin ürettikleri ürünlerin özelliklerinden dolayı, tersine lojistik uygulamalarından sorumlu olmaları anlamına gelmektedir (**Brito ve Dekker, 2002**). Örneğin “Yüzde-yüz geri dönüşümlü bir ürün ürettiyorum” diyen şirket, ürününün her türlü geri dönüşünden sorumluluğu kabul etmiş, tersine lojistik uygulamalarını gerçekleştireceği taahhüdünü vermiş demektir.

4.3.2 Ürünleri geri dönüş sebepleri

Kabaca tabir etmek gerekirse ürünler ya düzgün çalışmadıklarından dolayı ya da işlevlerine artık daha fazla ihtiyaç olmadığından dolayı geri gönderilirler veya atılırlar. Bu kaba tabirde ki “düzgün çalışma” ve “geri gönderilme” kavramlarını inceleyerek geri dönüş sebeplerini üç ana başlık altında toplamak mümkündür (**Brito ve Dekker, 2002**):

1. Üretim Dönüşleri
2. Dağıtım Dönüşleri
3. Müşteri / Kullanıcı Dönüşleri

4.3.2.1 Üretim dönüşleri

Üretim dönüşleri, üretim esnasında parçaların veya ürünlerin karşılaşılan sonuçlardan dolayı geri dönmeleri olarak düşünülebilir ve üç alt başlıkta özetlenebilir

1. Hammadde fazlasının olduğu durumlarda hammadde dönüşü

2. Kalite-Kontrol esnasında standart altı olarak tespit edilen ürünlerin ve hammaddelerin dönüşü
3. Üretim sonucunda artan maddelerin geri dönüşü

4.3.2.2 Dağıtım dönüşleri

Dağıtım Dönüşümleri tedarik zinciri içerisinde bulunan elemanlardan herhangi biri tarafından gerçekleştirilen tüm geri dönüşümleri içerir. Dört alt başlıkta özetlenebilir:

1. Piyasadan hatalı üretim, kanunsal zorunluluk veya şirket politikasından kaynaklanan sebeplerden dolayı ürünü geri çekme
2. Satılan üründe yanlış teslimat veya teslimat esnasında meydana gelen hasarlar ve satılamayan tarihi geçmiş ürünlerin satış iadeleri
3. Depolama veya üretim alanlarında stok ayarlamaları nedeniyle geri çekme
4. Kullanımı tedarik zincirinin çeşitli adımlarında gerekli olan bazı ürünlerin fonksiyonel geri dönüşümü

4.3.2.3 Müşteri / Kullanıcı dönüşleri

Genel olarak tüketim veya kullanım sonrasında müşteriler veya kullanıcılar tarafından çeşitli sebeplerden dolayı ürünlerin geri dönüşümü olarak özetlenebilir. Beş ana başlık altında özetlenebilir:

1. Satılan ürünün müşterinin fikrini değiştirmesinden dolayı iade hakkından doğan geri dönüşler
2. Ürünün garanti kapsamında yaptığı dönüşler.
3. Ürünlerin tamir edilmesi veya yedek parça olarak kullanılması için servislerden üretime doğru yapılan dönüşler
4. Kullanım süresinin bittiği ürünlerin geri dönüşü
5. Kullanım ömrünün bittiği ürünlerin geri dönüşü

4.3.3 Neler geri döner?

Tersine Lojistik incelenirken hangi ürünleri geri dönebileceğini bilmek kadar, geri dönen ürünlerin karakteristiklerini de bilmek önemlidir. **Brito ve Dekker (2002)** yaptıkları çalışmada ürünlerin geri dönüşü için üç karakteristiğin önemli olduğunu belirtmişlerdir. Bu karakterler sırasıyla, ürünü oluşturan parçalar (kolay parçalanabilirlik, oluşumun homojenliği, zararlı maddelerin bulunup bulunmaması, taşıma kolaylığı), ürünün kullanım özellikleri (kullanıldığı yerler, kullanım süresi

ve sıklığı)ve ürünün bozulma süresi (kullanım süresinde bozulma hızı, tamir edilebilirlik, bozulmanın homojenliği, ekonomik bozulma)olarak üç başlıkta toplanabilir.

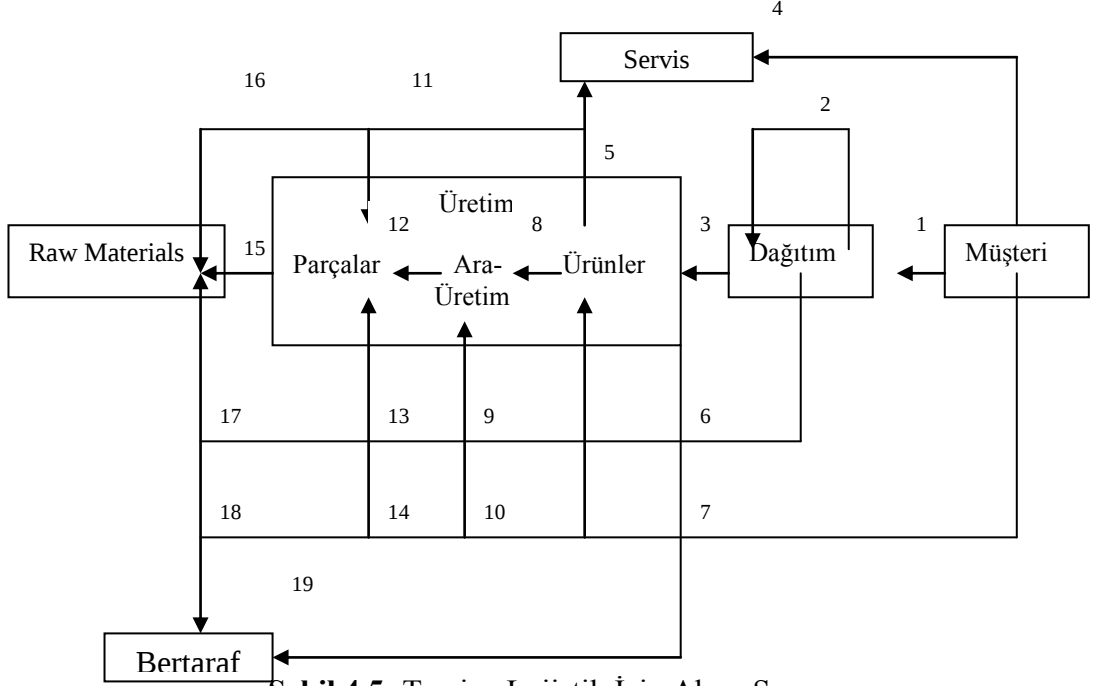
4.3.4 Tersine lojistiğin elemanları ve işlemleri

Tersine lojistiğin elemanları, geri gönderenler, alıcılar ve toplayıcılar / işleyiciler olarak üç grupta toplanabilir. Geri gönderenler genellikle müşteriler olmak üzere her bölüm geri gönderen olabilir. Alıcılar tedarik zinciri içerisinde her bölümde bulunabilir, tedarikçiler, üretimciler, toptancılar ve perakendeciler alıcı olabilirler. Toplayıcılar ve işleyiciler, bağımsız ara elemanlardır. Geri kazanma şirketleri, tersine lojistik hizmeti sağlayan şirketler bu bölümün parçası sayılabilirler.

Geri kazanma şekilleri, ürün geri kazanımı, parça geri kazanımı, malzeme geri kazanımı ve enerji geri kazanımı olmak üzere dört ayrı grupta incelenebilir. Ürün geri kazanımı, konteynırlar gibi ürünlerin aynı pazarda veya başka bir pazarda tekrar kullanımı şeklinde gerçekleşir. Parça geri kazanımı, parçalanmış ürünlerin modüllerinin veya çeşitli parçaların, aynı ürünün veya başka bir ürünün tekrar üretiminde kullanılması şeklinde gerçekleşir. Malzeme geri kazanımı, ürünlerin öğütücülerden geçirildikten sonra hammadde olarak kullanılacak hale getirilmesiyle gerçekleşir. Enerji geri kazanımı geri dönen malzemelerin yakma bertaraf tesislerinde yakılıp, çıkan ısının yakalanması şeklinde gerçekleşir.

Dört ana tersine lojistik uygulaması vardır. Bunlar toplama, inceleme / seçme / ayırma işlemlerinin birleşimi, direk geri kazanma ve geri dağıtım başlıkları altında incelenebilir (**Thierry ve ark., 1995**). Toplama; ürünleri müşterilerden geri kazanmanın veya bertarafın olacağı noktaya taşınması olarak özetlenir. Bu noktada gelen ürünler önce incelenir, sonra işe yarayabilecek ürünler veya parçalar içlerinden seçilir ve kaliteleri göz önüne alınarak geri kazanmanın şekli belirlenir. Direk geri kazanma, tekrar kullanım, tekrar satma, ve tekrar dağıtım olarak özetlenir. Geri dağıtım ise tamir, tekrar üretim, geri dönüşüm ve yakma işlerini kapsayan bir işlemdir.

Tersine Lojistiğin işleme şekli için **Thierry ve ark. (1995)** aşağıdaki örneği vermişlerdir (Şekil 4.5)

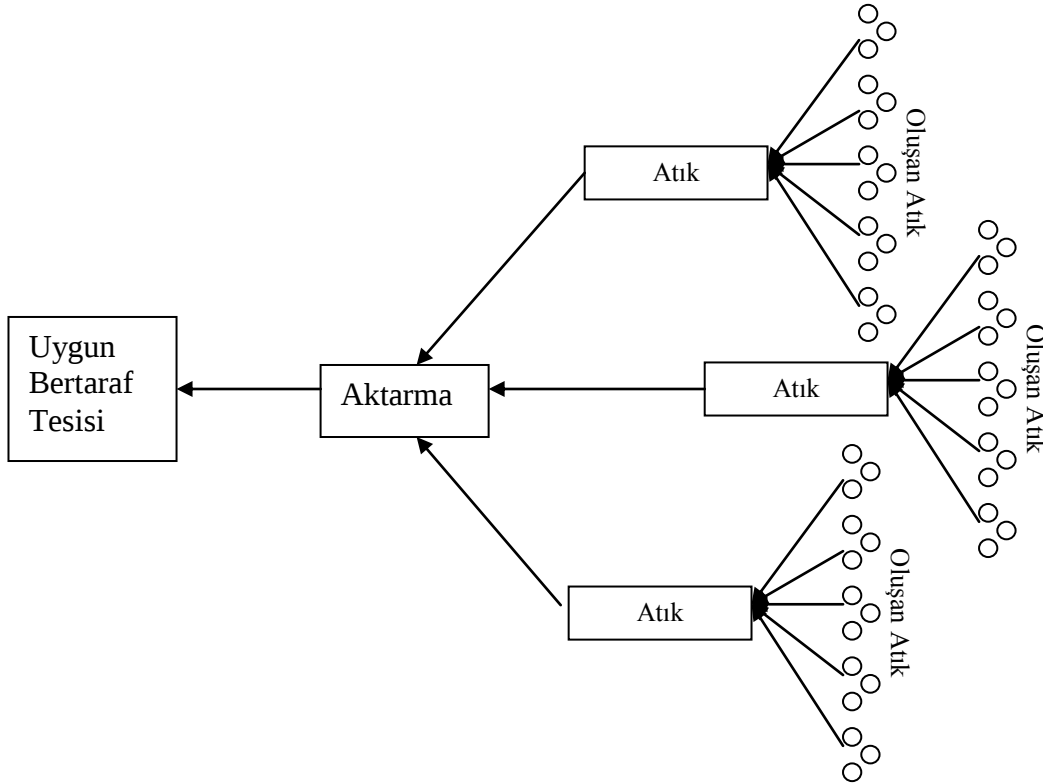


1. İade, Kullanım İhtiyacının Bitmesi (Tekrar satım, tekrar kullanım)
2. Ticari Ayarlamalar & Stok Ayarlamaları (Tekrar Dağıtım)
3. Geri Çekme (Tekrar İşleme)
4. Garanti, Servis Hizmetleri (Tamir)
5. Defolu Ürünler (Tamir)
6. Ticari Dönüşler, Geri Çekme (Çekici & Kullanılır Hale Getirme)
7. Kullanım İhtiyacının Bitmesi, Garanti Kapsamı (Çekici & Kullanılır Hale Getirme)
8. Defolu Ürünler (Tekrar Üretim)
9. Ticari Dönüşler, Geri Çekme (Tekrar Üretim)
10. Kullanım İhtiyacının Bitmesi, Kullanım Ömrünün Dolması (Tekrar Üretim)
11. Defolu Ürünler (Ürün Toplatma)
12. İlk Haline Getirme
13. Ticari Dönüşler, Geri Çekme (Ürün Toplatma)
14. Kullanım İhtiyacının Bitmesi, Kullanım Ömrünün Dolması (Ürün Toplatma)
15. Hammadde Fazlası (Tekrar Kullanım, Tekrar Satma)
16. Defolu Ürünler, Üretim Artıkları (Geri Dönüşüm)
17. Ticari Dönüşler, Geri Çekme (Geri Dönüşüm)
18. Kullanım Ömrünün Dolması (Geri Dönüşüm)
19. Tüm Tersine Akış Şekilleri (Yakma, Düzenli Depolama)

4.4 Katı Atık Yönetimi İçinn Yenilenmiş Tersine Lojistik Tanımı

Yapılan tersine lojistik tanımları ışığında, tersine lojistik katı atık yönetiminden farklılık göstermektedir. Katı atık yönetimini tanımında kullanılan “atık” kelimesi, “sahibi tarafından artık istenmeyen, işe yaramayacak madde” olarak düşünülmektedir ve genellikle atıkla ilgilenilmektedir. Tersine lojistikte ise dağıtım kanalları içerisinde maddenin akışı; bu akışın lojistik uygulamaları ile kontrolü söz konusudur. İthal etme gibi bir lojistik uygulamasının, çöp ithali gibi bir şekilde uygulanmasının kanunen ve mantıken imkansız olduğu bilinmektedir. Ancak son yıllarda uygulanan katı atık yönetiminde, geri dönüş, geri kazanma, tekrar kullanma konularına oldukça önem verilmiştir. Temelde aynı olan bu iki yönetim sisteminin aynı uygulamaları kullanılabilmesi için tekrar bir tanım yapılması gerekmektedir.

Katı atık yönetiminde tersine lojistik “Son tüketim noktasında oluşan atığın, değerini geri kazanmak için geri kazanım alanına ve değeri geri kazanılamayacak atığın uygun bertaraf alanına akışını geri dönüşüm kanalları boyunca planlamak, uygulamak ve kontrol etmek” olarak tanımlanabilir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6: Tersine Lojistik İçin Katı Atık Akım Şeması

Görüldüğü üzere Tersine Lojistik ve Katı Atık Yönetimi işleyiş tarzı olarak aynı şekilde çalışmaktadır. Bu yüzden katı atık yönetimindeki aksaklıkları gidermek için tersine lojistik uygulamalarının kullanılmasında herhangi bir sakınca yoktur.

5. LİTERATÜR ÇALIŞMASI

Bu güne kadar katı atık yönetimi, katı atık yönetimi uygulamaları, karşılaşılan sorunlar ve bu sorunlar için geliştirilen çözümlerin yanı sıra, sistemin iyileştirilmesi için çeşitli önerilerinde bulunduğu bir çok çalışma yapılmıştır. Aynı şekilde lojistik, lojistik uygulamaları, tedarik zinciri ve tersine lojistik ile ilgili de bir çok çalışma yapılmıştır. Yapılan bu çalışmalar Tablo 5.1’de gösterilmektedir (Numaralandırma işlemi yazarların soyadına göre alfabetik sıraya konması ile yapılmıştır). Eğer bu konular da yapılan çalışmalar dikkatle incelenecek olunursa katı atık yönetimi ile tersine lojistik uygulamalarının temelde işleyiş tarzına göre neredeyse aynı olduklarını gözden kaçırmak mümkün değildir.

İncelenen çalışmalarda gözlenen şudur ki, katı atık yönetimini ilgilendiren ve yönetim sisteminde araştırılan konuyu etkileyen oldukça fazla kriter bulunmaktadır. Bu kriterlerin hepsi Tablo 5.2’de gösterilmiştir (Tablo 5.2’de yapılan numaralandırma işlemi, Tablo 5.1’de atanmış olan numaralara göre yapılmıştır. Bütün çalışmalar ayrı ayrı değerlendirilerek, her çalışmada incelenen kriterler oluşturulan tablo içerisinde dolgu hücre olarak gösterilmiştir). Bu kriterlerin hepsinde aslında tek bir sistemin ve tek bir konunun parçasıdır. Ancak yapılan çalışmalarda bu kriterler asla bir bütün halinde incelenmemişlerdir.

Literatür çalışmalarında göze çarpan en büyük eksiklik katı atık yönetimi incelenirken yapılan değerlendirmelerin genellikle varsayımlara dayalı olduğu, sadece ideal durumları temsil ettiği, gerçek durumları temsil etmekte güçlük yaşadığıdır.

Tablo 5.1: Yapılan Literatür Çalışmalarının İncelemesi

	Başlık	Yıl	Yazar	Konu	Amaç	Kullanılan Teknik
1	Designing The Green Supply Chain	1999	Benita M. Beamon	Tedarik zinciri için çevresel faktörlerin incelenmesi ve yeni bir tedarik zinciri oluşturulması	Çevre yönetim sistemlerinin, tedarik zinciri üzerinde masraf/kazanç ve performans değerlendirmeleri yaparak, lojistik uygulamaları için, önemini göstermek	Literatür araştırması, anket
2	Supply-chain Network Configuration For Product Recovery	2004	Benita M. Beamon, Clara Fernandes	Bu çalışmada üreticilerin yeni ürünler ürettiği, ve eski ürünlerin geri dönüştürülüp tekrar üretime tabi tutulduğu kapalı-döngü tedarik zinciri çalışmaları yapıyor.	Tüketimin artmasından kaynaklanan hammadde azalmasını engelleyebilecek bir çözüm olan geri dönüşüm için bir tedarik zinciri düzenlemek	Binomiyal diskriminant seçim modelleri
3	Forecasting Municipal Solid Waste Generation In A Fast-Growing Urban Region With System Dynamics Modeling	2004	Brian Dyson, Ni-Bin Chang	Katı atık toplama, geri dönüşüm ve bertaraf sistemlerinde optimizasyon yaparken, maliyet verimliliği ve iş miktarı kısıtlamalarının önemi	Katı Atık Yönetiminin daha etkin yapılandırılması için gelecekte oluşacak katı atık miktarını System Dynamics Modeling kullanarak doğru tahmin etmek.	Stella ve Vensim bilgisayar programlarını kullanarak sistem dinamik medellemesi
4	Reduction Of Queuing Delays At Waste Management Facilities	2002	Bruce G. Wilson, Brian W Baetz, Fred L. Hall	Çalışma saatlerini ve yoğunluğunu optimize etmek	Atık aktarma istasyonlarında oluşan kuyrukları, dolayısıyla masrafları azaltmak	Deterministik ve akışkanlık yaklaşımları, Monte Carlo Simulasyon Modeli
5	The Application Of A Vehichle Routing Problem To A Waste-Collection Problem: Two Case Studies	2002	E. Angelelli, MG Speranza	Araç rotalama modelinin, atık toplama ve taşıma sistemleri için uygulaması	Üç ayrı atık toplama ve taşıma sistemi için, araç rotalama modelinin uygulanabileceğini göstermek.	Kara Analiz Sistemleri, Heuristik Teknikler

	Başlık	Yıl	Yazar	Konu	Amaç	Kullanılan Teknik
6	Factors Influencing The Privization Of Urban Solid Waste Collection In Spain	2002	Germa Bel, Antonio Miralles	Katı atık toplamının organizasyonel yönden incelenmesi ve katı atık toplamının özelleştirilmesinin teorik konularının belirlenerek tartışılması	Katı atık toplamada ekonomik faktörlerin ve politik faktörlerin özelleştirmeye etkisinin bulunması ve özelleştirme hakkında açıklayıcı bir modelin yaratılması	Binomiyal diskriminant seçim modelleri
7	Recyclable Waste Collection Planning - A Case Study	2004	Joao Teixeira, Antonio Pais Antunes, Jorge Pinho de Sousa	Şehrin geri dönüştürülebilir atığını toplamak için araç rotalarını planlamayı anlatıyor.	İşletme masrafını en aza indirmek için her ay tekrarlayacak, bir ayın her günü için ayrı ayrı araç rotalarının planlanması	GIS, Heuristik Teknikler
8	Factors Determining The Post-Consumer Waste Recycling Burden	2000	John Butler, Paul Hooper	Geri dönüştürülebilir maddelerin, çeşitli toplama işlemlerini hakkında bilgilendirme.	Geri Dönüşümün maliyetini etkileyen unsurları göstermek	Regresyon Modeli
9	The Potential For Using Life Cycle Inventory Analyses In Local Authority Waste Management Decision Making	2000	John Powell	Çeşitli katı atık yönetimi senaryoları için yaşam-döngüsü stok analizleri kullanılması	Yaşam-döngüsü analizlerinin katı atık yönetimi seçiminde kullanılabilme potansiyelini saptama	Yaşam Döngüsü analizleri
10	Municipal Solid Waste Recycling Issues	1999	Lester B. Lave, Chris T. Hendrickson, Noellette M. Conway-Schempf, Francis C. McMichael	Evsel Katı Atıklarda geri dönüşüm sürecinin incelenmesi	Geri Dönüşümün maliyet verimini hesaplayarak, en iyi atık yönetimi politikası olup olmadığını belirlemek.	Ekonomik-Çevresel kriterleri incelemek

	Başlık	Yıl	Yazar	Konu	Amaç	Kullanılan Teknik
11	Optimal Routing For Infectious Waste Collection	1999	Li-Hsing Shih, Yung-Teh Lin	Taiwandaki hastahanelerin bulaşıcı atık bakımından incelenmeleri	Bulaşıcı atıkları en uygun şekilde toparlayabilmek için sistem geliştirmek	Karmaşık Tam Sayılı Programlama, Analitik Yaklaşımlar, SFCOP yaklaşımı
12	Assesment of Public Vs. Private MSW management: A Case Stusy	2003	M.A. Massoud, M. El-Fadel, A. Abdel Malak	Lübnan'ın iki büyük şeklindeki katı atık yönetimini inceleyerek belediyeler tarafından ve özel kuruluşlar tarafından yürütülen katı atık yönetimi sistemini incelemek.	Katı Atık Yönetim sisteminin belediyeler tarafından yönetildiğinde daha verimli ve düşük masraflı olup olmadığının araştırılması	Karşılaştırma Yöntemi
13	Environmental Management By The Learning Curve	2003	M.Fehr	Eğitimin çevre yönetiminde etkisi	En iyi katı atık yönetiminin eğitim sayesinde hayata geçirilebilceğini göstermek	Karşılaştırma Yöntemi
14	Reverse Logistics - A Framework	2002	Marisa P. De Brito, Rommert Dekker	Çalışma tersine lojistik tanımlarını inceliyor ve bu tanımları karşılaştırıyor.	-	Literatür Çalışması
15	Cost-Effective and Equitable Workload Operation in Solid-Waste Management Systems	1997	Ni-Bin Chang, Ying-Hsi Chang, Y. L. Chen	Katı atık toplama, geri dönüşüm ve bertaraf sistemlerinde optimizasyon yaparken, maliyet verimliliği ve iş miktarı kısıtlamalarının önemi	Varolan atık toplama araçlarıyla, servis alanlarında çalışan işgücünün atık toplama görevlerini düzenleyerek, oluşan atığı geri dönüşüm, arıtma ve bertaraf tesislerine minimum masraf ile gönderebilmek	Nonlineer programlama ve tamsayılı programlama, optimizasyon, dizayn ve taşıma kapasitesini bulmak için regresyon analizi
16	Forecasting Generation of Urban Solid Waste in Developing Countries - A Case Study in Mexico	2001	Otoniel Buenrosto, Gerardo Bocco, Javier Vence	Gelişmekte olan bir ülke olan Meksika'da katı atık oluşum miktarını belirlemek için yapılmış bir çalışma.	Katı Atık Yönetiminin daha etkin yapılandırılması için gelecekte oluşacak katı atık miktarını doğru tahmin etmek.	Çoklu Lineer Regresyon Analizleri, Retrospektif analizleri

	Başlık	Yıl	Yazar	Konu	Amaç	Kullanılan Teknik
17	Collection And Transportation Cost Of Household Solid Waste In Kuwait	2004	P.A. Koushki, U. Al-Duaij, W. Al-Ghimlas	Kuveyt' te mevcut olan katı atık sisteminin diğer ülkelerle karşılaştırılması	Kuveyt'te katı atık toplama ve taşıma sisteminin verimini ve verimliliğini ölçmek.	Karşılaştırma Yöntemi
18	The Investigation Of A Class Of Capacitated Arc Routing Problems: The Collection Of Garbage In Developing Countries	2004	S.K. Amponsah, S. Salhi	Gelişmekte olan ülkelerde, özellikle sıcak havalarda ve yüksek nüfuslu şehirlerde yaşanan, atık toplama işleminde yaşanan araç rotalamasına bağlı problemlerin incelenmesi	Çalışmada amaç, özellikle sıcak havalarda ve yüksek nüfuslu yerlerde atık toplamanın araç rotalandırılmasına bağlı yaşanan problemlerin, atık toplama işleminin çevreye olan etkisi ve masrafıda değerlendirilerek çözülmesi	Yapıcı Heuristik metodu ve zamana bağlı modeller
19	Environmental Linkages Between Urban Form and Municipal Solid Waste Management Infrastructure	1996	Tony Di Nino, Brian W. Baetz	Sürdürülebilirlik için evsel katı atıkların toplama ve taşıma sistemlerinin çevreye olan etkisinin incelenmesi	Oluşan hava kirliliğini azaltmak	Modelleme
20	Research & Development Methodology For Recycling Residues As Building Materials - A Proposal	2001	V.M. John,S.E. Zordan	Katı atık sisteminin incelenerek, atıkların geri dönüşüm oranlarına bağlı olarak, inşaat sektöründe kullanılabilmesi için araştırma ve geliştirme çalışması	İnşaat sektörü için kullanışlı ve ucuz hammadde sağlamak, aynı zamanda atıktan kurtulmak	Araştırma, geliştirme (veri toplama, analiz yapma, geliştirme, karar verme)
21	Improving The Solid Waste Management In Phnom Penh City: A Strategic Approach	2004	Vaesna Kum, Alice Sharp, Napat Harnpornchai	En son özelleştirme esnasında yenilenen katı atık yönetimi sisteminin iyileştirmek için gözden geçirilmesi	En son özelleştirme esnasında yenilenen katı atık yönetimi sisteminin, sistemi daha verimli ve az masraflı hale getirebilmek için halen yapısında ihtiyaç duyduğu yenileme ve iyileştirmelerin belirlenmesi	Veri inceleme ve değerlendirme

Tablo 5.2: Yapılan Literatür Çalışmalarında İncelenen Kriterler

KRİTERLER															
No	Nüfus	Kişi Başı Atık Miktarı	Araç Sayısı	Atık İçeriği	Araç Çeşitleri	Araç Kapasitesi	Kat edilen uzaklık	Araç Seyahat Süresi	Araç Sefer Sayısı	Aktarma İstasyonu Koşulları	Atık Toplama Talebi	İşletim Masrafları	Taşıma Masrafları	Çevre Koşulları	Politik Görüş
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															
21															

6. METODOLOJİ

6.1 Çok Kriterli Karar Verme Metotları

Literatür bölümünde de görüldüğü gibi yapılan araştırmalar çok çeşitli amaçlar için yapılmıştır. Bu amaçlara ulaşmak için gerek sözel, gerek sayısal bir çok araştırma metodu kullanılmıştır ve bu metotlarda bir çok farklı değişken incelenmiştir.

Eğer araştırmada gösterilmek veya ulaşmak istenen sonuç, birden çok faktörden etkileniyorsa Çok Kriterli Karar Verme Metotlarından faydalanılması önerilir (**Pomerol ve Barba Romero, 2000**). Bu metotta istediğimiz amaca ulaşmak için sonucu etkileyen faktörler bir arada veya parçalara ayrılıp bir bütünün içerisinde teker teker, çeşitli teknikler kullanılarak incelenir. Bu inceleme sonucunda istenilen amaca ulaşmak için seçilen alternatifler üzerinden karar verilir.

Bu çalışmada alternatifler arasından seçim yapabilmek için Çok Kriterli Karar Verme tekniklerinden AHP ve TOPSIS teknikleri kullanılacaktır.

6.2 Analitik Hiyerarşi İşlemleri (AHP) (Analytical Hierarchy Process)

AHP’ de amaç, ulaşmak istenilen hedefe ulaşılmasını sağlayacak alternatifleri, bu alternatiflere etki eden değerlendirme boyutlarını ve bu boyutlara ait kriterleri bir hiyerarşi şekline sokmak ve kriterleri hem kendi içlerinde hem de birbirleriyle kıyaslayarak seçilen alternatifler arasından karar verebilmektir.

AHP’de karar verebilmek için sırasıyla;

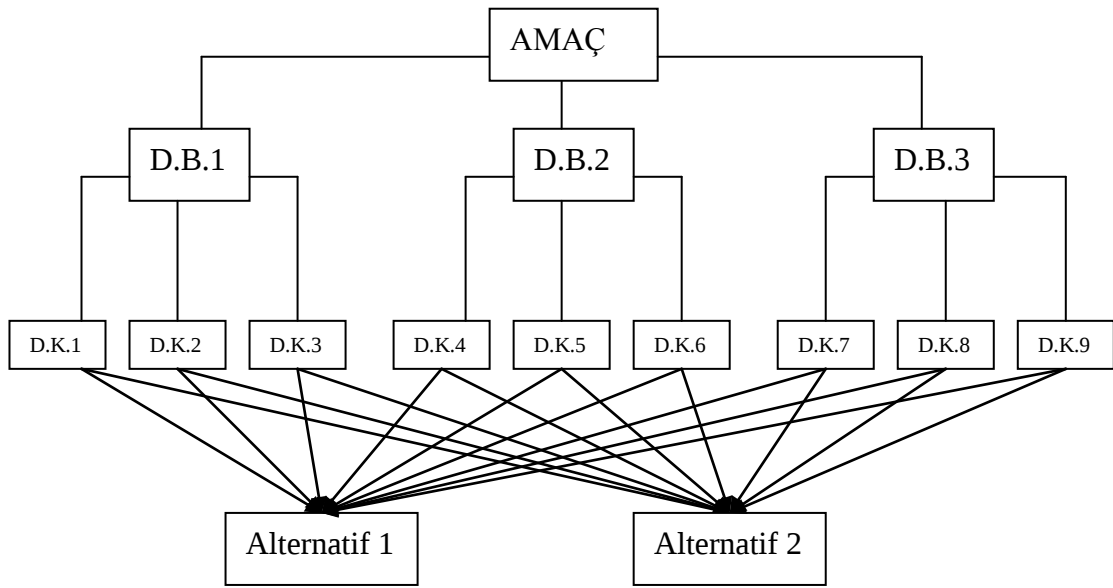
1. Hiyerarşik bir yapı oluşturulmalıdır.
2. Sırasıyla boyutlar ve kriterler için hem kendi aralarında ikili olarak, hem de bir bütün içerisinde karşılaştırmalar yapılmalıdır.
3. Yapılan karşılaştırmalar matematik modelinin içerisine yerleştirilerek seçilen alternatiflerin sıralaması yapılmalıdır.

Bu sıra izlenerek teknik uygulandığında amaca ulaşmak için karar vermek için sıralanmış alternatifler arasından, en üstte olan alternatife karşılaştırmalardan elde edilen sonuçlar ışığında karar verilir.

6.2.1 Hiyerarşiyi oluşturmak

Hiyerarşiyi oluşturmak, karmaşık bir karar mekanizmasını ana hedeften başlayarak çeşitli değerlendirme boyutlarına, değerlendirme boyutlarından değerlendirme kriterlerine ve buradan da en alt seviyeye inene kadar modellemektir (Walailak, 2002).

Hiyerarşide en üst seviyede ulaşılmak istenen amaç bulunur. Değerlendirme boyutları ve bu boyutları etkileyen kriterler orta kısma yerleştirilir, en alta ise hedefe veya amaca ulaşmak için düşünülen alternatifler yerleştirilir (Şekil 6.1).



Şekil 6.1: AHP Tekniğinde Kurulmuş Bir Hiyerarşi Örneği

Saaty (1980, 2000) çalışmalarında hiyerarşiyi oluşturmanın yaratıcı düşünmeyle, veri toplamayla ve insanların bakış açılarını kullanarak yapılabileceğini belirtmiştir. Zahedi (1986) ise hiyerarşi yapısının yönetime ait kararların içeriğine veya şekline bağlı olarak oluştuğunu söylemektedir. Kahraman ve ark. (2004) ise insanların bakış açılarını değerlendirerek hiyerarşiyi oluşturmuşlardır. Görüldüğü gibi bir sistemdeki hiyerarşinin yapısını oluşturmak insandan insana değişir.

Bu çalışmada, hiyerarşiyi oluşturmak için bir literatür araştırması yapılmış ve çalışmanın konusunu en çok ilgilendiren kriterler tespit edilmiştir. Ayrıca, insanların bakış açılarından faydalanan eksik kalan kriterler tamamlanmış ve hiyerarşi oluşturulmuştur.

6.2.2 Karşılaştırma

Hiyerarşi oluşturulduktan sonra, karar verebilmek için bütün boyutların ve kriterlerin hem kendi aralarında ikişerli karşılaştırılmaları, hem de topluca karşılaştırılmaları amacıyla her alternatifte göre önem düzeyleri belirlenmelidir.

Değerlendirme boyutlarının alt grupları olan değerlendirme kriterleri kıyaslama yapabilmek için karşılaştırma matrisleri içlerine yerleştirilir. Alternatiflere karar verirken kullanılacak bu kriterlere ilk olarak önem seviyeleri atanır ve yaptığımız bu atamalar da matrislerin içlerine yerleştirilir. Matrisler şeklinde olan bu yerleştirme, değerlendirme kriterlerinin gerek ikili gerekse bir bütün içerisinde olarak yapılan karşılaştırmalarının, seçtiğimiz alternatifler arasından karar vermeyi kolaylaştıracak matematiksel anlam taşıyan değerler şeklinde ifadesini sağlar. Seçilen kriterlerin önem atamaları yapılırken **Saaty (1980, 2000)**, tarafından oluşturulmuş ve kullanılmış olan dokuzluk sistem uygulanır (Tablo 6.1).

Tablo 6.1: 9'luk değerlendirme Sistemi ve Açıklaması

Tercih Ağırlıkları / Önem Sırası	Tanım	Açıklama
1	Eşit önemde	İki aktivitede amaca eşit önemde katkıda bulunuyor.
3	Az Önemli	Deneyim ve karar verme bir aktiviteyi diğerine göre biraz daha önemli kılıyor.
5	Önemli	Deneyim ve karar verme bir aktiviteyi diğerine göre daha önemli veya zaruri kılıyor.
7	Çok Önemli	Bir aktivite diğerine göre daha çok önemli ve baskınlığı yapılan çalışmada belirli oluyor.
9	Aşırı Önemli	Bir aktivite diğerine göre olabilecek en yüksek ölçüde önemli ve baskın durumda.
2,4,6,8	Ara Değerler	Yukarıda verilen değerlendirmelerin aralarında kalan durumlarda kullanılıyor.

Bu şekilde de görüldüğü gibi tek sayılar ana önem derecelerini, çift sayılar ise ara önem derecelerini ifade eder. Ara değerler bu tabloyu kullanan araştırmacılar tarafından çok zorda kalınmadıkça kullanılmamıştır.

Bu çalışmada sadece ana önem derecelerinin bulunduğu, beşli skala önem atama değeri kullanılacaktır.

6.2.3 Değerlendirme

Değerlendirme esnasında önce, bütün değerlendirme kriterlerinin bulunduğu bir matris yaratılır ve bu matrise bu değerlendirme kriterlerine atanmış önem seviyeleri yerleştirilir.

Örnek olarak amaca ulaşmak için dört adet değerlendirme kriterinin bulunduğu bir hiyerarşiyi ele alırsak oluşturacağımız değerlendirme matrisi aşağıdaki gibi olacaktır (Tablo 6.2);

Tablo 6.2: Değerlendirme Matrisi

	D.K.1	D.K.2	D.K.3	D.K.4
D.K.1	$a_{1,1}$	$a_{1,2}$	$a_{1,3}$	$a_{1,4}$
D.K.2	$a_{2,1}$	$a_{2,2}$	$a_{2,3}$	$a_{2,4}$
D.K.3	$a_{3,1}$	$a_{3,2}$	$a_{3,3}$	$a_{3,4}$
D.K.4	$a_{4,1}$	$a_{4,2}$	$a_{4,3}$	$a_{4,4}$

Bu matriste bulunan $a_{i,j}$ şeklindeki ifadelerde, i karşılaştırılacak olan kriterin kaçınıcı kriter olduğunu, j ise karşılaştırılan kriterin kaçınıcı kriter olduğunu gösterir. Örneğin $a_{2,3}$ şeklindeki ifade, değerlendirme kriteri 2'nin (D.K.2), değerlendirme kriteri 3'e (D.K.3) kıyaslaması sonucunda, 9'luk sistem kullanılarak verilecek önem seviyesini belirtir. Kısaca $a_{2,3}$ değeri, D.K.2'nin D.K.3'e göre önem seviyesi demektir. $a_{3,2}$ değeri ise D.K.3'ün D.K.2'ye göre olan önem seviyesini belirtmektedir. Matris köşegenlerinin yani $a_{1,1}$, $a_{2,2}$, $a_{3,3}$ ve $a_{4,4}$ elemanlarına önem seviyeleri atamaları yapılmak istenildiğinde değerlendirme kriterlerinin kendileriyle karşılaştırıldıkları görülmektedir. Karşılaştırılan iki kriterinde birbirinin aynısı olması, birbirlerinden daha önemli olamayacakları, bu yüzden önem seviyelerinin eşit olacağı yani bu değerlerin her zaman 1'e eşit olması gerektiğini göstermektedir.

Kriterler arasında yapılan ikili karşılaştırmalara göre atanan önem seviyelerinin matrise yerleştirilmesinden sonra, her kriterin karar vermede ne kadar etkili olduğunu bulmak için o kritere ait ağırlık, yani matris içindeki kriterin eigenvalue değeri bulunur. Eigenvalue değeri, bir değerlendirme kriterin her kriterle karşılaştırmasının toplamının, matrisin bütün elemanlarının toplamına bölümüyle bulunur ve 0 ile 1 aralığında bir değerde çıkar. Değerlendirme Kriteri 1 (D.K.1) kriterinin eigenvalue değerinin bulunuşunu formüle edecek olursak;

$$w_{D.K.1} = \frac{\sum_{j=1}^4 a_{1,j}}{\sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^4 a_{i,j}} \quad (6.1)$$

formülünü elde ederiz. Bu formülden de anlaşılacağı gibi D.K.1 kriterinin ağırlığı $(a_{1,1} + a_{1,2} + a_{1,3} + a_{1,4})$ toplamının, bütün matris elemanlarının toplamına bölünmesi ile bulunur. İlk önce yukarıdaki formül her değerlendirme kriteri için uygulanarak, kriterlerin ağırlıkları bulunur.

Bütün ağırlıklar bulunduktan sonra her değerlendirme kriterinin alternatiflere göre incelemesi yapılır. Bu incelemede alternatifler, her değerlendirme kriteri için sırasıyla birbirleriyle karşılaştırılacakları ikili matrislere yerleştirilir. Matrislere ayrıca karşılaştırmaların sonuçları olan önem atamaları da yerleştirilir. Yerleştirilen bu önem seviyesi atamalarına bağlı olarak her değerlendirme kriterinin alternatiflere olan etkisini gösteren ağırlıklar hesaplanır. D.K.1'i alternatiflere göre değerlendirecek olursak, oluşturulan matris şu şekilde olacaktır (Tablo 6.3):

Tablo 6.3: Alternatifler için Değerlendirme Matrisi

D.K.1	A.1	A.2
A.1	$a_{1,1}$	$a_{1,2}$
A.2	$a_{2,1}$	$a_{2,2}$

Matris elemanlarından $a_{1,1}$ ve $a_{2,2}$ 'nin değerleri yine 1'e eşit olacaktır. $a_{1,2}$ değeri ise A.1 alternatifinin, A.2 alternatifine göre kıyaslandığında önem seviyesinin değerini göstermektedir. Matrisin bütün elemanları için önem seviyesi atamaları yapıldıktan sonra amaca ulaşmak için belirlediğimiz alternatifler uygulanırken her kriterin kararda ne kadar önemli olduğunu gösteren ağırlıklar hesaplanır. Örneğin Değerlendirme Kriteri 1'in Alternatif 1' in çözüm olarak seçilebilmesi için ağırlığı aşağıdaki formülle hesaplanabilir:

$$w_{A.1} = \frac{\sum_{j=1}^2 a_{1,j}}{\sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 a_{i,j}} \quad (6.2)$$

Yani D.K.1'in A.1' in çözüm olarak seçilebilmesi için ağırlığı $(a_{1,1} + a_{1,2})$ toplamının matrisin bütün elemanlarına bölünmesi ile hesaplanır.

Bu işlem her değerlendirme kriteri için, bütün alternatiflere aynı şekilde uygulandığında elimize alternatif sayısına ve değerlendirme kriteri sayısına bağlı olarak 2x4'lük bir matris geçer. Alternatiflerin çözüm olarak seçilebilmesi için, her alternatifin her değerlendirme kriterine göre hesaplanan ağırlıklardan oluşan bu yeni matris, daha önceden bulduğumuz değerlendirme kriterlerinin birbirleriyle olan karşılaştırılmalarının yapıldığı matristen elde edilen ağırlık değerleri ile çarpılarak yeni 2x4'lük bir matris oluşturulur. Oluşan bu matrisin 2 satırının olmasının sebebi amaca ulaşmak için iki alternatifin olmasından, 4 sütununun olmasının sebebi ise, 4 değerlendirme kriterine sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Sonuç olarak elde edilen en son matris bize alternatiflere bağlı olarak, her değerlendirme kriterinin karar vermede ne kadar payı olduğunu gösterir. Bu durumda her alternatife ait olan satırda bulunan değerler toplanırsa, o alternatife ait genel bir ağırlık edinilir. Alternatiflerden hangisinin bu ağırlık değeri en yüksek ise o alternatif çözüme ulaşmada en etkin alternatif olarak seçilir.

6.3 TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution)

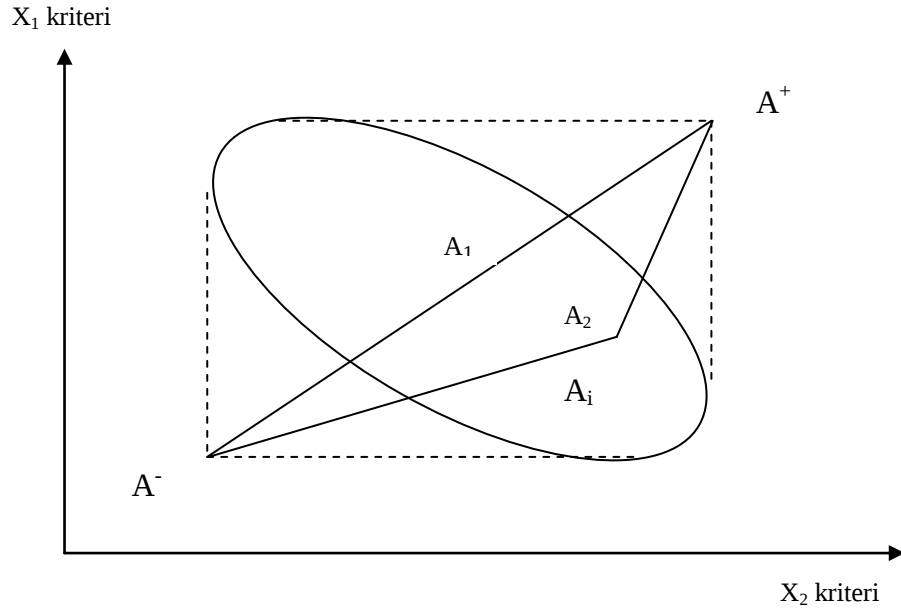
TOPSIS Metodu ilk olarak **Hwang ve Yoon (1981)** tarafından önerilmiştir. TOPSIS' in mantığı amaca ulaşmak için en iyi çözümü ve en kötü çözümü tanımlamaktır. Amacı ise bu çözüm tanımlarını kullanarak optimum alternatife ulaşmaktır.

En iyi çözüm, yani ideal çözüm, verimin en yüksek maliyetin en düşük olduğu çözümdür. En kötü çözüm yani negatif-ideal çözüm ise verimin en düşük maliyetin en yüksek olduğu çözümdür. Optimum alternatif ise, ideal çözüme en yakın negatif-ideal çözüme en uzak olan alternatiftir.

Aşağıda; alternatifler arasından optimum alternatifi seçebilmek için ideal çözüme yakınlığın ve negatif-ideal çözüme olan uzaklığın gösterildiği bir örnek verilmiştir:

Değerlendirme kriterleri değerlendirilerek sırasıyla en iyi çözüm olan A^+ ve en kötü çözüm olan A^- çözümü bulunmuştur. A_1 alternatiflerine göre değerlendirilen bu çözümlerin de içerisinde bulunduğu çözüm kümesi şeklindeki gibi gösterilmiştir (Şekil 6.2).

Bu çözüm kümesinde görülen A_1 ve A_2 , A_1 alternatiflerinin arasından X_1 ve X_2 kriterlerine bağlı olarak değerlendirilmiş ve çözüm kümesinde bulundukları yerlere konulmuşlardır. Bu iki örnek alternatif değerlendirilecek olursa; A_1 alternatifinin A_2 alternatifine göre A^+ ideal çözümüne en yakın, A^- negatif-ideal çözümüne göre ise en uzak alternatif olduğu görülmektedir. TOPSIS Metodunda amaç optimum alternatifi bulmaktır, ki bu çözüm kümesine göre optimum alternatif A_1 alternatiftir (**Hwang ve Yoon, 1981**).



Şekil 6.2: X_1 ve X_2 Kriterlerine Göre Oluşturulmuş Çözüm Kümesinde, Her Alternatifin A^+ ve A^- ideal Çözümlerine Olan Uzaklıkları

TOPSIS Metodu ile karar verebilmek için;

1. Normalizasyon oranlarının hesaplanması
2. Ağırlıklı normalizasyon oranlarının hesaplanması
3. İdeal ve negatif-ideal çözümlerin tespit edilmesi
4. Her alternatifin A^+ ve A^- den olan uzaklığının hesabı
5. Her alternatifin ideal çözüme olan göreceli uzaklığının hesabı

işlemlerinin yapılması gerekir.

6.3.1 Normalizasyon oranlarının hesaplanması

Performans matrisinin normalizasyonunun yapılmasının amacı, bütün matris girdilerini birleştirebilmektir. x_{ij} ' nin i alternatifinin j kriterine göre performansının gösterildiği, orijinal performans matrisinin;

$X = (x_{ij})$ olduğunu düşünürsek her kriterin normalizasyon oranları aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$r_{ij} = \frac{x_{i,j}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{i,j}^2}} ; \quad i = 1, 2, \dots, m ; j = 1, 2, \dots, n \quad (6.3)$$

6.3.2 Ağırlıklı normalizasyon oranlarının hesaplanması

TOPSIS ağırlıklı normalizasyon performans matrisinin;

$V = (V_{ij})$, $\forall ij$; şeklinde tanımladığını düşünürsek, ağırlıklı normalizasyon oranlarının hesabı aşağıdaki şekilde hesaplanabilir:

$$V_{ij} = w_j \times r_{ij}; \quad i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n \quad (6.4)$$

Bu formülde w_j j kriterinin ağırlığını ifade etmektedir.

6.3.3 İdeal ve negatif-ideal çözümlerin tespit edilmesi

İdeal ve Negatif-İdeal Çözümler aşağıdaki gibi hesaplanır;

$$A^+ = \{(\max V_{ij} \mid j \in J_1), (\min V_{ij} \mid j \in J_2); i = 1, 2, \dots, n \quad (6.5)$$

$$A^- = \{(\min V_{ij} \mid j \in J_1), (\max V_{ij} \mid j \in J_2); i = 1, 2, \dots, n \quad (6.6)$$

Bu formülde J_1 fayda kriterleri setini; J_2 ise maliyet kriterleri setini temsil etmektedir.

6.3.4 Her alternatifin A^+ ve A^- den olan uzaklığının hesabı

Her alternatifin ideal çözümden olan mesafesi şu formülle hesaplanır:

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2}; \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (6.7)$$

Aynı şekilde negatif-ideal çözümden olan mesafede şu formülle hesaplanır:

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2}; \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (6.8)$$

6.3.5 Her alternatifin ideal çözüme Olan göreceli uzaklığının hesabı

$$C_i^+ = \frac{S_i^-}{(S_i^+ + S_i^-)}; \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (6.9)$$

formülü kullanılarak her i alternatifinin ideal çözüme olan göreceli uzaklığını hesaplayabiliriz. Burada dikkat edilmesi gereken bir husus C_i^+ değerinin 0 ile 1 arasında olacağı, 1'e ne kadar yaklaşırsa çözüme ulaşmak için o kadar iyi bir

alternatif olacağı, 0'a ne kadar yaklaşırsa da çözüm için o kadar kötü bir alternatif olacağı anlamına gelir. TOPSIS metodu ile karar verirken C_i^+ 1'e en yakın olan i alternatifi seçilir.

AHP ve TOPSIS teknikleri “İstanbul Büyükşehir Belediyesi Avrupa Yakası Katı Atık Toplama ve Taşıma Sistemini İyileştirmek” amacı için uygulanacak ve bu uygulamanın ayrıntıları bir sonraki bölümde incelenecektir.

7. UYGULAMA

7.1 Uygulama Amacı

Katı Atık Yönetimi'nde de incelendiği gibi, yönetimin bazı aksayan yönleri bulunmuştur. Sistemdeki en büyük aksaklığın Avrupa yakasında bulunan aktarma istasyonlarında gerçekleştiği tespit edilmiştir. Avrupa yakasında bulunan üç aktarma istasyonunda Tablo 3.3' de verildiği üzere belirli saatlerde aşırı bir yoğunluk yaşanmaktadır. İstanbul Büyükşehir Belediyesi'ne eklenen diğer belediyelerin de mevcut durumda zaten kapasite üstü çalışan bu sistemde aşırı yüklenme yapmasından korkulmaktadır. Kısacası katı atık yönetimi sisteminin tıkanıdığı nokta Avrupa yakasında bulunan aktarma istasyonlarıdır. Öncelikli olarak bu sebepten; sonra, Avrupa yakasında konuyla ilgili daha çok veri bulunmasından dolayı uygulama amacımızı “İstanbul Avrupa Yakasındaki Katı Atık Toplama ve Taşıma Sistemini İyileştirmek” olarak belirledik.

Bu amaca ulaşmak için, katı atık yönetim sisteminin bir parçası olan aktarma merkezlerini incelerken, aktarma merkezleri ile ilgili alınacak kararları etkileyen çok fazla değişken olduğu için “Çoklu-Kriter Karar Verme” (MCDM) yöntemi en uygun yöntem olarak belirlenmiştir. Aktarma merkezlerinde yaşanan aksaklıkları ve karşılaşılan problemleri gidermek için alternatifler, bu alternatifleri etkileyen değerlendirme boyutları ve değerlendirme kriterleri belirlenmiştir. Bu işlemde sonra alternatifler arasından karar verebilmek için MCDM teknikleri olan AHP ve TOPSIS kullanılmıştır. Sözü geçen tekniklerin kullanımı sonucunda ise konu ile ilgili kararlar verilmiştir. AHP ve TOPSIS tekniklerinin kullanımı aşağıda anlatıldığı gibidir.

7.2 AHP

Analitik Hiyerarşi Prosesi tekniğini karar analizlerinde kullanabilmek için, metodoloji bölümünde de anlatıldığı gibi ilk önce hiyerarşi yapılandırılmalıdır. Bunun için istenilen amaca ulaşabilmek için alternatifler ve bu alternatifler arasından seçim yapabilmek için, alternatifleri etkileyecek kriterlerin bulunması gerekmektedir.

7.2.1 Amaç, alternatifler, değerlendirme boyutları ve değerlendirme kriterleri

AHP tekniğinin kullanılabilmesi için, yapılacak olan çalışmanın amacı, bu amaca ulaşmak için düşünülen alternatifler, ve bu alternatiflerin değerlendirileceği değerlendirme boyutları ve değerlendirme alternatifleri ayrıntılı olarak anlatılmıştır.

7.2.1.1 Amaç

Hiyerarşi “İstanbul Avrupa Yakasındaki Katı Atık Toplama ve Taşıma Sistemini İyileştirmek” amacı göz önüne alınarak oluşturulmuştur.

7.2.1.2 Alternatifler

Hiyerarşi oluşturulurken “İstanbul Avrupa Yakasındaki Katı Atık Toplama ve Taşıma Sistemini İyileştirmek” amacına ulaşmak için;

1. Varolan Aktarma Merkezinde Yapılacak Düzenlemelerle Kapasite Arttırımı
2. Varolan Aktarma Merkezinin Revizyonu
3. Farklı Bir Yerde Yeni Bir Aktarma Merkezi İnşaatı

olmak üzere üç değişik alternatif belirlenmiştir.

Varolan Aktarma Merkezinde Yapılacak Düzenlemelerle Kapasite Arttırımı (KA):

Bu alternatifte anlatılmak istenen, İstanbul Büyükşehir Belediyesine bağlı olan aktarma tesislerinin, her hangi bir bina veya işletim sistemi değişikliğine gidilmeden sadece araç rotaları optimize edilerek, merkeze gelen toplama aracının gün içerisinde homojen yayılmasını sağlayarak kapasitelerinin arttırılmasıdır.

Varolan Aktarma Merkezinin Revizyonu (R) :

Varolan bina üzerinde, taşıma sistemi, atık aktarma sistemi ve işletim sistemi tamamen veya kısmen değiştirilerek kapasite ve verim arttırımı hedeflenmektedir.

Farklı Bir Yerde Yeni Bir Aktarma Merkezi İnşaatı (İ) :

İlave Katı Atık Aktarma Tesisi, Belediye tarafından kararlaştırılan yeni bir mevkide, bütün taşıma, aktarım, işletim sistemleri düşünülerek istenildiği yüzölçümünde, kapasitede, ekipmanda, yani kısaca istenildiği şekilde baştan inşaa edilecektir.

7.2.1.3 Değerlendirme boyutları ve kriterleri

Aşağıdaki parametreler yapılan literatür araştırmasında, aktarma istasyonlarının iyileştirilmesini etkileyen parametreler (Bkz. Tablo 5.2) olarak tespit edilmiştir:

- Nüfus
- Kişi başı atık miktarı

- Araç sayısı
- Atık içeriği
- Araç çeşitleri
- Araç kapasitesi
- Kat edilen uzaklık
- Araç seyahat süresi
- Araç sefer sayısı
- Aktarma istasyonları koşulları
- Atık toplama talebi
- İşletim masrafları
- Taşıma masrafları
- Çevre koşulları
- Politik Görüş

Ancak uzmanlarla yapılan kişisel görüşmelerde bu parametrelerin, konuyu tam olarak kavramadığı, bu parametrelere ek olarak aşağıdaki parametrelerinde incelenmesi gerektiği konusunda hemfikir olmuşlardır. Ek olarak incelenmesi gereken parametreler şunlardır:

- Peron sayısı
- Silo sayısı
- Çekici sayısı
- Bir silonun maliyeti
- Bir silonun ömrü
- Bir çekici maliyeti
- Bir çekici ömrü
- Binaların kullanım ömrü
- Aktarma istasyonunun kullanım ömrü
- Çöp araçlarının geliş saatlerine göre dağılımı
- Bir günde gelen araç sayısı
- Bir günde yapılan toplam sefer sayısı
- Bir sefer için gerekli süre

- Bir seferde ortalama harcanan yakıt miktarı
- Araçların aktarma istasyonundan bertaraf alanına gitmek için ortalama kat ettikleri yol
- Aylık taşıma ücreti
- Araçların aktarma istasyonunda ortalama bekleme süreleri
- Gelen aylık ortalama çöp tonajı
- Gelen her aracın taşıdığı ortalama çöp tonajı
- Bertaraf alanına doğru giden her aracın taşıdığı ortalama çöp tonajı
- Boş siloyu perona yerleştirmek için geçen süre
- Aracın taşıdığı çöpü boşaltma süresi
- Silonun ortalama dolma süresi
- Dolu siloyu perondan almak için gerekli süre
- Aktarma istasyonunda çalışan işçi sayısı
- Araçlarda çalışan işçi sayısı
- Çalışma ücretleri
- Sistemde silo depolama için gerekli alan
- Sistemde işletim için gerekli olan alan
- Eğer tesis baştan yapılacaksa gerekli yatırım maliyeti
- Eğer tesiste sadece ek binalar yapılacaksa gerekli yatırım maliyeti
- Eğer tesiste bina sabit kalacak sadece ekipman değişecekse maliyet
- Oluşan sızıntı suyu miktarı
- Oluşan gürültü kirliliği
- Oluşan hava kirliliği
- Oluşan koku miktarı
- Görüntü kirliliği(estetik kirlilik)

Görüldüğü üzere araştırılması gereken bir çok parametre vardır. Yukarıda ismi geçen parametrelerin, modelin aşırı derecede karmaşıklaşmaması için temsili kriterler altında, bu temsili kriterlerin ise alt başlıklar altında toplanması gerekmektedir. Amaca ulaşırken alternatifler arasından en uygununu bulmak için, alternatiflerin

kriterler tarafından değerlendirilebileceği, değerlendirme boyutlarının ve değerlendirme kriterlerinin oluşturulması gerekmektedir.

Kısaca hiyerarşi oluşturulurken araştırılması gereken parametreler çok fazla olduğu için parametreler ilk önce en genel halde olan değerlendirme boyutları altında, sonra değerlendirmenin daha rahat yapılabileceği değerlendirme kriterleri altında temsil edilmeleri gerekmektedir. Hiyerarşi bu şekilde oluşturulur ve değerlendirmeler bu hiyerarşiye göre yapılır.

7.2.1.3.1 Değerlendirme boyutları

Bütün parametreler incelenmiş ve seçilen alternatiflere karar verebilmek için tüm parametreler en genel halde aşağıdaki değerlendirme boyutları altında toplanmışlardır:

1. Kapasite (K)
2. İşletim (İŞ)
3. Çevre (Ç)
4. Yatırım (Y)

7.2.1.3.2 Değerlendirme kriterleri

Değerlendirme boyutları ve parametreler incelenerek, değerlendirme boyutlarının aşağıdaki değerlendirme kriterleri şeklinde temsil edilmesi uygundur:

Kapasite: Kapasite değerlendirme boyutu, Atık Toplama Kapasitesi, Sistemde Alan Kullanımı, Atık İşletim Kapasitesi ve Ekipman Sayısı değerlendirme kriterleri ile temsil edilecektir.

İşletim: İşletim değerlendirme boyutu, İşlem Süresi ve İşletim Maliyeti değerlendirme kriterleri ile temsil edileceklerdir.

Çevre: Çevre değerlendirme boyutu, Çevre Kirliliği ve Görüntü Kirliliği (estetik kirlilik) değerlendirme kriterleri ile temsil edilecektir.

Yatırım: Yatırım değerlendirme boyutu, Yatırım Maliyeti, Yatırımın Gerçekleşme Süresi ve Yatırım (Proje) Ömrü değerlendirme kriterleri ile temsil edilecektir.

Bütün bu değerlendirme kriterleri aşağıda ayrıntıları ile anlatılmışlardır:

1. Atık Toplama Kapasitesi (ton/gün)
2. Sistemde Alan Kullanımı (m^2 /gün)
3. Atık İşletme Kapasitesi (ton/gün)

4. Ekipman Sayısı (adet)
5. İşlem Süresi (Saat)
6. İşletim Maliyeti (YTL/gün)
7. Çevre Kirliliği
8. Görüntü Kirliliği
9. Yatırım Maliyeti (YTL)
10. Yatırımın Gerçekleşme Süresi (Gün)
11. Yatırım (Proje) Ömrü (yıl)

Atık Toplama Kapasitesi (ATK): Nüfus, kişi başı atık oluşum miktarı, atık içeriği, araç sefer sayısı, atık toplama talebi, bir günde gelen araç sayısı ve her aracın taşıdığı çöp tonajı parametreleri, bu kriter altında toplanmıştır.

Sistemde Alan Kullanımı (SAK): Peron sayısı, sistemde silo depolama için gerekli alan, sistemde işletim için gerekli olan alan ve aktarma istasyonu koşulları bu kriter altında toplanmıştır.

Atık İşletme Kapasitesi (AİK): Çöp araçlarının geliş saatlerine göre dağılımı, bir günde gelen araç sayısı, gelen aylık ortalama çöp tonajı, bir günde aktarma istasyonundan bertaraf alanına doğru giden her aracın ortalama taşıdığı çöp tonajı bu kriter altında toplanmıştır.

Ekipman Sayısı (ES): Silo sayısı, çekici sayısı, araç sayısı, araç çeşitleri bu kriter altında toplanmıştır.

İşlem Süresi (İS): Bir sefer için gerekli süre, araçların aktarma istasyonunda ortalama bekleme süreleri, boş siloyu perona yerleştirmek için geçen süre, aracın taşıdığı çöpü boşaltma süresi, silonun ortalama dolma süresi, dolu siloyu perondan almak için gerekli süre ve araç seyahat süresi bu kriter altında toplanmıştır.

İşletim Maliyeti (İM): Bir günde yapılan ortalama sefer sayısı, bir seferde ortalama harcanan yakıt miktarı, araçların aktarma istasyonundan bertaraf alanına gitmek için ortalama kat ettikleri yol, aktarma istasyonunda çalışan işçi sayısı, araçlarda çalışan işçi sayısı, çalışma ücretleri, kat edilen uzaklık, işletim masrafları ve taşıma masrafları bu kriter altında toplanmıştır.

Çevre Kirliliği (ÇK): Oluşan hava kirliliği, oluşan gürültü kirliliği, oluşan sızıntı suyu miktarı, oluşan koku miktarı, politikalar bu kriter altında toplanmıştır.

Görüntü Kirliliği (Estetik kirlilik) (GK): Görüntü kirliliği ve çevre koşulları bu kriter altında toplanmıştır.

Yatırım Maliyeti (YM): Bir silonun maliyeti, bir çekicinin maliyeti, eğer tesis baştan yapılacaksa gerekli yatırım maliyeti, eğer tesiste sadece ek binalar yapılacaksa gerekli yatırım maliyeti, eğer tesiste bina sabit kalacaksa ve sadece ekipmanlar değişecekse gerekli yatırım maliyeti bu kriter altında toplanmıştır.

Yatırımın Gerçekleşme Süresi (YGS): Bu kriter seçilecek alternatifin projelendirme ve inşaatı sonrasında işleme girmesi için gereken süresiyi ifade etmektedir.

Yatırım (Proje) Ömrü (YÖ): Bir silonun ömrü, bir çekici ömrü, bütün ekipmanların ömrü, binaların ömrü ve aktarma istasyonunun kullanım ömrü bu kriterde toplanmıştır.

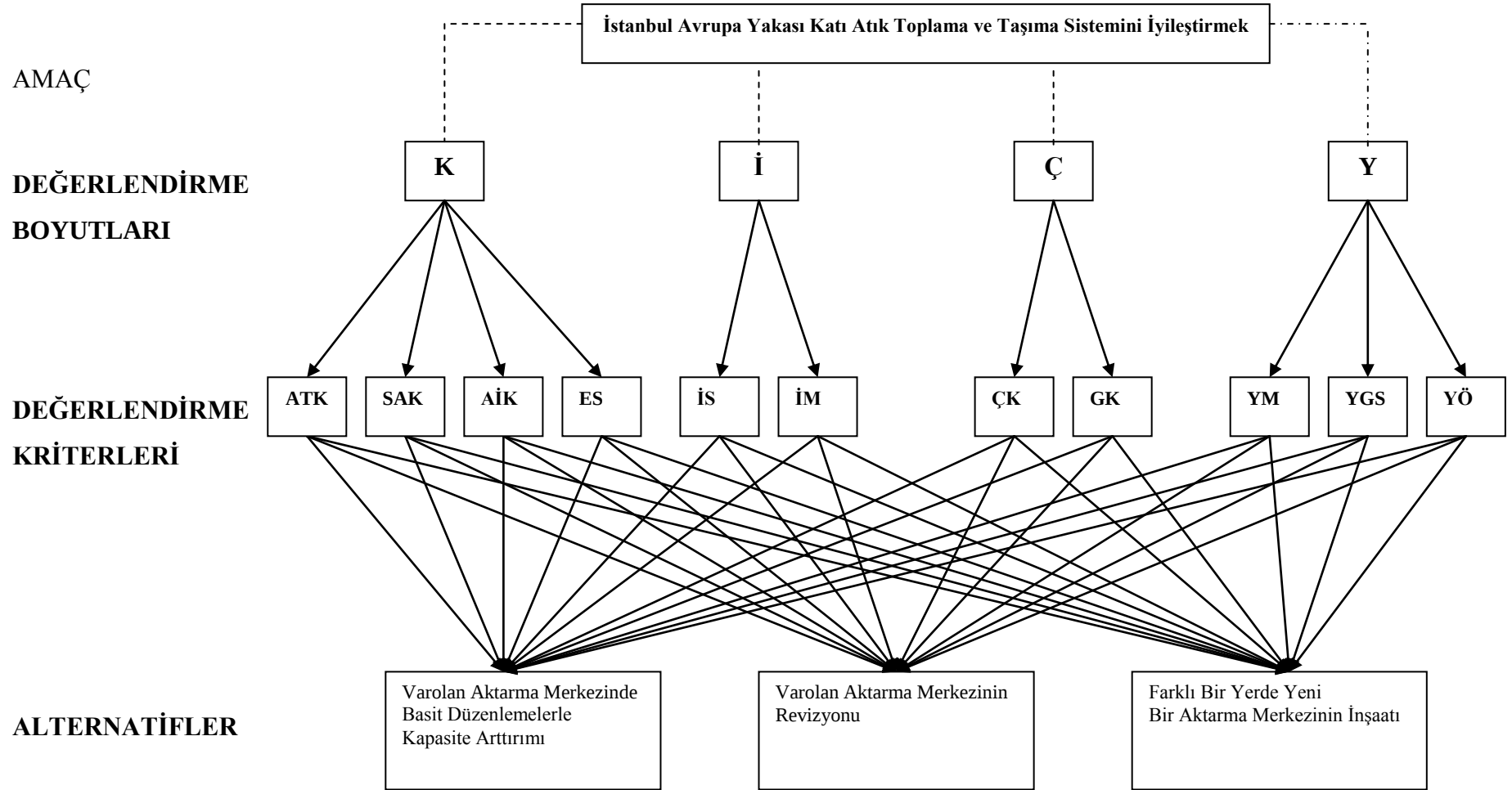
7.2.2 Hiyerarşinin Oluşturulması

Amaç, amaca ulaşabilmek için oluşturulan alternatifler ve bu alternatifleri kıyaslayarak karar vermemizi sağlayacak bütün değerlendirme boyutları ve kriterleri bir önceki bölümde tespit edilmişti. Bu bilgiler ışığında aşağıdaki hiyerarşiyi çizebiliriz (Şekil 7.1).

7.2.3 Değerlendirme

Metodoloji bölümünde bahsedildiği gibi AHP aracında değerlendirme yapabilmek için öncelikli olarak değerlendirme kriterlerine Tablo 6.2’de gösterildiği gibi önem derecelerini atamak gerekmektedir. Önem atamalarının yapılması için kriterler arasında karşılaştırmalar yapılmalıdır.

Çalışmada önem ataması yapılması için Ek A’da sunulan anket çalışması katı atık aktarma istasyonlarının işletiminde görevli İSTAÇ çalışanlarına, aktarma istasyonu şeflerine ve İstanbul Teknik Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümünde konu ile ilgili öğretim üyelerine uygulanmıştır. Uygulanan anketlerin sonuçları Ek B’de sunulmuştur. Yapılan anketler sayesinde, değerlendirme kriterlerinin karşılaştırmaları yapılmış ve bu kriterlerin birbirlerine karşı önem atamaları yapılmıştır. Bu çalışmada expertlerden alınan değerlendirmelerin birbirlerinden çok farklı olmadığı görülmüş ve bu doğrultuda değerlendirmelerin ortalamaları alınarak çalışma devam ettirilmiştir. Değerlendirme yapılırken ilk önce, değerlendirme boyutları kendi aralarında, sonra her değerlendirme kriteri ait olduğu değerlendirme boyutu altında değerlendirilmiştir. Anketlerden elde edilen bu sonuçlar doğrultusunda değerlendirme boyutları ve değerlendirme kriterleri için aşağıda bulunan değerlendirme matrisi elde edilmiştir (Tablo 7.1 ve Tablo 7.2).



Şekil 7.1: İstanbul Avrupa Yakası Katı Atık Toplama ve Taşıma Sistemini İyileştirmek İçin Kurulmuş Hiyerarşi

Tablo 7.1: Değerlendirme Boyutları İçin Anketlere Göre Tamamlanmış Değerlendirme Matrisi¹

Değ. Boyutları	K	İ	Ç	Y
K	1	1	2	3
İ	1	1	2	4
Ç	1/2	1/2	1	3
Y	1/3	1/4	1/3	1

Tablo 7.2: Her Değerlendirme Kriterinin Altında Bulunduğu Değerlendirme Boyutları İçin Anketlere Göre Tamamlanmış Değerlendirme Matrisi¹

K Değ. Boyutu	ATK	SAK	AİK	ES
ATK	1	3	1	1
SAK	1/3	1	1/2	1/2
AİK	1	2	1	1
ES	1	2	1	1

İ Değ. Boyutu	İS	İM
İS	1	3
İM	1/3	1

Ç Değ. Boyutu	ÇK	GK
ÇK	1	3
GK	1/3	1

Y Değ. Boyutu	YM	YGS	YÖ
YM	1	1	1
YGS	1	1	2
YÖ	1	1/2	1

Yukarıdaki matrisin içine önem atamaları yapılırken anket değerlerinin ortalamaları alındığı için, bu değerlerin bazılarının aşırı küsuratlı çıkmıştır. Bu yüzden bu değerler yuvarlama kuralları çerçevesinde yuvarlanmışlardır. Elde edilmiş yukarıdaki değerlendirme matrisi kullanılarak her kriterin ağırlığı hesaplanır.

7.2.3.1 Ağırlık hesaplama

Ağırlık hesaplarken, hiyerarşiyi takip etmemiz gerekir. Öncelikle değerlendirme boyutlarının ağırlıklarını buluruz. Bu sayede her değerlendirme boyutunun sonuca ulaşmak için ne kadar önemli olduğunu saptayabiliriz. Değerlendirme boyutlarının ağırlıklarını bulmak için aşağıdaki formülü kullanılırız:

$$w_{D,K,1} = \frac{\sum_{j=1}^n a_{1,j}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{i,j}} \quad (7.1)$$

Bu formüle göre Kapasite (K) değerlendirme boyutunun ağırlığını bulabilmek için öncelikli olarak değerlendirme matrisinde K'ya ait olan satırın bütün elemanlarını toplarız:

¹ Kullanılan kısaltmalar, değerlendirme kriterleri bölümünde açıklanmış olan kriterler için kullanılmıştır, her kriterin karşısında kısaltması verilmiştir.

$$\sum_{j=1}^{11} a_{1,j} = (1+1+2+3) = 7 \quad (7.2)$$

Daha sonra K boyutunun ağırlığını bumak için, çıkan bu değeri matrisin bütün elemanlarının toplam değerine bölmemiz gerekir. Matrisin bütün elemanlarının toplamı:

$$\sum_{i=1}^{11} \sum_{j=1}^{11} a_{ij} = 31,92 \text{ olarak hesaplanmıştır.} \quad (7.3)$$

K değerlendirme boyutunun ağırlığı ise;

$$w_{ATK} = \frac{\sum_{j=1}^{11} a_{1,j}}{\sum_{i=1}^{11} \sum_{j=1}^{11} a_{i,j}} = \frac{7}{31,92} = 0,22 \text{ olarak bulunmuştur.} \quad (7.4)$$

(7.2)., (7.3). ve (7.4). Adımlar her değerlendirme boyutu ve bu boyutların altında bulunan değerlendirme kriterleri için tek tek uygulanmış ve aşağıdaki tablo oluşturulmuştur (Tablo 7.3). Her değerlendirme kriterinin ağırlığının düzgün olarak ifade edilebilmesi için bağlı olduğu değerlendirme boyutunun ağırlığı ile çarpılmalıdır. Elde edilen bu son değerler, değerlendirme kriterlerinin gerçek ağırlıklarını göstermektedir (Tablo 7.4).

Tablo 7.3: Değerlendirme Boyutları ve Kriterlerinin Ağırlıkları

Değ. Boyutları	Ağırlıklar	K Değ. Boyutu	Ağırlık	İ Değ. Boyutu	Ağırlık	Ç Değ. Boyutu	Ağırlık	Y Değ. Boyutu	Ağırlık
K	0,22	ATK	0,28	İS	0,75	ÇK	0,75	YM	0,32
İ	0,25	SAK	0,11	İM	0,25	GK	0,25	YGS	0,42
Ç	0,47	AİK	0,38					YÖ	0,26
Y	0,06	ES	0,23						

Tablo 7.4: Değerlendirme Kriterlerinin Ağırlıkları

total	ağırlık
ATK	0,06
SAK	0,02
AİK	0,08
ES	0,05
İS	0,19
İM	0,06
ÇK	0,35
GK	0,12
YM	0,02
YGS	0,03
YÖ	0,02

Değerlendirme kriterlerinin ağırlıkları hesaplanıp, değerlendirme kriteri ağırlığı matrisi oluşturulduktan sonra, her kriterin alternatif üzerindeki etkisini bulabilmek için performans hesaplarının yapılması gerekir.

Yapılan çalışma sonucunda, expertlere göre çevre kirliliği, işletim süresi ve görüntü kirliliğinin diğer kriterlerden daha önemli olduğu gözükmemektedir.

7.2.3.2 Performans hesapları

Performans hesabı, değerlendirme kriterlerine göre alternatiflerin ikili olarak birbiriyle karşılaştırılması sonucu elde edilen değerlendirme kriterine bağlı ağırlığının hesaplanmasıdır. Bu hesap için ilk önce her kritere bağlı olarak alternatif matrisleri oluşturulur. Bizim üç alternatifimiz olduğu için, 3x3'lük değerlendirme matrisleri yaratmak zorundayız. 11 değerlendirme kriterimiz olduğu içinde bu matrislerden 11 tane yaratmalıyız. Değerlendirme kriterlerine göre yaratılan, bu alternatif değerlendirme matrisleri anket sonuçlarına göre yaratılmıştır. Bu sonuçların hepsi Ek 2' de sunulmuştur. Alternatiflere göre değerlendirme matrislerinin en son hali bulunurken, yine bütün anketlerin ortalaması alınmıştır. Bu matrisler aşağıdaki gibidir (Tablo 7.5). Aşağıdaki matrislerin içine önem atamaları yapılırken anket değerlerinin ortalamaları alındığı için, ve bu değerlerin bazılarının aşırı küsuratlı olduğu gözlemlendiğinden, bu değerler yuvarlama kuralları çerçevesinde yuvarlanmışlardır.

Tablo 7.5: Alternatifler İçin Değerlendirme Matrisleri²

ATK	KA	R	İ
KA	1	2	2
R	1/2	1	1
İ	1/2	1	1

SAK	KA	R	İ
KA	1	2	2
R	1/2	1	1
İ	1/2	1	1

AİK	KA	R	İ
KA	1	1/3	1/2
R	3	1	1/2
İ	2	2	1

ES	KA	R	İ
KA	1	3	4
R	1/3	1	2
İ	1/4	1/2	1

İS	KA	R	İ
KA	1	1/4	1/4
R	4	1	1/2
İ	4	2	1
İM	KA	R	İ
KA	1	2	1
R	1/2	1	1
İ	1	1	1
ÇK	KA	R	İ
KA	1	3	3
R	1/3	1	2
İ	1/3	1/2	1
GK	KA	R	İ
KA	1	3	3
R	1/3	1	2
İ	1/3	1/2	1
YM	KA	R	İ
KA	1	6	6
R	1/6	1	3
İ	1/6	1/3	1
YGS	KA	R	İ
KA	1	7	7
R	1/7	1	4
İ	1/7	1/4	1
YÖ	KA	R	İ
KA	1	1/5	1/5
R	5	1	1
İ	5	1	1

² Kullanılan kısaltmalar, değerlendirme kriterleri ve alternatifleri kısaltmak için kullanılmıştır. Değerlendirme Kriterler ve Alternatifler konu başlıkları altında bu kriterlerin ve alternatiflerin açılımı bulunabilir.

Performans hesabı yapmak için, her kritere bağlı alternatifler tek tek incelenmelidir. Atık Toplama Kapasitesi Kriteri için performans hesabı, sırasıyla alternatiflerin bulunması şeklinde gerçekleştirilir. Öyleyse AİK kriteri için performans hesabı;

1. KA' nın ATK'ye göre ağırlığı:

$$w_{KA} = \frac{\sum_{j=1}^3 a_{1,j}}{\sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 a_{i,j}} = \frac{1+2+2}{1+2+2+0,5+1+1+0,5+1+1} = 0,5 \quad (7.5)$$

2. R' nin ATK'ye göre ağırlığı:

$$w_R = \frac{\sum_{j=1}^3 a_{2,j}}{\sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 a_{i,j}} = \frac{0,5+1+1}{1+2+2+0,5+1+1+0,5+1+1} = 0,25 \quad (7.6)$$

3. İ' nin ATK'ye göre ağırlığı:

$$w_I = \frac{\sum_{j=1}^3 a_{3,j}}{\sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 a_{i,j}} = \frac{0,5+1+1}{1+2+2+0,5+1+1+0,5+1+1} = 0,25 \quad (7.7)$$

şeklinde yapılır. ATK kriterine bağlı olarak alternatiflerin karşılaştırılarak bulunan ağırlıklar, bütün kriterler için aynı işlemler yapılarak her kriter için bulunur. Sonuçta elde edilen veriler bir alternatiflerin satırlarda, değerlendirme kriterlerinin sütunlarda olduğu ikinci bir matrise yerleştirilir (Tablo 7.6).

Tablo 7.6: Alternatiflere Göre Değerlendirme Kriterlerinin Performansları

	ATK	SAK	AİK	ES	İS	İM	ÇK	GK	YM	YGS	YÖ
KA	0,500	0,500	0,162	0,611	0,123	0,421	0,575	0,575	0,696	0,697	0,091
R	0,250	0,250	0,397	0,255	0,386	0,263	0,274	0,274	0,223	0,239	0,455
İ	0,250	0,250	0,441	0,134	0,491	0,316	0,151	0,151	0,080	0,065	0,455

7.2.3.3 Alternatif seçimi

En son işlem olan alternatifler arasından karar verme işlemini gerçekleştirmek için oluşturduğumuz değerlendirme kriterlerine bağlı olan ağırlıkların bulunduğu değerlendirme matrisi ile alternatiflere bağlı olarak ağırlıkların bulunduğu performans matrisini birbiriyle çarpmamız gerekir. Bu işlemin sonucunda ise her alternatifin çözüme veya amaca olan etkisinin / öneminin ağırlığı belirlenmiş olur. Bu ağırlıklardan en büyük değere sahip alternatif ulaşmak istediğimiz amaca

ulaşabilmek için en uygun alternatif olarak seçilir. Bu çalışmada “İstanbul Avrupa Yakasındaki Katı Atık Toplama ve Taşıma Sistemini İyileştirmek” amacına ulaşmak için oluşturduğumuz ağırlık ve performans matrislerinin birbirleriyle çarpılması gerekmektedir.

Aşağıdaki işlem iki matrisin birbiriyle çarpılma işlemidir:

$$A * B =$$

0,500	0,500	0,162	0,611	0,123	0,421	0,575	0,575	0,696	0,697	0,091
0,250	0,250	0,397	0,255	0,386	0,263	0,274	0,274	0,223	0,239	0,455
0,250	0,250	0,441	0,134	0,491	0,316	0,151	0,151	0,080	0,065	0,455

$$*$$

0,06
0,02
0,08
0,05
0,19
0,06
0,35
0,12
0,02
0,03
0,02

Yukarıda geçen iki matrisin çarpılma işleminin sonucu aşağıdaki gibi olacaktır;

$$KA = 0,5*0,06 + 0,5*0,02 + 0,162*0,08 + 0,611*0,05 + 0,123*0,19 + 0,421*0,06 + 0,575*0,35 + 0,575*0,12 + 0,696*0,02 + 0,697*0,03 + 0,091*0,02 = 0,439 \quad (7.8)$$

$$R = 0,25*0,06 + 0,25*0,02 + 0,397*0,08 + 0,255*0,05 + 0,386*0,19 + 0,263*0,06 + 0,274*0,35 + 0,274*0,12 + 0,223*0,02 + 0,239*0,03 + 0,455*0,02 = 0,303 \quad (7.9)$$

$$\dot{I} = 0,25*0,06 + 0,25*0,02 + 0,441*0,08 + 0,134*0,05 + 0,491*0,19 + 0,316*0,06 + 0,151*0,35 + 0,151*0,12 + 0,08*0,02 + 0,065*0,03 + 0,455*0,02 = 0,258 \quad (7.10)$$

Çıkan bu sonuçlara göre sıralama yapıldığında;

1. KA..... 0,439
2. R 0,303
3. İ 0,258

Sonucu elde edilir.

7.2.3.4 Karar verme

Bu sıralama sonucunda, AHP tekniğinin uygulaması tamamlanmış ve “İstanbul Avrupa Yakası Katı Atık Toplama ve Taşıma Sistemini İyileştirmek” amacına ulaşmak için “Varolan Aktarma Merkezinde Yapılacak Düzenlemelerle Kapasite Arttırımı” alternatifinin en uygun alternatif olduğuna karar verilmiştir.

7.3 TOPSIS

TOPSIS metodunda uygulama bölümünde de anlatıldığı gibi belirlenen amaca ulaşmak için belirlenen alternatifler arasından seçim yapılmalıdır. Alternatifler arasından seçim yapabilmek için bu alternatiflerin kriterler tarafından ne kadar etkilendiği ve ideal çözüm ile negatif ideal çözüme olan uzaklıklarının bulunması gerekir. Bu işlem için sırasıyla ilk önce, alternatifler, bu alternatifleri etkileyen kriterler, kriterler için normalizasyon oranları, ağırlıklı normalizasyon oranları, ideal ve negatif-ideal çözümler ve alternatiflerin bu çözümlere olan uzaklıklarının hesaplanması gerekir.

7.3.1 Alternatifler ve kriterler

Bu uygulamada “Avrupa Yakası Katı Atık Toplama ve Taşıma Sistemini İyileştirmek İçin”, AHP tekniğinde olduğu gibi üç alternatif belirlenmiştir. Bu alternatifler AHP metodunda ayrıntıları ile anlatılan;

1. Varolan Aktarma Merkezinde Basit Düzenlemelerle Kapasite Arttırımı (KA)
2. Varolan Aktarma Merkezinin Revizyonu (R)
3. Farklı Bir Yerde Yeni Bir Aktarma Merkezi İnşaatı (İ)

alternatifleridir.

Bu alternatifleri etkileyen kriterler ise sırasıyla aşağıda verilmiştir:

1. Sistemde Alan Kullanımı (SAK)
2. Atık İşletme Kapasitesi (AİK)
3. Ekipman Sayısı (ES)
4. İşlem Süresi (İS)
5. İşletim Maliyeti (İM)
6. Çevre Kirliliği (ÇK)
7. Görüntü Kirliliği (Estetik kirlilik) (GK)
8. Yatırım Maliyeti (YM)

9. Yatırımın Gerçekleşme Süresi (YGS)

10. Yatırım (Proje) Ömrü (YÖ)

Bu kriterler ile ilgili ayrıntılı bilgi AHP incelenirken verilmişti. AHP ile TOPSIS tekniklerinin farklarından biri TOPSIS tekniğinde bu kriterlerin alternatiflere bağlı olarak rakamsal değerler ile ifade edilmelerinin zorunluluğudur.

Ancak AHP tekniği uygulanırken, teknik tüm Avrupa Yakası düşünülerek uygulanmıştır. TOPSIS tekniğinde de tüm Avrupa Yakası Düşünülerek uygulama, alternatifler değerlendirilirken rakamsal değerler tam ve doğru olarak gösterilemeyeceği için yanlış sonuçlar doğuracaktır. Bu sebeple Avrupa Yakasında bulunan üç aktarma istasyonunu temsil eden bir aktarma istasyonu seçilmelidir. Bu çalışmada en yüksek işletme değerine sahip olan Yenibosna Aktarma İstasyonu temsili aktarma istasyonu olarak seçilmiştir (Yenibosna Aktarma İstasyonu ile ilgili ayrıntılı bilgiler Ek C’de bulunabilir). Bu aktarma istasyonuna ait, Değerlendirme Kriterlerinin alternatiflere bağlı olarak aldıkları rakamsal değerler birimleri ile aşağıda ki tabloda verilmiştir (Tablo 7.7).

Tablo 7.7: TOPSIS Tekniği İçin Kriterlerin Değerlendirilmesi

Kriterler Alternatifler	SAK (m ²)	AİK (ton/gün)	ES (adet)	İS (dk.)	İM (YTL/Ton)	ÇK	YM (YTL)	YGS (ay)	YÖ (yıl)
KA	1200	2300	116	152	7,14	1	50000	2	40
R	1800	3450	194	152	7,14	1,67	400000	8	50
İ	1800	3450	194	126	5,39	3	800000	12	50

Sistemde Alan Kullanımı kriteri hesaplanırken, revizyon ve inşaat alternatiflerinde kapasitenin %50 arttırılacağı düşünülerek hesaplanmıştır. Sistemde Alan Kullanımını etkileyen başlıca etken silolar için gerekli depolama alanıdır. Aktarma istasyonunun kapladığı alan ise Kapasite Arttırımı alternatifinde sabit, diğer alternatiflerde ise artacak peron sayısına bağlı olarak %25 fazla olacak şekilde hesaplanmıştır.

Atık İşletme Kapasitesi, basit düzenlemelerle araçların bekleme sürelerini sıfıra indirerek kapasite arttırımı olan ilk alternatif için şu anda mevcut olan kapasite değeri geçerli değer olarak kabul edilmiştir. İkinci ve üçüncü alternatiflerde kapasitenin %50 arttığı düşünülmüştür.

İlk alternatif için Ekipman Sayısı aynı kalırken, ikinci ve üçüncü alternatifler de kapasite arttırımına bağlı olarak tabloda görüldüğü üzere mevcut sayının %50 arttırılmış halidir.

İşletme Süresi bir silonun taşınması, dolması, araca yüklenmesi ve aracın aktarma istasyonundan düzenli depolama alanına gidip gelmesi için gereken sürenin toplamı olarak hesaplanabilir. Silo ile ilgili olan işlemler, sistem değişmediği sürece

değişemeyeceği için sabit alınmıştır. İSTAÇ tarafından sağlanan bilgiler ışığında bir silonun perona taşınması, dolması ve araca yüklenmesi için gerekli süre 26 dakikadır. Yenibosna Aktarma İstasyonundan düzenli depolama alanına gitmek için gerekli süre ise 126 dakikadır. Birinci ve ikinci alternatifler için aktarma istasyonun yeri değişmeyeceği için araçların kat etmesi gereken yol miktarı değişmeyecektir. Üçüncü alternatifte ise aktarma merkezinin yeni bir alana inşaatı söz konusu olduğu için düzenli depolama alanına olan uzaklığının azalması gündeme gelebilir. Bu çalışmada ise farklı bir yere inşaa edilecek olan aktarma istasyonunun Baruthane istasyonu gibi daha yakın bir yere inşaatı durumunda yolculuk için gerekli süre 100 dakikaya düşebilecektir (İSTAÇ, 2005).

İşletme Maliyetini en çok etkileyen faktör, çekicilerin siloları düzenli depolama alanına götürmelerinden kaynaklanan taşıma masraflarıdır. Bunun dışında diğer etkileyen faktörler ise çalışanların ücretleri, günlük temizlik ve bakım – onarım masraflarıdır. İşleticinin isteği üzerine maliyetler belirli bir katsayı ile çarpılarak verilmiştir.

Çevre Kirliliğini oluşturan, koku miktarı (KM), gürültü miktarı (GM) ve sızıntı suyu (SS) miktarının her birisinin ayrı ölçüm değeri vardır. Bu kriteri değerlendirmek için bir değerlendirme sistemi oluşturulmuş ve bu sisteme göre puanlama verilmiştir. Bu kirlilikten etkilenen halk olduğu için, kirlilik şiddetleri halkın gözlemleri doğrultusunda oluşturulmuştur. Çevre bölgede yaşayan halk, katı atık aktarma istasyonlarının kurulmasına karşı bir direnç göstermektedir, ancak istasyon kurulduktan sonra bu direnç zamanla azalmaktadır. Aktarma istasyonlarında ise çevre kirliliği en çok inşaat esnasında oluşmaktadır. İnşaat dışındaki zamanlarda kirlilik çevre mühendisliğinin gerektirdiği koşullar uygulanarak kontrol altında tutulmaktadır. Aşağıdaki çevre kirliliğini gösteren tablo bu etkenler düşünülerek yaratılmıştır (Tablo 7.8).

Tablo 7.8: Çevre Kirliliği Değerlendirmesi

Alternatifler için Çevre Kirliliği	KA			R			İ		
	KM	GM	SS	KM	GM	SS	KM	GM	SS
Değerler	1	1	1	2	2	1	3	3	3
Ortalama Değer	1			1,67			3		

Yatırım Maliyeti hesaplanırken, her alternatif ayrı ayrı incelenmelidir. Birinci alternatifte aktarma istasyonunun kapasitesini arttırmak için çevre belediyelerini de

kapsayan bir çalışma gerekmektedir. Bu yapılacak çalışmanın masrafı birinci alternatifin masrafı olarak alınmıştır. İkinci alternatifte ise, kapasitenin %50 artması için ekipman sayısı ve peron sayısı arttırılmış ve bundan kaynaklanan harcamalar bu alternatifin yatırım maliyetini oluşturmuştur. Üçüncü alternatif için ise yatırım maliyetinin içerisinde sadece inşaat maliyeti ve alınacak ekipmanın maliyeti bulunmaktadır. Aktarma istasyonları genellikle belediyenin kendi arazileri üzerine yapıldığı için arsa maliyeti, üçüncü alternatifte hesaba katılmamıştır.

Yatırıma Geçiş Süresi, verilen bilgiler doğrultusunda üç alternatif için sırasıyla 2, 10 ve 12 ay olarak belirlenmiştir.

Yatırım Ömrü kriteri, binanın ömrü ve ekipmanın ömrü olarak iki kademede toplanabilir. Kullanılan ekipmanlardan silonun kullanım ömrü iki yılken, araçların ömrü on yıldır. Ancak hangi alternatif uygulanırsa uygulansın ekipmanlar yenileneceğinden ömürlerinin aynı olduğu varsayılmıştır. Bu çalışmada bizi etkileyecek olan bina ömrüdür. Bina ömrü için ortalama 50 yıl değeri alınmıştır. Yenibosna Aktarma İstasyonu 1996 yılında hizmete geçmiştir. Bu çalışmanın sonucuna göre alternatifler, 2006 yılında değerlendirmeye alınacaktır. Buna göre ilk alternatifte bina değişmeyeceği için yatırım ömrü 40 yıl, diğer alternatiflerde bina yenileceği veya baştan inşaa edileceği için proje ömrü 50 yıl olarak alınmıştır.

AHP tekniğinde kullanılan bir değerlendirme kriteri olan Görüntü Kirliliği TOPSIS tekniği için kullanılmayacaktır. Görüntü kirliliğinin en çok olduğu yer katı atıkların toplandığı şehrin caddeleridir. Ancak bu çalışmada amaç, şehirden çöp toplama sisteminin iyileştirilmesi değil, aktarma istasyonlarının iyileştirilmesidir. Aktarma İstasyonlarında görüntü kirliliği, sistemi işleten İSTAÇ kurumunun çevreci politikası sebebiyle, en düşük seviyededir ve hangi alternatif seçilecek olursa olsun en az bu seviyede kalacağı bu seviyede kalacağı için AHP tekniğinde kullanılan bu kriterin kullanılmasına gerek yoktur.

Bu bilgiler doğrultusunda TOPSIS tekniği için aşağıdaki gibi hesap yapılabilir.

7.3.2 Normalizasyon oranlarının hesaplanması

Normalizasyon Oranları, her kriterin rakamsal değerinin x_{ij} ' nin i alternatifinin j kriterine göre performansının gösterildiği, orijinal performans matrisinin; $X = (x_{ij})$ olduğunu düşünülerek, her kriter için aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$r_{i,j} = \frac{x_{i,j}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{i,j}^2}} ; \quad (7.11)$$

Buna göre SAK kriterinin KA alternatifine göre normalizasyon oranı;

$$r_{SAK,KA} = \frac{\frac{1}{1200}}{\sqrt{\left(\frac{1}{1200}\right)^2 + \left(\frac{1}{1800}\right)^2 + \left(\frac{1}{1800}\right)^2}} = 0,7276$$

Eğer her kriter için normalizasyon oranı, yukarıdaki bulunan formül ile hesaplanırsa aşağıdaki tablo oluşur (Tablo 7.9).

Tablo 7.9: Normalizasyon Oranları

	SAK	AİK	ES	İS	İM	ÇK	YM	YGS	YÖ
KA	0,7276	0,7276	0,7636	0,538	0,5161	0,8249	0,9991	0,9577	0,6623
R	0,4851	0,4851	0,4566	0,538	0,5161	0,4939	0,0375	0,2394	0,5298
İ	0,4851	0,4851	0,4566	0,649	0,6836	0,275	0,0187	0,1596	0,5298

7.3.3 Ağırlıklı normalizasyon oranlarının hesaplanması

Ağırlıklı Normalizasyon Oranlarının hesaplanması için ilk önce kriterlerin ağırlıkları hesaplanmalıdır. Bunun için her kriterin birbiri ile kıyaslaması yapılır. Eğer X_1 kriteri X_2 kriterine tercih edilirse “P”, edilmez ise “X” ile gösterilir. “P” değerlerin sayısı ΣC olarak, “X” değerlerinin sayısı ise r_j olarak gösterilir. Son olarak kriterlerin ağırlıkları aşağıdaki formül ile bulunur:

$$w_j = \frac{\frac{1}{r_j}}{\sum_{k=1}^n \frac{1}{r_k}} \quad (7.12)$$

Kriterlerin değerlendirme matrisleri içerisine yerleştirilmiş hali (Tablo 7.10) ve kriterlerin ağırlıklarının hesaplanması aşağıdaki gibidir:

Tablo 7.10: TOPSIS Tekniği İçin Kriterlerin Değerlendirme Matrisi

Kriterler	SAK	AİK	ES	İS	İM	K	YM	YGS	YÖ	ΣC	r _j
SAK	-	X	X	X	X	X	X	P	P	2	7
AİK	P	-	P	X	P	P	P	P	P	7	2
ES	P	X	-	P	X	X	X	P	P	4	5
İS	P	P	X	-	P	P	P	P	P	7	2
İM	P	X	P	X	-	P	P	P	P	6	3
K	P	X	P	X	X	-	P	P	P	5	4
YM	P	X	P	X	X	X	-	P	P	4	5
YGS	X	X	X	X	X	X	X	-	P	1	8
YÖ	X	X	X	X	X	X	X	X	-	0	9

Buna göre ve verilen ağırlık formülüne (12) göre SAK kriterinin ağırlığı;

$$w_{SAK} = \frac{\frac{1}{7}}{\frac{1}{7} + \frac{1}{2} + \frac{1}{5} + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5} + \frac{1}{8} + \frac{1}{9}} = 0,06 \quad (7.13)$$

olarak hesaplanır. Aşağıdaki tabloda tüm kriterlerin ağırlıkları gösterilmektedir (Tablo 7.11).

Tablo 7.11: TOPSIS Tekniği İçin Değerlendirme Kriterlerinin Ağırlıkları

Kriterler	SAK	AİK	ES	İS	İM	K	YM	YGS	YÖ
Değerler	0,06	0,21	0,08	0,21	0,14	0,11	0,8	0,5	0,5

Hesaplanan bu ağırlıklar ve bir önceki adımda hesaplanan normalizasyon oranlarının çarpımlarından alternatifler için kriterlerin ağırlıklı normalizasyon oranları tespit edilir. Bu işlemin formüle edilmiş hali aşağıda ki gibidir:

$$v_{ij} = w_{ij} \times r_{ij} \quad i = 1, 2, \dots, m ; j = 1, 2, \dots, n \quad (7.14)$$

Bu formüle göre;

$$v_{KA,SAK} = 0,7276 \times 0,06 = 0,0437$$

olarak bulunur. Aynı formül her kriter için uygulanarak, kriterlerin alternatiflere göre Ağırlıklı Normalizasyon Oranları tabloda gösterildiği gibi hesaplanmıştır (Tablo 7.12).

Tablo 7.12: Ağırlıklı Normalizasyon Oranları

	SAK	AİK	ES	İS	İM	ÇK	YM	YGS	YÖ
KA	0,0437	0,1528	0,0611	0,1130	0,0723	0,0907	0,7993	0,4789	0,3312
R	0,0291	0,1019	0,0365	0,1130	0,0723	0,0543	0,0300	0,1197	0,2649
İ	0,0291	0,1019	0,0365	0,1363	0,0957	0,0303	0,0150	0,0798	0,2649

7.3.4: İdeal ve negatif-ideal çözümlerin tespit edilmesi

Ağırlıklı normalizasyon değerleri arasından her alternatif için, en yüksek ağırlıklı normalizasyon değerleri ideal çözümleri, en düşük ağırlıklı normalizasyon değerleri negatif-ideal çözümleri gösterir. Buna göre ideal çözüm kümesi (A^+) ve negatif-ideal çözüm kümesi (A^-) aşağıdaki gibi olur:

$$A^+ = \{ 0,0437; 0,1528; 0,0611; 0,1363; 0,0957; 0,0907; 0,7993; 0,4789; 0,3312 \}$$

$$A^- = \{ 0,0291; 0,1019; 0,0365; 0,1130; 0,0723; 0,0303; 0,0150; 0,0798; 0,2649 \}$$

7.3.5 Her alternatifi A^+ ve A^- den olan uzaklığının hesabı

Her alternatifi ideal çözümden olan mesafesi şu formülle hesaplanır:

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2} ; \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (7.15)$$

Aynı şekilde negatif-ideal çözümden olan mesafede şu formülle hesaplanır:

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} ; \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (7.16)$$

Bu formüller her alternatif için uygulanır. KA alternatifi için ideal ve negatif-ideal çözümden olan uzaklık aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$S_{KA}^+ = \sqrt{(0,0437 - 0,0437)^2 + (0,1528 - 0,1528)^2 + (0,0611 - 0,0611)^2 + (0,1363 - 0,1130)^2 + (0,0957 - 0,0723)^2 + (0,0907 - 0,0907)^2 + (0,7993 - 0,7993)^2 + (0,4789 - 0,4789)^2 + (0,3312 - 0,3312)^2} = 0,033$$

$$S_{KA}^- = \sqrt{(0,0291 - 0,0437)^2 + (0,1019 - 0,1528)^2 + (0,0365 - 0,0611)^2 + (0,1130 - 0,1130)^2 + (0,0723 - 0,0723)^2 + (0,0303 - 0,0907)^2 + (0,0150 - 0,7993)^2 + (0,0798 - 0,4789)^2 + (0,2649 - 0,3312)^2} = 0,887$$

Aynı işlem diğer alternatifler içinde uygulanarak, her alternatifin ideal ve negatif-ideal çözümden olan uzaklıkları hesaplanır. Bu hesaplamalara göre alternatiflerin ideal ve negatif-ideal çözümden olan uzaklıkları aşağıdaki tablodaki gibidir (Tablo 7.13).

Tablo 7.13: Alternatiflerin İdeal ve Negatif-İdeal Çözümden Olan Uzaklıkları

Alternatifler	İdeal çözüme olan uzaklık	Negatif-İdeal çözüme olan uzaklık
KA	0,033	0,887
R	0,855	0,049
İ	0,887	0,033

7.3.6 Her alternatifin ideal çözüme olan göreceli uzaklığının hesabı

$$C_i^+ = \frac{S_i^-}{(S_i^+ + S_i^-)}; \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (7.17)$$

formülü kullanılarak her i alternatifinin ideal çözüme olan göreceli uzaklığını hesaplayabiliriz. Çıkan C_i^+ sonucuna göre alternatiflerin, C_i^+ değeri 1'e ne kadar yaklaşırsa çözüme ulaşmak için o kadar iyi bir alternatif, 0'a ne kadar yaklaşırsa da çözüm için o kadar kötü bir alternatif olacağı anlamına gelir. Buna göre alternatifler göre C_i^+ değerleri:

$$C_{KA}^+ = \frac{0,887}{(0,033 + 0,887)} = 0,9641$$

$$C_R^+ = \frac{0,049}{(0,855 + 0,049)} = 0,0542 \quad (7.18)$$

$$C_I^+ = \frac{0,033}{(0,887 + 0,033)} = 0,0359$$

7.3.7 Karar verme

Karar vermek için yapılan işlemler sonucu çıkan karşılaştırma değerlerinin bulunduğu bir tablo (Tablo 7.14) oluşturulur. Oluşturulan bu tabloya göre Varolan Aktarma Merkezinde Yapılacak Düzenlemelerle Kapasite Arttırımı (KA) alternatifi diğer alternatiflere göre daha baskındır. TOPSIS tekniği kullanılarak yapılan hesaplardan sonra KA alternatifi, “İstanbul Avrupa Yakasındaki Katı Atık Toplama ve Taşıma Sistemini İyileştirmek” amacına ulaşmak için en uygun çözüm olarak belirlenmiştir.

Tablo 7.14: Sıralama Tablosu

Alternatifler	S_i^+ değerleri	Sıralama	S_i^- değerleri	Sıralama	C_i^+ değerleri	Sıralama	Son Sıralama
KA	0,033	1	0,887	1	0,9641	1	1
R	0,855	2	0,049	2	0,0542	2	2
İ	0,887	3	0,033	3	0,0359	3	3

7.4 Uygulamanın Sonucu

Yapılan çalışma sonucunda görülmektedir ki, verilen bilgiler ve yapılan anketler doğrultusunda her iki MCDM tekniğinin uygulanması sonucunda, aynı sonuca ulaşılmıştır: “İstanbul Avrupa Yakasındaki Katı Atık Toplama ve Taşıma Sistemini İyileştirmek” amacına ulaşmak için belirlenen üç alternatif arasından bütün değerlendirme kriterleri göz önüne alındığında, “Varolan Aktarma Merkezinde Yapılacak Düzenlemelerle Kapasite Arttırımı (KA)” alternatifi en uygun alternatif olarak belirlenmiştir. Yapılan sıralamalarda “Varolan Aktarma Merkezinin Revizyonu (R)” ikinci en iyi, “Farklı Bir Yerde Yeni Bir Aktarma Merkezi İnşaatı (İ)” alternatifi ise en kötü alternatif olarak belirlenmiştir.

8. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yapılan bu çalışmada İstanbul Büyükşehir Belediyesi Avrupa Yakası mevcut katı atık yönetimi sisteminin, taşıma kısmının iyileştirilmesi incelenmiştir. Bu amaç için aksayan yönlerden biri olan katı atık aktarma istasyonları incelenmiştir. Yapılan incelemede aksayan yönler tespit edilmiş ve bu aksaklıkları ortadan kaldırmak için üç alternatif belirlenmiştir. Bu alternatiflerden ilki olan “Varolan Aktarma Merkezinde Yapılacak Düzenlemelerle Kapasite Arttırımı” alternatifi yapılan inceleme ve değerlendirme de en uygun çözüm olarak belirlenmiştir. En uygun ikinci alternatif “Varolan Aktarma Merkezinin Revizyonu” olurken, çözüm için yapılan uygunluk sıralamasında “Farklı Bir Yerde Yeni Bir Aktarma Merkezi İnşaatı” son sırayı almıştır.

Yapılan inceleme bu güne kadar katı atık yönetiminde kullanılmayan Çok Kriterli Karar Verme kullanılarak yapılmıştır. MCDM tekniklerden AHP ve TOPSIS teknikleri bu çalışmada kullanılan tekniklerdir. Bilindiği üzere başka MCDM teknikleri de mevcuttur. Bu tekniklerle ilgili uygulamalara gelecek çalışmalar da yer verilecektir.

Yapılan bu çalışma ile elde edilen en önemli sonuç MCDM tekniklerinin katı atık yönetimi için uygulanabilirliğinin test edilmesi olmuştur. Araştırmada gösterilmek veya ulaşılmak istenen sonuç, birden çok faktörden etkileniyorsa kullanılan bu tekniklerin, yapılan bu çalışma ile katı atık yönetiminde karar analizlerinde kullanılabilirliği kanıtlanmıştır.

Bu çalışma temel alınarak, sadece katı atık yönetiminin tek bir adımında kullandığımız bu teknikler, bütün İstanbul Belediyesi Katı Atık Yönetiminin her adımında kullanılmalı ve bütün sistemin iyileştirilmesi için çalışılmalıdır. Bu tip çalışmalar sadece İstanbul ile sınırlı kalmamalı ve tüm belediyeler tarafından uygulanmalıdır. Bu sayede katı atık yönetimi sisteminde verimi arttırmak ve hatta masrafları azaltabilmek için en doğru kararları verebiliriz.

Çalışmanın sonucu yorumlanacak olursa, seçilen alternatif Belediye Yönetiminin ve işletmecilerin sistemdeki aksaklıkları gidererek, maliyetsiz veya çok az maliyetli olacak bir çözüm istedikleri anlamına gelmektedir. En uygun çözümün uygulanabilmesi için aktarma merkezlerine çöp toplama aracı girişini programlamaları gerekmektedir. Bunun için ilçe belediyeleri tarafından yapılan

toplama işlemini aktarma merkezi ile uyumlu olacak şekilde, güzergah optimizasyonuna göre yapılması zorunludur. Ancak hızla artan nüfus sonucunda atık miktarı da yıllar boyunca artacaktır. Atık miktarında ki artışı durdurmanın şu andaki koşullarda herhangi bir çaresi yoktur. Bu sebepten dolayı gelecek yıllarda sistemdeki aksaklıklar ne kadar giderilirse giderilsin, katı atık aktarma merkezleri artık atık yükünü kaldıramaz hale geleceklerdir. Bu durum gerçekleştiğinde, “Varolan Aktarma Merkezinde Yapılacak Düzenlemelerle Kapasite Arttırımı” alternatifi bir çözüm alternatifi olmaktan çıkıp zorunluluk haline gelecektir. Şu anda katı atık aktarma ve ya düzenli depolama alanına olan uzaklıkları oldukça fazla olan Alibeyköy veya Gaziosmanpaşa civarına bir adet yüksek ölçekli, Sarıyer, Beykoz ve Silivri Bölgelerine bir er adet orta ölçekli, Şile-Ağva bölgesine ise bir adet küçük ölçekli aktarma merkezi inşaat edilmesi gerektiği belirlenmiştir. Diğer bir sonuç ise Büyükşehir Belediyesine yeni bağlanan belde belediyeleri ve küçük yerleşimler (köyler) için de uygun bir aktarma alternatifinin geliştirilmesi uygun bir çözüm olarak ortaya çıkmıştır. Aktarma merkezi tasarımında daha az mekanik ekipmana sahip olan ve işletmesi kolay sistemlerin seçimi önemli bir sonuç olarak ortaya çıkmıştır.

Sonuç olarak şunu söyleyebiliriz: Belediyeler katı atık yönetimlerinde oluşabilecek sorunları önceden tahmin edebilmek ve bu sorunları ortadan kaldıracı için, gerekli olan önlemleri önceden alabilmek ve çözümler bulabilmek amacıyla tersine lojistik metotlarının uygulanabileceği belirlenmiştir. Yapılan bu çalışmanın, diğer bir önemli özelliği de ülkemizde bu yönde yapılan çalışmalardan ilki olması ve dolayısıyla yol gösterici bir çalışma olması ve yapılacak benzer çalışmalara başlangıç olması ve ışık tutmasıdır.

KAYNAKLAR

- Amponsah, S.K., Salhi, S., 2004.** The Investigation Of A Class Of Capacitated Arc Routing Problems: The Collection Of Garbage In Developing Countries, *Journal Of Waste Management* **24**, 711 – 721
- Angelelli, E., Speranza, M.G., 2002.** The Application Of A Vehicle Routing Model To A Waste – Collection Problem: Two Case Studies, *Journal Of The Operational Research Society* **53**, 2002, 944 – 952
- Atthirawong, W., 2002.** A Framework for International Location Decision-Making in Manufacturing using the Analytical Hierarchy Process Approach. Thesis submitted for PhD degree, School of Mechanical, Materials, Manufacturing Engineering and Management, University of Nottingham, UK.
- Beamon, B.M., 1999.** Designing The Green Supply Chain, *Journal Of Logistics Information Management*, **12 (4)**, 332 – 342
- Beamon, B.M., Fernandes, C., 2004.** Supply-chain Network Configuration For Product Recovery, *Journal Of Production Planning & Control*, **15 (3)**, 270 - 281
- Bel, G., Miralles, A., 2003.** Factors Influencing The Privatization Of Urban Solid Waste Collection In Spain, *Journal of Urban Studies* **40 (7)**, 1323 – 1334
- Bowersox, D.J., Closs, D.J., 1996.** *Logistical Management: The Integrated Supply Chain Process*, McGraw-Hill International Editions, Singapore
- Brito, M.P., Dekker, R., 2002.** Reverse Logistics – A Framework, *Econometric Institute Report EI*, October 10th, 2002
- Buenrostro, O., Bocco, G., Vence, J., 2001.** Forecasting Generation of Urban Solid Waste in Developing Countries - A Case Study in Mexico, *Journal of Air & Waste Management Association* **51**, 86 – 93
- Butler, J., Hooper, P., 2000.** Factors Determining The Post-Consumer Waste Recycling Burden, *Journal Of Environmental Planning And Management*, **43 (3)**, 407 – 432

- Chang, N.B., Chang, Y.H., Chen, Y.L., 1997.** Cost-Effective and Equitable Workload Operation In Solid –Waste Management Systems, Journal Of Environmental Engineering
- Council of Supply Chain Management Profesionnals, 2005.**
<http://www.cscmp.org/Website/AboutCSCMP/Definitions/Definitions.asp>
- Demir, İ., Altınbaş, M., Arıkan, O., 1999.** Katı Atıklar İçin Entegre Katı Atık Yönetimi Yaklaşımı, Kent Yönetimi İnsan ve Çevre Sorunları Sempozyumu '99, İstanbul Büyükşehir Belediyesi, İstanbul, 17 – 19 Şubat
- Dyson, B., Chang, N.B., 2004.** Forecasting Municipal Solid Waste Generation In A Fast-Growing Urban Region With System Dynamics Modeling, Journal Of Waste Management 2004
- Entwistle, T., 1998.** The Ironic Compatibility Of Recycling Practice and UK Goverment Policy, Journal Of Local Environment, **3(1)**, 55 – 65
- EPA, 2005.** – Environmental Protection Agency, www.epa.gov/epaoswer/non-hw/mucpl/pubs/mswfinal.pdf
- EUROPA, 2005.** The European Union On-line, http://europa.eu.int/index_en.htm
- Fehr, M., 2003.** Environmental Management By The Learning Curve, Journal of Waste Management **23**,2003, 397 – 402
- Guide Jr., V.D.R., Van Wassenhove, L.N., 2001.** Business Aspects Of Closed Loop Supply Chains, Carnegie Mellon University Press, Forthcoming
- Hwang, C., & Yoon, K. (1981).** Multiple attribute decision making: Methods and application. New York: Springer.
- İSTAÇ A.Ş., 2005.** <http://www.istac.com.tr/>
- John, V.M., Zordan, S.E., 2001.** Research & Development Methodology For Recycling Residues As Building Materials - A Proposal, Journal Of Waste Management **21**, 213 – 219
- Johnson, J.C., Wood, D.F., Wardlow, D.L., Murphy Jr., P.R., 1998.** Contemporary Logistics, Prentice Hall, New Jersey, 7th. Edition
- Kahraman, C., Cebeci, U., Ruan, D., 2003.** Multi-Attribute Comparison Of Catering Service Companies Using Fuzzy AHP : The Case Of Turkey, International Journal Of Production Economics, **87** (2004), 171 – 184
- Karakadılar, İ., 2004.** Yeditepe Üniversitesi Contemporary Logistics Ders Notları

- Koushki, P.A., Al-Duaij, U. , A –Ghimlas W., 2004.** Collection And Transportation Cost Of Household Solid Waste İn Kuwait, Journal Of Waste Management 24 (2004), 957 – 964
- Kum, V., Sharp, A., Harnpornchai, N., 2004.** Improving The Solid Waste Management In Phenom Penh City: A Strategic Approach, Journal of Waste Management 25, 2005, 101 – 109
- Lamming, R., Hampson, J., 1996.** The Environment As A Supply Chain Issue, British Journal Of Management, 7, 45 – 62
- Lave, L.B., Hendrickson, C.T., Conway-Schempf, N.M., McMichael, F.C., 1999.** Municipal Solid Waste Recycling Issues, Research Product 2 From A Cooperative Agreement Titled: Economic Research On The Implications Of Environmental Policy and Design
- Massoud, M.A., El-Fadel, M., Malak, A.A., 2003.** Assesment Of Public vs Private MSW Management : A Case Study, 69 (2003), 15 – 24
- Meadows, D.H., 1974.** The Limits To Growth: A Report For The Club Of Rome's Project On The Predicament Of Mankind, Second Edition
- Nino, T., Baetz, B.W., 1996.** Environmental Linkages Between Urban Form and Municipal Solid Waste Management Infrastructure, Journal Of Urban Planning And Development, September 1996
- Öztürk, İ., Arıkan, O.A., Baştürk, A., Tüylüoğlu, B.S. ve Öztürk, M., 1997.** İstanbul' un Katı Atık Yönetimi, Çevre ve Toplum Sempozyumu, İstanbul, 12 – 13 Nisan
- Pohlen, T.L., Farris II, M., 1992.** Reverse Logistics In Plastic Recycling, International Journal Of Physical Distribution & Logistics Management, 22 (7), 35 –47
- Pomerol, J.C. ,Barba Romero, S., 2000.** Multicriterion Decision in Management: Principles and Practice, Kluwer Academic Publishers, Norwell.
- Powell, J., 1999.** The Potential For Using Life Cycle Inventory Anaysis In Local Authority Waste Management Decision Making, Journal of Environmental Planning & Management, 43 (3), 2000, 351 – 367
- REVLOG, 1998.** The European Working Group On Reverse Logistics, <http://www.fbk.eur.nl/OZ/REVLOG/>
- Stock, J.R., 1992.** Reverse Logistics, Council Of Logistics Management, Oak Brook, IL

- Supply-chain Council, 2005.** <http://www.supply-chain.org/galleries/default-file/SCOR%20Overview%20-%207.0.ppt>
- Tchobanoglous, G., Thiesen, H., Vigil, S.A., 1993.** Integrated Solid Waste Management, McGraw-Hill Book Co., Singapore
- Teixeira, J., Antunes, A.P., Sousa, J.P., 2003.** Recyclable Waste Collection Planning - A Case Study, European Journal Of Operational Research **158** (2004), 543 – 554
- Thierry, M., Salomon, M., Van Nunen, J., Van Wassenhove, L., 1995.** Strategic Issues In Product Recovery Management, California Management, **37 (2)**, 114 – 135
- Saaty, T.L., 1980.** The Analytic Hierarchy Process Planning, Priority Setting, New York : McGraw-Hill International Book Co.
- Saaty, T.L., 2000** Fundamentals of Decision Making and Priority Theory, 2nd ed., Pittsburgh, PA: RWS Publications..
- Shih, L.H., Lin, Y.T., 1999.** Optimal Routing For Infectious Waste Collection, Journal Of Environmental Engineering, **May 1999**, 479-483
- White, P., Franke, M., Hindle, P., 1995.** Integrated Solid Waste Management: A Lifecycle Inventory, Chapman & Hall
- WHO Regional Office, 1980.** Glossary on Solid Waste, Copenhagen
- Wilson, B.G., Baetz, B.W., Hall, F.L., 2001.** Reduction Of Queuing Delays At Waste Management Facilities, Journal Of Civil Engineering & Environmental Systems, 2002, **19 (4)**, 311 – 331
- Zahedi, F., 1986.** The Analytic Hierarchy Process: A Survey of the Method and its Applications, Interfaces **16(4)**, pp. 96-108.

EKLER

EK A

Ana amaç olan “İstanbul Katı Atık Toplama ve Taşıma Sistemini İyileştirmek” amacına göre;

LÜTFEN CEVAPLARINIZI BİRİNCİ TABLOYA DOLDURUNUZ

S1. Kapasite (K) değerlendirme boyutu, İşletme (İ) değerlendirme boyutu ile karşılaştırıldığında ne kadar önemlidir?

S2. Kapasite (K) değerlendirme boyutu, Çevre (Ç) değerlendirme boyutu ile karşılaştırıldığında ne kadar önemlidir?

S3. Kapasite (K) değerlendirme boyutu, Yatırım (Y) değerlendirme boyutu ile karşılaştırıldığında ne kadar önemlidir?

S4. İşletme (İ) değerlendirme boyutu, Çevre (Ç) değerlendirme boyutu ile karşılaştırıldığında ne kadar önemlidir?

S5. İşletme (İ) değerlendirme boyutu, Yatırım (Y) değerlendirme boyutu ile karşılaştırıldığında ne kadar önemlidir?

S6. Çevre (Ç) değerlendirme boyutu, Yatırım (Y) değerlendirme boyutu ile karşılaştırıldığında ne kadar önemlidir?

Kapasite (K) değerlendirme boyutu düşünüldüğünde;

LÜTFEN CEVAPLARINIZI İKİNCİ TABLOYA DOLDURUNUZ

S7. Atık Toplama Kapasitesi (ATK), Sistemde Alan Kullanımı (SAK) ile karşılaştırıldığında ne kadar önemlidir?

S8. Atık Toplama Kapasitesi (ATK), Atık İşletme Kapasitesi (AİK) ile karşılaştırıldığında ne kadar önemlidir?

S9. Atık Toplama Kapasitesi (ATK), Ekipman Sayısı (ES) ile karşılaştırıldığında ne kadar önemlidir?

S10. Sistemde Alan Kullanım (SAK), Atık İşletme Kapasitesi (AİK) ile karşılaştırıldığında ne kadar önemlidir?

S11. Sistemde Alan Kullanım (SAK), Ekipman Sayısı (ES) ile karşılaştırıldığında ne kadar önemlidir?

S12. Atık İşletme Kapasitesi (AİK), Ekipman Sayısı (ES) ile karşılaştırıldığında ne kadar önemlidir?

İşletme (İ) değerlendirme boyutu düşünüldüğünde;

LÜTFEN CEVAPLARINIZI ÜÇÜNCÜ TABLOYA DOLDURUNUZ.

S13. İşlem Süresi (İS), İşletim Maliyeti (İM) ile karşılaştırıldığında ne kadar önemlidir?

Çevre (Ç) değerlendirme boyutu düşünüldüğünde;

LÜTFEN CEVAPLARINIZI DÖRDÜNCÜ TABLOYA DOLDURUNUZ.

S14. Çevre Kirliliği (ÇK), Görüntü Kirliliği (GK) ile karşılaştırıldığında ne kadar önemlidir?

Yatırım (Y) değerlendirme boyutu düşünüldüğünde;

LÜTFEN CEVAPLARINIZI BEŞİNCİ TABLOYA DOLDURUNUZ.

S15. Yatırım Maliyeti (YM), Yatırımın Gerçekleşme Süresi (YGS) ile karşılaştırıldığında ne kadar önemlidir?

S16. Yatırım Maliyeti (YM), Yatırım (Proje) Ömrü (YÖ) ile karşılaştırıldığında ne kadar önemlidir?

S17. Yatırımın Gerçekleşme Süresi (YGS), Yatırım (Proje) Ömrü (YÖ) ile karşılaştırıldığında ne kadar önemlidir?

TABLO 1 (Soru 1-6) (ÖRNEK)

Toplama ve Taşıma Sistemini İyileştirme Amacına Göre		Bir kriterin diğer kritere göre önemi (veya tercih seviyesi)									
Sorular	Kriterler	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Kriterler
S1	K										İ
S2	K										Ç
S3	K										Y
S4	İ										Ç
S5	İ										Y
S6	Ç										Y

Ana amaç olan “İstanbul Katı Atık Toplama ve Taşıma Sistemini İyileştirmek” amacına ulaşırken;

LÜTFEN CEVAPLARINIZI TABLO 1’E DOLDURUNUZ

Atık Toplama Kapasitesine göre,

S1. Varolan Aktarma Merkezinin Revizyonu (AMR) alternatifi, Aynı Yerde Yeni Bir Aktarma Merkezi İnşaatı (AAKM) alternatifine göre ne kadar önemlidir?

S2. Varolan Aktarma Merkezinin Revizyonu (AMR) alternatifi, Farklı Yerde Yeni Bir Aktarma Merkezi İnşaatı (FAKM) alternatifine göre ne kadar önemlidir?

S3. Aynı Yerde Yeni Bir Aktarma Merkezi İnşaatı (AAKM), Farklı Yerde Yeni Bir Aktarma Merkezi İnşaatı (FAKM) alternatifine göre ne kadar önemlidir?

LÜTFEN CEVAPLARINIZI TABLO 2’YE DOLDURUNUZ

Sistemde Alan Kullanımına göre,

S4. Varolan Aktarma Merkezinin Revizyonu (AMR) alternatifi, Aynı Yerde Yeni Bir Aktarma Merkezi İnşaatı (AAKM) alternatifine göre ne kadar önemlidir?

S5. Varolan Aktarma Merkezinin Revizyonu (AMR) alternatifi, Farklı Yerde Yeni Bir Aktarma Merkezi İnşaatı (FAKM) alternatifine göre ne kadar önemlidir?

S6. Aynı Yerde Yeni Bir Aktarma Merkezi İnşaatı (AAKM), Farklı Yerde Yeni Bir Aktarma Merkezi İnşaatı (FAKM) alternatifine göre ne kadar önemlidir?

LÜTFEN CEVAPLARINIZI TABLO 3’E DOLDURUNUZ

Atık İşletme Kapasitesine göre,

S7. Varolan Aktarma Merkezinin Revizyonu (AMR) alternatifi, Aynı Yerde Yeni Bir Aktarma Merkezi İnşaatı (AAKM) alternatifine göre ne kadar önemlidir?

S8. Varolan Aktarma Merkezinin Revizyonu (AMR) alternatifi, Farklı Yerde Yeni Bir Aktarma Merkezi İnşaatı (FAKM) alternatifine göre ne kadar önemlidir?

S9. Aynı Yerde Yeni Bir Aktarma Merkezi İnşaatı (AAKM), Farklı Yerde Yeni Bir Aktarma Merkezi İnşaatı (FAKM) alternatifine göre ne kadar önemlidir?

LÜTFEN CEVAPLARINIZI TABLO 4’E DOLDURUNUZ

Ekipman Sayısına göre,

S10. Varolan Aktarma Merkezinin Revizyonu (AMR) alternatifi, Aynı Yerde Yeni Bir Aktarma Merkezi İnşaatı (AAKM) alternatifine göre ne kadar önemlidir?

S11. Varolan Aktarma Merkezinin Revizyonu (AMR) alternatifi, Farklı Yerde Yeni Bir Aktarma Merkezi İnşaatı (FAKM) alternatifine göre ne kadar önemlidir?

S12. Aynı Yerde Yeni Bir Aktarma Merkezi İnşaatı (AAKM), Farklı Yerde Yeni Bir Aktarma Merkezi İnşaatı (FAKM) alternatifine göre ne kadar önemlidir?

LÜTFEN CEVAPLARINIZI TABLO 5'E DOLDURUNUZ

İşlem Süresine göre,

S13. Varolan Aktarma Merkezinin Revizyonu (AMR) alternatifi, Aynı Yerde Yeni Bir Aktarma Merkezi İnşaatı (AAKM) alternatifine göre ne kadar önemlidir?

S14. Varolan Aktarma Merkezinin Revizyonu (AMR) alternatifi, Farklı Yerde Yeni Bir Aktarma Merkezi İnşaatı (FAKM) alternatifine göre ne kadar önemlidir?

S15. Aynı Yerde Yeni Bir Aktarma Merkezi İnşaatı (AAKM), Farklı Yerde Yeni Bir Aktarma Merkezi İnşaatı (FAKM) alternatifine göre ne kadar önemlidir?

LÜTFEN CEVAPLARINIZI TABLO 6'E DOLDURUNUZ

İşletim Maliyetine göre,

S16. Varolan Aktarma Merkezinin Revizyonu (AMR) alternatifi, Aynı Yerde Yeni Bir Aktarma Merkezi İnşaatı (AAKM) alternatifine göre ne kadar önemlidir?

S17. Varolan Aktarma Merkezinin Revizyonu (AMR) alternatifi, Farklı Yerde Yeni Bir Aktarma Merkezi İnşaatı (FAKM) alternatifine göre ne kadar önemlidir?

S18. Aynı Yerde Yeni Bir Aktarma Merkezi İnşaatı (AAKM), Farklı Yerde Yeni Bir Aktarma Merkezi İnşaatı (FAKM) alternatifine göre ne kadar önemlidir?

LÜTFEN CEVAPLARINIZI TABLO 7'YE DOLDURUNUZ

Çevre Kirliliğine göre,

S19. Varolan Aktarma Merkezinin Revizyonu (AMR) alternatifi, Aynı Yerde Yeni Bir Aktarma Merkezi İnşaatı (AAKM) alternatifine göre ne kadar önemlidir?

S20. Varolan Aktarma Merkezinin Revizyonu (AMR) alternatifi, Farklı Yerde Yeni Bir Aktarma Merkezi İnşaatı (FAKM) alternatifine göre ne kadar önemlidir?

S21. Aynı Yerde Yeni Bir Aktarma Merkezi İnşaatı (AAKM), Farklı Yerde Yeni Bir Aktarma Merkezi İnşaatı (FAKM) alternatifine göre ne kadar önemlidir?

LÜTFEN CEVAPLARINIZI TABLO 8'E DOLDURUNUZ

Görüntü Kirliliğine göre,

S22. Varolan Aktarma Merkezinin Revizyonu (AMR) alternatifi, Aynı Yerde Yeni Bir Aktarma Merkezi İnşaatı (AAKM) alternatifine göre ne kadar önemlidir?

S23. Varolan Aktarma Merkezinin Revizyonu (AMR) alternatifi, Farklı Yerde Yeni Bir Aktarma Merkezi İnşaatı (FAKM) alternatifine göre ne kadar önemlidir?

S24. Aynı Yerde Yeni Bir Aktarma Merkezi İnşaatı (AAKM), Farklı Yerde Yeni Bir Aktarma Merkezi İnşaatı (FAKM) alternatifine göre ne kadar önemlidir?

LÜTFEN CEVAPLARINIZI TABLO 9'E DOLDURUNUZ

Yatırım Maliyetine göre,

S25. Varolan Aktarma Merkezinin Revizyonu (AMR) alternatifi, Aynı Yerde Yeni Bir Aktarma Merkezi İnşaatı (AAKM) alternatifine göre ne kadar önemlidir?

S26. Varolan Aktarma Merkezinin Revizyonu (AMR) alternatifi, Farklı Yerde Yeni Bir Aktarma Merkezi İnşaatı (FAKM) alternatifine göre ne kadar önemlidir?

S27. Aynı Yerde Yeni Bir Aktarma Merkezi İnşaatı (AAKM), Farklı Yerde Yeni Bir Aktarma Merkezi İnşaatı (FAKM) alternatifine göre ne kadar önemlidir?

LÜTFEN CEVAPLARINIZI TABLO 10'A DOLDURUNUZ

Yatırımın Gerçekleşme Süresine göre,

S28. Varolan Aktarma Merkezinin Revizyonu (AMR) alternatifi, Aynı Yerde Yeni Bir Aktarma Merkezi İnşaatı (AAKM) alternatifine göre ne kadar önemlidir?

S29. Varolan Aktarma Merkezinin Revizyonu (AMR) alternatifi, Farklı Yerde Yeni Bir Aktarma Merkezi İnşaatı (FAKM) alternatifine göre ne kadar önemlidir?

S30. Aynı Yerde Yeni Bir Aktarma Merkezi İnşaatı (AAKM), Farklı Yerde Yeni Bir Aktarma Merkezi İnşaatı (FAKM) alternatifine göre ne kadar önemlidir?

LÜTFEN CEVAPLARINIZI TABLO 11'E DOLDURUNUZ

Yatırım (Proje) Ömrüne göre,

S31. Varolan Aktarma Merkezinin Revizyonu (AMR) alternatifi, Aynı Yerde Yeni Bir Aktarma Merkezi İnşaatı (AAKM) alternatifine göre ne kadar önemlidir?

S32. Varolan Aktarma Merkezinin Revizyonu (AMR) alternatifi, Farklı Yerde Yeni Bir Aktarma Merkezi İnşaatı (FAKM) alternatifine göre ne kadar önemlidir?

S33. Aynı Yerde Yeni Bir Aktarma Merkezi İnşaatı (AAKM), Farklı Yerde Yeni Bir Aktarma Merkezi İnşaatı (FAKM) alternatifine göre ne kadar önemlidir?

TABLO 1 (ÖRNEK)

Atık Toplama Kapasitesine göre		Bir boyutun diğer boyuta göre önemi (veya tercih seviyesi)									
Sorular	Alternatifler	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Alternatifler
S1	AMR										AAKM
S2	AMR										FAKM
S3	AAKM										FAKM

EK B

Anket Değerlendirmeleri

1. Anket

Değerlendirme Boyuları ve Değerleri Kriterleri

1	K	İ	Ç	Y
K	1	3	1/5	3
İ	1/3	1	1/3	3
Ç	5	3	1	3
Y	1/3	1/3	1/3	1

1	ATK	SAK	AİK	ES
ATK	1	1	1	1/3
SAK	1	1	1	1
AİK	1	1	1	3
ES	3	1	1/3	1

1	İS	İM
İS	1	1
İM	1	1

1	ÇK	GK
ÇK	1	1
GK	1	1

1	YM	YGS	YÖ
YM	1	3	1
YGS	1/3	1	3
YÖ	1	1/3	1

Alternatifler

ATK	KA	R	İ
KA	1	1	1/5
R	1	1	1/3
İ	5	3	1

SAK	KA	R	İ
KA	1	1/5	1/5
R	5	1	1/3
İ	5	3	1

AİK	KA	R	İ
KA	1	1/3	1/5
R	3	1	1/3
İ	5	3	1

ES	KA	R	İ
KA	1	1/3	1/3
R	3	1	1/3
İ	3	3	1

İS	KA	R	İ
KA	1	1/3	1/3
R	3	1	1/3
İ	3	3	1

İM	KA	R	İ
KA	1	1/3	1/5
R	3	1	1/3
İ	5	3	1

ÇK	KA	R	İ
KA	1	1/3	1/3
R	3	1	1/3
İ	3	3	1

GK	KA	R	İ
KA	1	1/3	1/3
R	3	1	1/3
İ	3	3	1

YM	KA	R	İ
KA	1	5	5
R	1/5	1	3
İ	1/5	1/3	1

YGS	KA	R	İ
KA	1	3	5
R	1/3	1	3
İ	1/5	1/3	1

YÖ	KA	R	İ
KA	1	1/3	1/3
R	3	1	1
İ	3	1	1

2. Anket

Değerlendirme Kriterleri

2	K	İ	Ç	Y
K	1	1	1/7	3
İ	1	1	1/7	1
Ç	7	7	1	7
Y	1/3	1	1/7	1

2	ATK	SAK	AİK	ES
ATK	1	1	1	1/3
SAK	1	1	1/9	1/9
AİK	1	9	1	1
ES	3	9	1	1

2	İS	İM
İS	1	1
İM	1	1

2	ÇK	GK
ÇK	1	1
GK	1	1

2	YM	YGS	YÖ
YM	1	3	3
YGS	1/3	1	3
YÖ	1/3	1/3	1

Alternatifler

ATK	KA	R	İ
KA	1	1	1
R	1	1	1
İ	1	1	1

SAK	KA	R	İ
KA	1	3	1
R	1/3	1	1
İ	1	1	1

AİK	KA	R	İ
KA	1	1/3	1
R	3	1	1
İ	1	1	1

ES	KA	R	İ
KA	1	9	9
R	1/9	1	3
İ	1/9	1/3	1

İS	KA	R	İ
KA	1	1/9	1/9
R	9	1	1
İ	9	1	1

İM	KA	R	İ
KA	1	5	5
R	1/5	1	3
İ	1/5	1/3	1

ÇK	KA	R	İ
KA	1	7	7
R	1/7	1	3
İ	1/7	1/3	1

GK	KA	R	İ
KA	1	9	9
R	1/9	1	1
İ	1/9	1	1

YM	KA	R	İ
KA	1	7	7
R	1/7	1	1
İ	1/7	1	1

YGS	KA	R	İ
KA	1	9	9
R	1/9	1	1
İ	1/9	1	1

YÖ	KA	R	İ
KA	1	1/5	1/5
R	5	1	1
İ	5	1	1

3. Anket

Değerlendirme Kriterleri

3	K	İ	Ç	Y
K	1	1/3	5	3
İ	3	1	3	5
Ç	1/5	1/3	1	1
Y	1/3	1/5	1	1

3	ATK	SAK	AİK	ES
ATK	1	5	1	1/5
SAK	1/5	1	1/5	1
AİK	1	5	1	3
ES	5	1	1/3	1

3	İS	İM
İS	1	5
İM	1/5	1

3	ÇK	GK
ÇK	1	7
GK	1/7	1

3	YM	YGS	YÖ
YM	1	1/5	3
YGS	5	1	1/5
YÖ	1/3	5	1

Alternatifler

ATK	KA	R	İ
KA	1	5	3
R	1/5	1	3
İ	1/3	1/3	1

SAK	KA	R	İ
KA	1	5	7
R	1/5	1	3
İ	1/7	1/3	1

AİK	KA	R	İ
KA	1	1/5	1/3
R	5	1	1/3
İ	3	3	1

ES	KA	R	İ
KA	1	1/5	1/7
R	5	1	1/5
İ	7	5	1

İS	KA	R	İ
KA	1	1/7	1/5
R	7	1	1/3
İ	5	3	1

İM	KA	R	İ
KA	1	1/5	1/7
R	5	1	1/3
İ	7	3	1

ÇK	KA	R	İ
KA	1	5	5
R	1/5	1	3
İ	1/5	1/3	1

GK	KA	R	İ
KA	1	3	3
R	1/3	1	5
İ	1/3	1/5	1

YM	KA	R	İ
KA	1	3	5
R	1/3	1	1
İ	1/5	1	1

YGS	KA	R	İ
KA	1	7	5
R	1/7	1	1
İ	1/5	1	1

YÖ	KA	R	İ
KA	1	1/7	1/7
R	7	1	3
İ	7	1/3	1

4. Anket

Değerlendirme Kriterleri

4	K	İ	Ç	Y
K	1	1/3	5	3
İ	3	1	5	5
Ç	1/5	1/5	1	1/3
Y	1/3	1/5	3	1

4	ATK	SAK	AİK	ES
ATK	1	3	1/3	1
SAK	1/3	1	1/5	1/7
AİK	3	5	1	1/3
ES	1	7	3	1

4	İS	İM
İS	1	1
İM	1	1

4	ÇK	GK
ÇK	1	5
GK	1/5	1

4	YM	YGS	YÖ
YM	1	1	1
YGS	1	1	1
YÖ	1	1	1

Alternatifler

ATK	KA	R	İ
KA	1	1/3	1/7
R	3	1	1/3
İ	7	3	1

SAK	KA	R	İ
KA	1	1/3	1/7
R	3	1	1/7
İ	7	7	1

AİK	KA	R	İ
KA	1	1/3	1/7
R	3	1	1/7
İ	7	7	1

ES	KA	R	İ
KA	1	3	5
R	1/3	1	5
İ	1/5	1/5	1

İS	KA	R	İ
KA	1	1/7	1/7
R	7	1	1/5
İ	7	5	1

İM	KA	R	İ
KA	1	1/7	1/7
R	7	1	1
İ	7	1	1

ÇK	KA	R	İ
KA	1	1	1
R	1	1	1
İ	1	1	1

GK	KA	R	İ
KA	1	1	1
R	1	1	1
İ	1	1	1

YM	KA	R	İ
KA	1	7	9
R	1/7	1	7
İ	1/9	1/7	1

YGS	KA	R	İ
KA	1	9	9
R	1/9	1	7
İ	1/9	1/7	1

YÖ	KA	R	İ
KA	1	1/3	1/7
R	3	1	3
İ	7	1/3	1

5. Anket

Değerlendirme Kriterleri

5	K	İ	Ç	Y
K	1	1/3	1	3
İ	3	1	3	5
Ç	1	1/3	1	3
Y	1/3	1/5	1/3	1

5	ATK	SAK	AİK	ES
ATK	1	7	1	3
SAK	1/7	1	1	1
AİK	1	1	1	1
ES	1/3	1	1	1

5	İS	İM
İS	1	1
İM	1	1

5	ÇK	GK
ÇK	1	1
GK	1	1

5	YM	YGS	YÖ
YM	1	1/3	1/3
YGS	3	1	1
YÖ	3	1	1

Alternatifler

ATK	KA	R	İ
KA	1	5	5
R	1/5	1	3
İ	1/5	1/3	1

SAK	KA	R	İ
KA	1	1/3	3
R	3	1	3
İ	1/3	1/3	1

AİK	KA	R	İ
KA	1	1/5	1/7
R	5	1	1/5
İ	7	5	1

ES	KA	R	İ
KA	1	5	7
R	1/5	1	5
İ	1/7	1/5	1

İS	KA	R	İ
KA	1	1/5	1/7
R	5	1	1/5
İ	7	5	1

İM	KA	R	İ
KA	1	1/5	1/3
R	5	1	3
İ	3	1/3	1

ÇK	KA	R	İ
KA	1	3	3
R	1/3	1	1
İ	1/3	1	1

GK	KA	R	İ
KA	1	3	3
R	1/3	1	1
İ	1/3	1	1

YM	KA	R	İ
KA	1	5	5
R	1/5	1	5
İ	1/5	1/5	1

YGS	KA	R	İ
KA	1	5	7
R	1/5	1	5
İ	1/7	1/5	1

YÖ	KA	R	İ
KA	1	1/3	1/3
R	3	1	1/3
İ	3	3	1

6. Anket

Değerlendirme Kriterleri

6	K	İ	Ç	Y
K	1	1/3	1/3	1/5
İ	3	1	1/3	3
Ç	3	3	1	1
Y	5	1/3	1	1

6	ATK	SAK	AİK	ES
ATK	1	1	1/9	1/9
SAK	1	1	1/9	1/7
AİK	9	9	1	1/7
ES	9	7	7	1

6	İS	İM
İS	1	9
İM	1/9	1

6	ÇK	GK
ÇK	1	1
GK	1	1

6	YM	YGS	YÖ
YM	1	1/7	1/9
YGS	7	1	1
YÖ	9	1	1

Alternatifler

ATK	KA	R	İ
KA	1	1	1
R	1	1	1
İ	1	1	1

SAK	KA	R	İ
KA	1	1	1
R	1	1	1
İ	1	1	1

AİK	KA	R	İ
KA	1	1	1/3
R	1	1	1/3
İ	3	3	1

ES	KA	R	İ
KA	1	1/3	1/3
R	3	1	1
İ	3	1	1

İS	KA	R	İ
KA	1	1/3	1/3
R	3	1	1
İ	3	1	1

İM	KA	R	İ
KA	1	3	1
R	1/3	1	1/3
İ	1	3	1

ÇK	KA	R	İ
KA	1	1	1
R	1	1	1
İ	1	1	1

GK	KA	R	İ
KA	1	1	1
R	1	1	1
İ	1	1	1

YM	KA	R	İ
KA	1	9	3
R	1/9	1	3
İ	1/3	1/3	1

YGS	KA	R	İ
KA	1	9	9
R	1/9	1	7
İ	1/9	1/7	1

YÖ	KA	R	İ
KA	1	1/9	1/7
R	9	1	1/5
İ	7	5	1

Ek C

YENİBOSNA KATI ATIK AKTARMA MERKEZİ

PLANLANAN KAPASİTESİ	:	1.500 Ton/Gün
PLANLANAN MAKSİMUM KAPASİTESİ	:	2.500 Ton/Gün
GELEN ARAÇ SEFER SAYISI	:	314 Sefer/Gün/Ortalama
MEVCUT ATIK MİKTARI	:	2.324 Ton/Gün/Ortalama
MEVCUT ATIK MİKTARI	:	848.493 Ton/Yıl
DOLAN SİLO SAYISI	:	116 Silo/Gün/Ortalama
PERON SAYISI	:	10 Adet
GELEN İLÇE BELEDİYELERİ ARAÇ SAYILARI		
VE DOLULUK ORANLARI	:	80 % /ortalama
1-BAKIRKÖY	:	16 Adet % 85 Ortalama
2-BAHÇELİEVLER	:	31 Adet % 85 Ortalama
3-BAĞCILAR	:	32 Adet % 95 Ortalama
4-FATİH	:	40 Adet % 85 Ortalama
5-EMİNÖNÜ	:	13 Adet % 80 Ortalama
6-GÜNGÖREN	:	16 Adet % 80 Ortalama
7-ZEYTİNBURNU	:	18 Adet % 80 Ortalama
8-EYÜP (Bir kısmı)	:	1 Adet % 80 Ortalama
9-ANAKENT ve HALLER	:	11 Adet % 80 Ortalama
10-İSKİ	:	3 Adet % 60 Ortalama
11-YAKUPLU	:	3 Adet % 60 Ortalama
12-ASKERİYE	:	1 Adet % 60 Ortalama
İŞLETMEYE BAŞLAMA TARİHİ	:	1995 Mayıs ayı
MEVCUT SİLO SAYISI	:	96
MEVCUT DORSE SAYISI	:	20
MEVCUT KAMYON SAYISI	:	20
MEVCUT YEDEKLEME ARACI	:	6
ÇALIŞAN PERSONEL SAYISI (İşletme ve taşıma)	:	75 Kişi ile (iki vardiya 365 gün/24 saat)
PROJE ÖMRÜ	:	50 yıl
HARİTA ÜSTÜNDEKİ YERİ	:	Yenibosna /BAHÇELİEVLER
DÖKÜM ALANINA MESAFESİ	:	45 Km.
AÇIKLAMA	:	2004 Yılına kadar Aktarma

istasyonuna gelen ilçe belediyesi araçları tahmini tonaj uygulaması ile tonajlar belirlenirken, 2004 itibarı ile istasyona kurulan kantar sistemiyle beraber tahmini tonaj yerine gerçek tonajlar alınmaya başlanmıştır. Yukarıda verilen veriler 2004 yılı kayıtlarından alınmış ve istasyonun son durumunu gösterir verilerdir.

ÖZGEÇMİŞ

Mehmet Gürel Tekelioğlu, 1979 yılında Akşehir İlçesi'nde doğdu. Lise eğitimini 1997 yılında İstanbul Kadıköy Anadolu Lisesi'nde tamamladı. Aynı yıl İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü'ne girdi. Lisans eğitimini 2002-2003 eğitim döneminde tamamladı. 2003 yılının Güz Dönemi'nde yüksek lisans eğitimine başladı. 2004 yılından itibaren Yeditepe Üniversitesi Uluslararası Lojistik ve Taşımacılık Bölümü'nde Araştırma Görevlisi olarak görev yapmaktadır.