



**İSKENDERUN TEKNİK**

ÜNİVERSİTESİ

MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YÜKSEK  
LİSANS  
TEZİ**

**ORGANİK ATIKLARIN GERİ KAZANIMI  
İÇİN MEKANİK, ISIL VE  
ELEKTROMANYETİK ÖZELLİKLERİNİN  
ARAŞTIRILMASI**

**Mustafa Tunahan BAŞAR**

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ  
ANABİLİM DALI

OCAK 2020



**ORGANİK ATIKLARIN GERİ KAZANIMI İÇİN MEKANİK, ISIL VE  
ELEKTROMANYETİK ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

**Mustafa Tunahan BAŞAR**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**İSKENDERUN TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

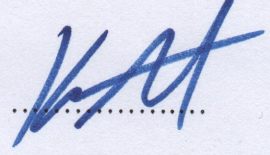
**OCAK 2020**

Mustafa Tunahan BAŞAR tarafından hazırlanan “ORGANİK ATIKLARIN GERİ KAZANIMI İÇİN MEKANİK, ISIL VE ELEKTROMANYETİK ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ / ~~OY ÇOKLUĞU~~ ile İskenderun Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

**Danışman:** Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Kaan BALTACIOĞLU

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, İskenderun Teknik Üniversitesi

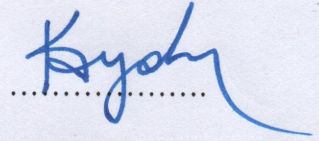
Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum / ~~onaylamıyorum.~~



**Başkan:** Prof. Dr. Kadir AYDIN

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Çukurova Üniversitesi

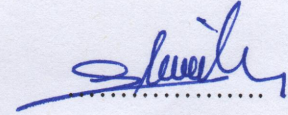
Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum / ~~onaylamıyorum.~~



**Üye:** Prof. Dr. Ali KOÇ

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, İskenderun Teknik Üniversitesi

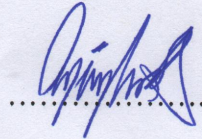
Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum / ~~onaylamıyorum.~~



**Üye:** Doç. Dr. Oğuzhan AKGÖL

Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, İskenderun Teknik Üniversitesi

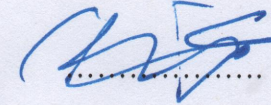
Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum / ~~onaylamıyorum.~~



**Üye:** Dr. Öğr. Üyesi Semir GÖKPINAR

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, İskenderun Teknik Üniversitesi

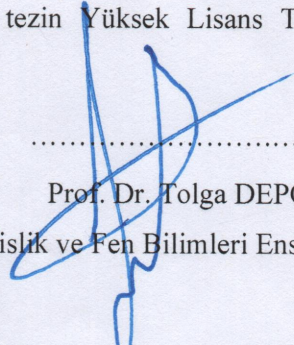
Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum / ~~onaylamıyorum.~~



Tez Savunma Tarihi: 10/01/2020

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....  
Prof. Dr. Tolga DEPCİ  
Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü



## ETİK BEYAN

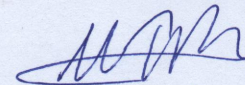
İskenderun Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez üzerinde Yükseköğretim Kurulu tarafından hiçbir değişiklik yapılamayacağı için tezin bilgisayar ekranında görüntülediğinde asıl nüsha ile aynı olması sorumluluğunun tarafıma ait olduğunu,
  - Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
  - Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
  - Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
  - Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
  - Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,
- bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Mustafa Tunahan

BAŞAR

10.01.2020



# ORGANİK ATIKLARIN GERİ KAZANIMI İÇİN MEKANİK, ISIL VE ELEKTROMANYETİK ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

(Yüksek Lisans Tezi)

Mustafa Tunahan BAŞAR

İSKENDERUN TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ocak 2020

## ÖZET

Günümüz dünyasında artan insan ihtiyaçları doğrultusunda ileri seviyede hammadde ve enerji ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Gelişen teknoloji ile birlikte üretim çeşitliliği ve artan nüfusla birlikte de tüketim hızı giderek artmıştır. Bu durum atık oluşumlarının da aynı düzeyde artmasına sebep olmuştur. Dünyada ve ülkemizde çeşitli atık geri kazanım politikaları ve çalışmaları sürdürülse de, bu atık oluşumları içerisinde en büyük oluşum yüzdesine sahip organik atıkların geri kazanımı çok kısıtlı kalmıştır.

Bu tez çalışmasında organik kökenli atıkların geri kazanılması ve yeni kullanım alanlarının araştırılması üzerine çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmaların gerçekleştirilebilmesi için öncelikle çok geniş bir çeşitliliğe sahip organik atıklardan referans numuneler seçilmiştir. Seçilen referans numunelerin ısı, mekanik ve elektromanyetik özelliklerine bakılarak hammadde olarak kullanılmaları üzerine değerlendirmeler yapılmıştır. Referans olarak Akdeniz Bölgesi'nde bulunan elma, portakal ve nar atıkları seçilmiştir. Çalışma kapsamında ilk olarak bu atık türevleri sularından ayrıştırılıp kabuk, çekirdek, posa vb. yapılar birbirinden ayrıştırılmıştır. Devam eden süreçte bir kurutma fırınında atıklar kurutulmuş çürümeleri önlenmiştir. Özel tasarlanmış iki tip kalıp vasıtasıyla kurutulan atıklardan istenilen deneyler için test numuneleri hazırlanmıştır. Son olarak bu numunelerin ısı iletim katsayıları, sünek yâda gevrek oldukları sıcaklık aralıkları ve elektromanyetik yalıtım sağlama açısından kullanılabilirlikleri araştırılmıştır. Sonuç olarak hiçbir maddi karşılığı olmayan bu atıkların elektromanyetik yalıtım sağlama noktasında bir kalkanlayıcı yâda radome (sinyali etkilemeyen) malzeme hammaddesi olmalarının mümkün olabileceği öngörülmüştür. Ayrıca çok yüksek bir mukavemet değerine sahip olmasalar da ısı iletkenlik katsayıları çok yüksek olmayan bu atıkların iyileştirilebilmesi ve yeniden kazanılmasının büyük bir hammadde açığını kapayacağı düşünülmektedir. Çalışma kapsamında elma posasının ısı iletkenlik katsayısı; 1,033411505 (W/mK), nar çekirdeğinin ısı iletkenlik katsayısı; 0,379165039(W/mK), nar kabuğunun ısı iletkenlik katsayısı; 0,70282111(W/mK) ve portakal posasının ısı iletkenlik katsayısı; 0,248086285 (W/mK) olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar literatürdeki ağaç kökenli yapılarda gözlemlenen sonuçlara yakın olmasının yanı sıra portakal posası numunesinin ısı iletkenliği diğerlerine oranla çok düşük çıkmıştır.

Deneyler kapsamında bir adet kurutma fırını, 50 ton kapasiteli bir adet pres tezgahı, özel tasarlanmış iki tip kalıp, iki portlu Agilent N5234A PNA-L Mikrodalga Network Analiz cihazı, OTG 310 Linear Isı Transferi Deney Seti ve Testform Çentik Darbe Cihazı kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler : Organik atıklar, hammadde, elektromanyetik, ısı iletim, mekanik

Sayfa Adedi : 78

Danışman : Doktor Öğretim Üyesi Mustafa Kaan BALTACIOĞLU

# INVESTIGATION OF MECHANICAL, THERMAL AND ELECTROMAGNETIC PROPERTIES FOR RECOVERY OF ORGANIC WASTES

(M. Sc. Thesis)

Mustafa Tunahan BAŞAR

ISKENDERUN TECHNICAL UNIVERSITY  
ENGINEERING AND SCIENCE INSTITUTE

January 2020

## ABSTRACT

In today's world, in line with the increasing human needs, the need for advanced raw materials and energy has emerged. With the developing technology and production diversity and increasing population, consumption rate has increased gradually. This has led to an increase in waste generation at the same level. Although various waste recovery policies and studies are carried out in the world and in our country, the recovery of organic wastes having the largest percentage of these wastes has been very limited.

In this thesis, studies on recovery of organic wastes and researching new usage areas have been carried out. In order to carry out these studies, firstly, reference samples were selected from a wide range of organic wastes. The thermal, mechanical and electromagnetic properties of the selected reference samples were evaluated and used as raw materials. As a reference, apple, orange and pomegranate wastes in the Mediterranean region were selected. Within the scope of the study, these waste derivatives were first separated from their waters and shells, cores, pulp and so on. The structures are separated from each other. In the ongoing process, the wastes were dried in a drying oven and prevented from rot. Test samples were prepared from the wastes dried by two specially designed molds for the required experiments. Finally, the heat conduction coefficients, ductile or brittle temperature ranges and their usability in terms of providing electromagnetic isolation were investigated. As a result, it is predicted that these wastes, which have no material equivalent, can be a shielding raw material at the point of providing electromagnetic insulation. It has also been found that it can perform the function of not distorting the signals as a raw material of radome material. In addition, it is thought that the recovery and recovery of these wastes whose thermal conductivity coefficients are not very high, even if they do not have a very high strength value, will cover a large raw material deficit. In terms of thermal conductivity, coefficient of apple pulp was 1.033411505 (W / mK), pomegranate seed thermal conductivity coefficient; 0.379165039 (W / mK), thermal conductivity coefficient of pomegranate peel; 0.70282111 (W / mK) and thermal conductivity coefficient of orange pulp; 0.248086285 (W / mK). These results are close to the results observed in wood-based structures in the literature, and the thermal conductivity of the orange pulp sample was marginal compared to the others.

In the scope of the experiments, a drying oven, a 50-ton capacity press bench, two specially designed molds, two-port Agilent N5234A PNA-L Microwave Network Analyzer, OTG 310 Linear Heat Transfer Test Set and Testform Notch Impact Device were used.

Key Words : Organic wastes, raw materials, electromagnetic, thermal conduction, mechanical.

Page Number : 78

Supervisor : Assist. Prof. Dr. Mustafa Kaan BALTACIOĞLU

## TEŞEKKÜR

Tez çalışmam sürecinde, üstün bilgi birikimi ve tecrübelerini benimle paylaşmaları ve özverili çalışma iştiraklerinden dolayı değerli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Kaan Baltacıoğlu'na mesleki tecrübeleri ve tez analizlerimdeki değerli öngörü ve önerilerinden dolayı Prof. Dr. Ertuđrul Baltacıoğlu ve Dr. Öğr. Üyesi Semir Gökpinar' a elektromanyetik alan testlerini gerçekleştirmemde gerek laboratuvar gerekse de analiz çalışmaları bağlamında desteklerini her zaman en ileri düzeyde benimle paylaşan değerli hocalarım Doç. Dr. Muharrem Karaaslan, Doç. Dr. Oğuzhan Akgöl, Arş. Gör. Ahmet Atcı, Arş. Gör. Fatih Özkan Alkurt, Arş. Gör. Olcay Altıntaş'a, test sonuçlarımı analiz etmek için kullandığım programlar ve grafik analizlerini oluşturma noktasında eksiklerimi gidermelerinden ötürü Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Hakan Demir, Dr. Öğr. Üyesi Mustafa İnci, Dr. Öğr.Üyesi Çađlar Conker'e, test sonuçlarımı değerlendirmede ve tartışma noktasında her türlü fikir alışverişi gerçekleştirdiğim Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin Turan Arat'a, mekanik testleri gerçekleştirmemde laboratuvarında yaptığım çalışmalara destek olan Arş. Gör. Raif Kenanoğlu ve Arş. Gör. Berkay Eren'e ve bilişim alanında desteklerini aldığım Arş. Gör. Murat Yıldız'a en içten duygularıyla teşekkür eder saygılarımı arz ederim.

Ayrıca tüm çalışmalarım boyunca benden desteğini esirgemeyen, her konuda yanımda olan ve kararlarımın her zaman arkasında duran aileme çok teşekkür ederim.

**İÇİNDEKİLER**

	<b>Sayfa</b>
ÖZET .....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER .....	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	x
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xii
1. GİRİŞ.....	1
2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	14
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	25
3.1. Atıklardan Numune Hazırlamak İçin Kullanılan Ekipmanlar .....	26
3.2. Kare Plaka Formunda Numune Üretimi .....	28
3.3. Silindir Formda Numune Üretimi .....	29
3.4. Çentik Darbe Uygulamaları İçin Çubuk Formda Numune Üretimi.....	30
3.5. Elektromanyetik Alan Testlerinin Uygulaması .....	30
3.6. Isı İletim Katsayısı Belirleme İşleminin Uygulaması .....	32
3.7. Çentik Darbe Testlerinin Uygulaması.....	35
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	37
4.1.Organik atık kökenli üretilen numunelerin ısıl özelliklerinin irdelenmesi .....	37
4.1.1. Elma Posasının Isıl İletkenlik Katsayısı (k).....	37
4.1.2. Portakal Posasının Isıl İletkenlik Katsayısı (k) .....	37
4.1.3. Nar Kabuğunun Isıl İletkenlik Katsayısı (k).....	37
4.1.4. Nar Çekirdeğinin(Tanecik Boyutlu) Isıl İletim Katsayısı (k).....	38



**Sayfa**

4.2 Organik atık kökenli numunelerin mekanik özelliklerinin irdelenmesi.....	40
4.2.1. Elma numuneleri için çentik darbe testi verileri .....	40
4.2.2. Portakal numuneleri için çentik darbe testi verileri .....	41
4.3 Organik atık kökenli numunelerin elektromanyetik özelliklerinin belirlenmesi.	43
4.3.1 Elma posası numunesinden elde edilen verilerin grafik yorumları .....	44
4.3.2 Nar çekirdeği numunesinden elde edilen verilerin grafik yorumları.....	46
4.3.3 Nar kabuğu numunesinden elde edilen verilerin grafik yorumları.....	48
4.3.4 Portakal posası numunesinden elde edilen verilerin grafik yorumları ....	50
4.3.5 Bütün numune türlerinin iletim ve yansıma değerlerinin grafik yorumları	51
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	55
KAYNAKLAR .....	58
ÖZGEÇMİŞ .....	63
DİZİN.....	65

## ÇİZELGELERİN LİSTESİ

<b>Çizelge</b>	<b>Sayfa</b>
Çizelge 1.1. Türkiye ve bazı Avrupa ülkelerinin atık oluşumlarındaki oranları .....	10
Çizelge 3.1. Elma, nar ve portakal meyvelerinin kütleli içerikleri .....	26
Çizelge 3.2. Meyve türleri ve gerçekleştirilen deney türleri.....	36
Çizelge 4.1. Numunelerin ısı katsayı hesaplamalarında kullanılan veriler.....	38
Çizelge 4.2. Bazı malzeme türlerinin ısı katsayısı değerleri.....	39
Çizelge 4.3. Elma posası ve portakal posası numunelerinin kırılma ve çentik darbe enerjisi değerleri.....	43

## ŞEKİLLERİN LİSTESİ

<b>Şekil</b>	<b>Sayfa</b>
Şekil 1.1. Atık Hiyerarşisi.....	2
Şekil 1.2. Küresel Atık Oluşum Oranları.....	5
Şekil 1.3. Gelir farklılıklarına bağlı olarak ortaya çıkan kentsel katı atık oluşumları ....	6
Şekil 1.4. Türkiye’deki atık karakterizasyonu .....	9
Şekil 3.1. Dört yol/Hatay’da bulunan bir organik atık bertaraf alanı .....	25
Şekil 3.2. Kurutma fırını ve kurutma işleminin uygulaması.....	27
Şekil 3.3. 50 ton kapasiteli presleme tezgahı.....	27
Şekil 3.4. Kare plaka üretim kalıbı parçaları ve basım işleminin gerçekleştirilmesi.....	28
Şekil 3.5. Kare plaka formunda oluşturulan bazı numune örnekleri .....	29
Şekil 3.6. Silindirik numune üretim kalıbı.....	29
Şekil 3.7. Elde edilen bazı silindirik numuneler .....	30
Şekil 3.8. Çentik darbe testi numunesi.....	30
Şekil 3.9. Elektromanyetik analiz cihazı ve deneyin uygulaması.....	31
Şekil 3.10. Test düzeneğinin şematik görünümü .....	31
Şekil 3.11. lineer ısı transfer deney seti ve ısı katsayısını belirlemek için üretilen kalıp.....	32
Şekil 3.12. Nar çekideğinden hazırlanmış ısı numunesi için ısı denge zaman grafiği ..	33
Şekil 3.13. Elma posası ile hazırlanmış ısı numunesi için ısı denge zaman grafiği .....	34
Şekil 3.14. Portakal posası ile hazırlanmış ısı numunesi için ısı denge zaman grafiği .	34
Şekil 3.15. Nar kabuğu ile hazırlanmış ısı numunesi için ısı denge zaman grafiği .....	34
Şekil 3.16. Çentik darbe testi numunesinin oluşturulduğu kare plaka ve çentik darbe testi numunesi.....	35
Şekil 3.17. Test form çentik darbe test cihazı .....	35

<b>Şekil</b>	<b>Sayfa</b>
Şekil 4.1. Elma posasından elde edilen numunelerin kırılma enerjileri ve sıcaklık grafiği.....	41
Şekil 4.2. Portakal posasından elde edilen numunelerin kırılma enerjileri ve sıcaklık grafiği..	42
Şekil 4.3. Elma posası numunesinin elektromanyetik sinyal iletim parametreleri.....	45
Şekil 4.4. Elma posası numunesinin elektromanyetik sinyal yansıma parametreleri.....	45
Şekil 4.5. Nar çekirdeği numunesinin elektromanyetik sinyal iletim parametreleri.....	46
Şekil 4.6. Nar çekirdeği numunesinin elektromanyetik sinyal yansıma parametreleri...	47
Şekil 4.7. Nar kabuğu numunesinin elektromanyetik sinyal iletim parametreleri.....	48
Şekil 4.8. Nar kabuğu numunesinin elektromanyetik sinyal yansıma parametreleri.....	49
Şekil 4.9. Portakal posası numunesinin elektromanyetik sinyal iletim parametreleri.....	50
Şekil 4.10. Portakal posası numunesinin elektromanyetik sinyal yansıma Parametreleri.....	50
Şekil 4.11. Bütün numunelerin elektromanyetik iletim parametreleri.....	52
Şekil 4.12. Bütün numunelerin elektromanyetik yansıma parametreleri.....	52
Şekil 4.13. Bütün numunelerin metalli elektromanyetik yansıma parametreleri.....	53
Şekil 4.14. Bütün numunelerin metal ile metalli formlarının mukayese elektromanyetik yansıma parametreleri .....	54

## SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

### Simgeler

### Açıklamalar

<b>db</b>	Desibel
<b>GHz</b>	Gigahertz
<b>m<sup>2</sup></b>	Metrekare
<b>mm</b>	Milimetre
<b>cm</b>	Santimetre
<b>cm<sup>2</sup></b>	Santimetrekare
<b>A</b>	Alan
<b>Q</b>	Isı Enerjisi
<b>d T</b>	Sıcaklık Değişimi
<b>dx</b>	Mesafe
<b>k</b>	Isı İletim Katsayısı
<b>J</b>	joule
<b>kJ</b>	Kilojoule
<b>W</b>	Watt
<b>K</b>	Kelvin
<b>gr</b>	Gram
<b>°C</b>	Santigrat Derece

### Kısaltmalar

### Açıklamalar

<b>KKA</b>	Kentsel Katı Atık
<b>USB</b>	Evrensel Seri Veriyolu

## 1. GİRİŞ

Günümüz dünyasında insanlar üreten bir toplum olmaktan uzaklaşarak daha çok tüketim toplumu olma yönünde dönüşüm gerçekleşmektedir. Bu durum beraberinde küresel çapta bir kirliliğe ve atık oluşumuna sebebiyet vermektedir. Atıklar, oluşumları itibari ile sürekliliğe sahip ve her türlü işlevini yitirmiş materyaller olarak tanımlanabilir. Geri dönüşüme tabi tutulmadıkları sürece büyük problemleri beraberinde getiren bu materyallerin geri kazanımı, birçok ülkede gerekli ve olumsuz etkileri açısından önemli bir hal almaktadır.

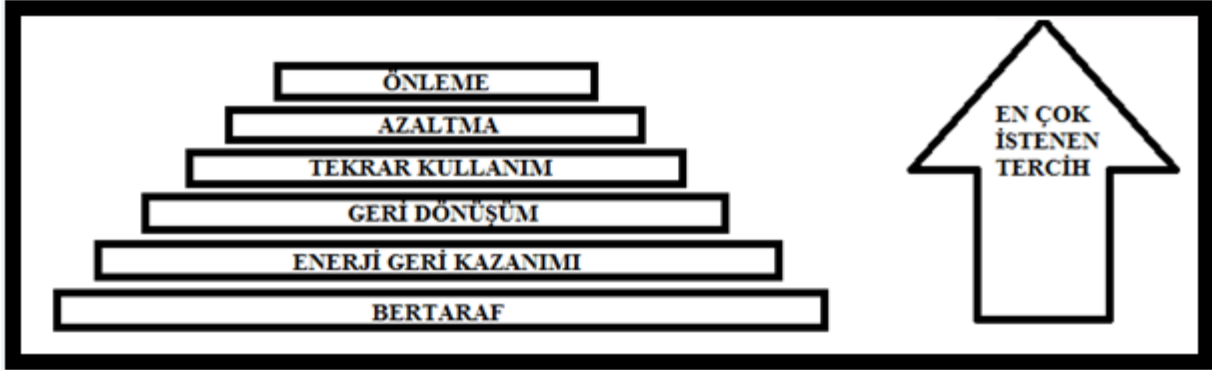
Atıkların oluşumlarına göre sınıflandırma yapıldığında; organik atıklar, elektronik atıklar, metal atıkları ve doğal yaşamı en çok tehdit eden atıkların başında gelen plastik atıklar dünya genelinde en sık karşılaşılan atık türleridir. Ancak, bu atıklar içerisinde her geçen gün artan nüfusa bağlı olarak artış gösteren ve en büyük oluşum yüzdesine sahip atık türü organik atıklardır [1,2].

Organik atıklar yapıları itibari ile çevreye diğer atık türlerinden daha az zararlı olsa da bu atıkların değerlendirilmemesi büyük bir hammadde kaynağının yok sayılması anlamına gelmektedir.

Atık geri kazanımı dünya da çeşitli alanlarda geliştirilmesi istenen başlıca çalışma konularından bir tanesidir. Ancak organik atıkların diğer atık çeşitlerine oranla geri dönüşümünün sağlanması çok kısıtlı kalmıştır. Bu atıklar çürüeyebilen yada bakteri oluşturabilen yapılardır. İnsan sağlığı açısından daha temiz bir çevrenin oluşturulması için ıslah edilmeleri gerekmektedir.

Atık değerlendirme de gerekli işlemler; atıkların düzenli şekilde toplanması, depo edilmesi, çevreye olan zararlarının önlenmesi, ıslah edilerek en az zararla toplumdan uzaklaştırılması yada kullanım alanlarının araştırılarak yeniden kullanıma kazandırılması şeklinde sıralanabilir. Katı atık yönetimi; öncelikle sınırlı kaynakların gereksiz tüketiminin önlenmesi, enerji ve hammadde ihtiyaçlarının giderek arttığı tüketim toplumlarında verimli bir kullanım ve en az kayıpla üretimin sağlanması, hava, su ve toprak kirliliğinin önlenmesi, tüketimin düzenlenerek atık oluşumunun en aza indirilmesi, geri dönüşümün desteklenmesi vb. hedefleri olan, atık toplama, depolama, bertaraf, geri kazanım gibi

işlemlerin bütünüdür. Literatürdeki karşılığı atık hiyerarşisi olarak yer almaktadır. Atık hiyerarşisi en çok istenenden en az istenene göre şekilde görüldüğü gibidir [1,2].



Şekil 1.1. Atık Hiyerarşisi

Bu bağlamda organik atıkların ele alınması ve değerlendirilmesi fikri büyük bir hammadde olanağını literatüre kazandırmaktadır. Bu atıklardan düşük maliyetle en yüksek oranda fayda sağlanması çevreye, insan sağlığına, ekonomiye ve tarımsal üretime büyük katkı sağlayacaktır.

Dünya nüfusunun artmasına bağlı olarak, her geçen yıl hava, su ve toprak kirliliğinde dramatik ölçülerde artış meydana gelmektedir. Bu ekosistemde ki bütün canlı yaşamını etkilemekte ve ayrıca yaşam kalitesini oldukça düşürmektedir. Atık geri kazanımı sosyal bir çevrede tüketim toplumundan üretim toplumuna uzanan bir ön koşul olarak birçok ulus tarafından kabul görmektedir.

Tüketimin bilinçsiz şekilde artması, yaşam standartlarının gelişmesi, teknolojik gelişmeler, savaşların yaşanması, petrol türevli kaynakların her geçen gün artan maliyetlerine rağmen kullanılması, atıkların sadece kazanılması değil ıslah edilmesi alanlarında bile eksikliklerin var olması, bu alanda yeterince farkındalığın kazandırılmaması vb. birçok neden toplumu bir belirsizliğe sürüklemektedir. Gelecekte toplumlarda atık oluşturma hızı ve çevreye verilen zararın, dünyanın yüz ölçümü ile ilişkilendirildiğinde iki katından fazla olacağı öngörülmektedir [3].

Gelişen teknolojinin yan etkileri olarak milyonlarca ton atık oluşmakta ve bu atıkların devamlı birikmesi durumunda ortaya çıkan birçok problem göze çarpmaktadır. Sadece son 30 yılda ülkelerin çoğunda kanser, obezite, hava kirliliğine bağlı çeşitli hastalıklar vs. büyük oranda ortaya çıktığı görülmektedir. Ayrıca ekosistemde birçok bitki ve hayvan türünün neslinin tükenmesi tehlikesi de söz konusudur. Kontrol altına alınmadıklarında

organik atıklar doğal yollardan toprağa, havaya ve suya karışarak çözünmelere uğramaktadırlar. Bu durum atmosferin dengesinin bozulmasına ve su kaynaklarının kalitesinin düşmesi ile birlikte dünya ekosisteminin büyük ölçüde deformasyona uğramasına neden olur [4,5].

Mevsimlerin değişmesi, insan sağlığının bozulması, doğal yaşama elverişli ortamların azalması vb. etkenler atık faktörünün çevreye ve zincirleme olarak yaşamın her hücresine iletilen başlıca zararlılardır. Küresel iklim değişikliği dünya genelinde acilen çözülmesi gereken bir sorundur. Bu sorunun temelinde atmosferik karbon dioksit (CO<sub>2</sub>), azot oksit (NO<sub>2</sub>) ve metan (CH<sub>4</sub>) gibi sera gazlarının etkisi oldukça yüksektir. Tarım ve tarımsal atıklar bu gazların oluşumunda büyük bir etken olarak görülmektedir[6-8].

Ayrıca azalan su kalitesi tarımsal faaliyetleri, turizm, balıkçılık gibi ekonomik faaliyetleri, bazı sosyal faaliyetleri ve en önemlisi sağlık koşullarını olumsuz etkiler. Bu sebepten ötürü organik atıkların kötü yönetilmesi yada kontrol edilememesi sadece çevresel bir zararı temsil etmemekle birlikte büyük bir ekonomik kaybı da ortaya koymaktadır [9].

Ekonomik olarak atık, dünya genelinde bütün ülkelerde bir çıktıya sebep olmaktadır. Kaza ve Yao tarafından yapılan bir çalışmada ülkelerin gelişmişlik seviyeleri ile atık yönetimi arasında bir ilişkinin olduğu saptanmaktadır. Ulusal refah düzeyi, kişi başına düşen atık miktarı ile ilişkilendirilmektedir. Ayrıca gelişmekte olan bir ülkede yerel yönetimlerde atık yönetimine % 20 oranında bir bütçe ayrılırken, orta seviye ülkelerde bu rakam % 10 seviyelerinde ve gelişmiş ülkelerde % 4 olarak belirlenmiştir [10].

Evsel kökenli atıkların toplandıkları andan itibaren taşınarak bertaraf edildikleri alanlara kadar ulaştırılması için gerçekleştirilen süreç maliyet olarak karşılıklarını temsil eder [1]. Ekonomik ortamlarda atıkların genellikle karşılıkları olmadığından dolayı çöp olarak düşünülmektedirler. Ancak atıkların değerlendirilmemesi yada bir işleve sahip ürünlere dönüştürülmemesi onların değersiz olduğu anlamına gelmemektedir. Bu noktada atıkların içeriklerinin kimyasal, fiziksel ve biyolojik olarak saptanması ve onların işlevsel özelliklerinin belirlenmesi önemli bir yere sahiptir [11].

Maddi bir karşılığı olmayan atıklara belirli işlemler uygulayarak hem çevreye olan zararlarını azaltmak hem de ekonomik bir kazanç elde etmek üzere yapılan çalışmalar dünya genelinde ilgi odağı haline gelmiştir. Çin'de yapılan bir çalışmada tarımsal üretimin yüksek miktarda olması ve üretim kapasitesinin giderek artması ile doğru orantılı olarak

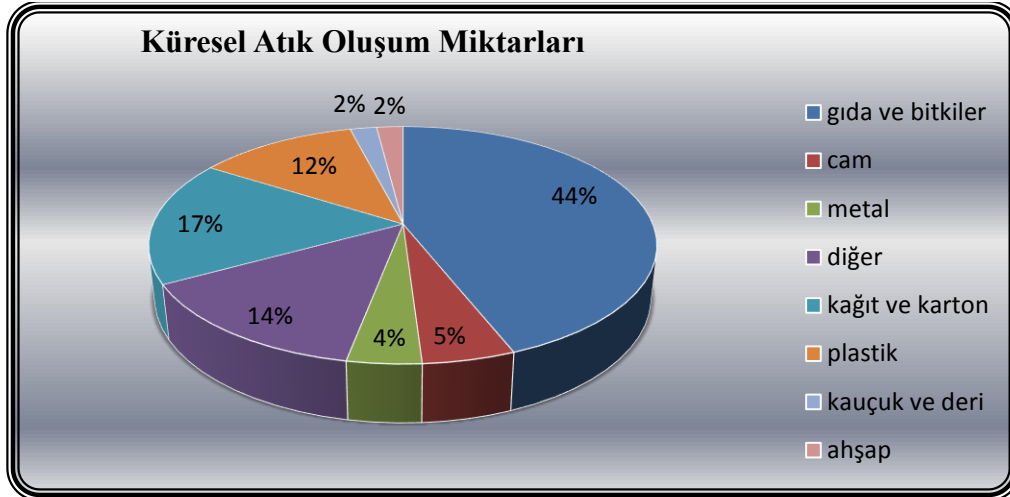


organik atık miktarında ciddi bir artış olduğu tespit edilmiştir. Çin hükümeti tarımsal politikaları doğrultusunda bu atıkların geri kazanılmasını hedefleyen çalışmaları teşvik etmektedir [6].

Atıklar yapısal olarak çeşitli sınıflandırmaya tabi tutulabilir ancak genel olarak ele alındığında dünya genelinde insan ihtiyaçları doğrultusunda değişen bir tüketim alışkanlığı ve buna bağlı olarak da farklı atık oluşumları meydana gelmektedir. En genel hatları ile atıklar; doğada kısa yada uzun vadede varlığını yitiren organik atıklar ve doğaya kalıcı zarar veren plastik, metal, elektronik atıklar, tehlikeli evsel atıklar vb. olarak sınıflandırılabilir. Bununla birlikte israf sonucu oluşan enerji kaybı, kirlilik, hastalık vb. birçok probleme yol açan oluşumlar zinciri olarak değerlendirilebilir.

Hava kirliliğine yol açan, dünyanın ısıl dengesini bozan ve buzulların erimesine sebebiyet vererek doğal afetleri tetikleyen atıkların geri kullanıma kazandırılması çevreye verilecek zararı büyük oranda sönmeyeceği gibi, kullanım alanına bağlı olarak gerek enerji ihtiyacının karşılanmasında gerek dünya ekonomisinde büyük pazar payına sahip materyal israfın önlenmesi bağlamında ve daha yenilikçi, daha doğa dostu bir tüketim anlayışının topluma kazandırılması adına son derece önemli ve uygulanması gereken bir çalışmadır. Dünyada yapılan çalışmalar içerisinde yenilenebilir enerji kaynaklarının araştırılması son yılların vazgeçilemez konularından biri olmuştur [12]. Bu bağlamda yapılan çalışmalar kapsamında tarımsal ve organik atık kökenli materyallerin bir ısı kaynağı olarak kullanılması fikri yaygın şekilde birçok çalışmaya ilham vermiştir [13].

Dünyada atık kavramı sadece materyal bazlı düşünülmemelidir. Enerji tasarrufunun sağlanması, kaynakların verimli kullanılması, ihtiyaç fazlası tüketimin engellenmesi, çevre dostu ürünlerin tercih edilmesi, plastik ve zararlı kimyasallar içeren materyal bazlı üretimlerin sınırlandırılması yada bu tip ürünlerin tüketiminin azaltılması gibi uygulamalar kontrolsüz atık oluşumunun önlenmesinde son derece gereklidir. Genel olarak dünyada atık oluşum yüzdeleri değerlendirildiğinde;



Şekil 1.2. Küresel Atık Oluşum Oranları [10].

Şekil 1.2'de görüldüğü üzere atık oluşumlarını değerlendirildiğinde toplamda % 44 gibi bir oranın organik atık yada organik kökenli maddelerin atığı olduğu görülmektedir. Organik atıklar oluşmaları bakımından dünyada en çok oluşan atık türüdür. Bu atıkların geri değerlendirilmesi üzerine birçok çalışma yapılmıştır ve ilerleyen bölümlerde bunlara yer verilecektir. Ancak bu çalışmalar sonucunda etkin bir çözüm tam anlamı ile sağlanamamıştır.

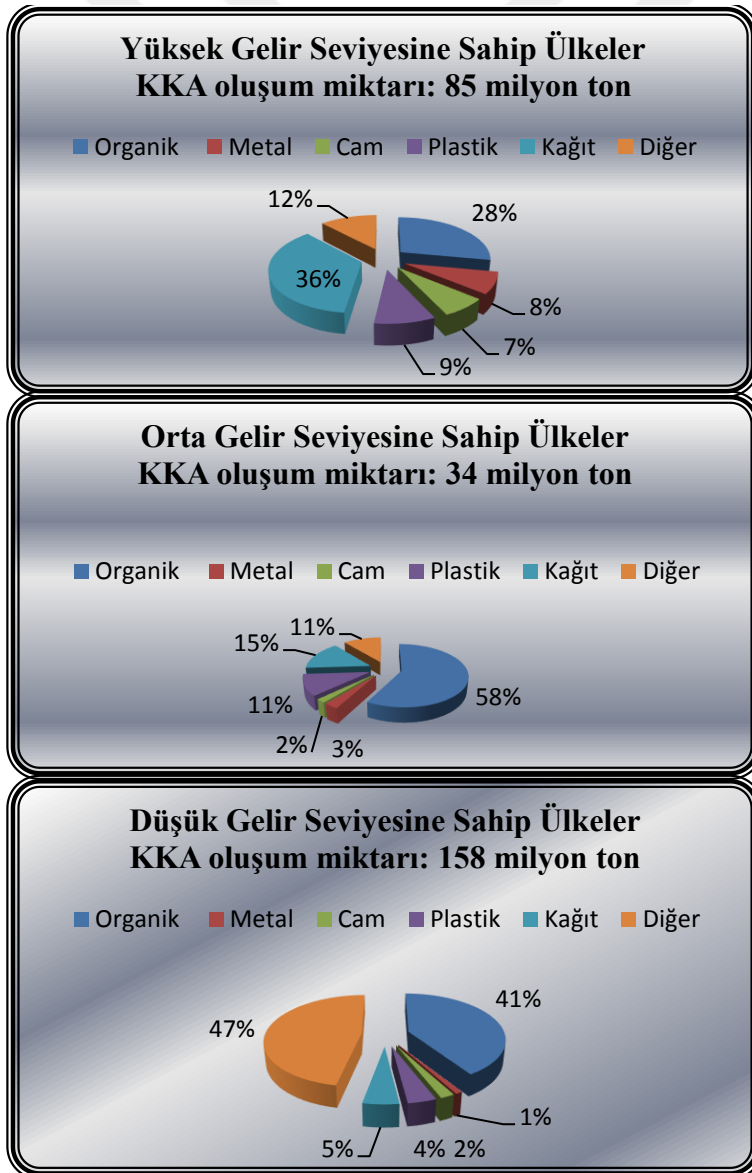
Atık geri kazanımı her anlamda faydalı bir uygulamadır ve her uygulayıcı tarafından farklı çözümler ile gerçekleştirilebilir. Genel itibari ile ihtiyaca yönelik kullanımlara dönüştürülmesi hedeflenen atıklar belirli yönleri ile eksik değerlendirilmemelidir. Öyle ki tüketim faktörü üretim ile doğrudan ilişkilidir ve bu ilişki göz ardı edilmemelidir. Bir organik ürün tarımsal faaliyetler sonucu elde edilerek ve farklı çeşitlerde birden çok ürüne dönüştürülerek tüketime sunulmakta yada doğrudan mahsul verdiği hali ile tüketim zincirine girmektedir. İki durumda da organik atıkların kabuk, çekirdek vb. yapıları itibari ile tüketime uygun olmayan kütlelerinin büyüklüğü doğrudan atık oluşumunu arttırmaktadır.

Atık geri kazanımı anlamında dünyada tüketime hiç uğramadan çürümeye dönen milyonlarca ton organik ürün söz konusudur. Buna benzer problemlerin çözümü için atık geri kazanımı belirli bir algoritma doğrultusunda gerçekleştirilmelidir. Tüketim zincirinin kontrol edilmesi, fire verilen ürün potansiyelinin azalması, tarımsal faaliyetlerin verimliliklerinin artırılması, tüketim sonucu oluşan atıkların toplanabilir, taşınabilir ve ayrıştırılabilir şekilde programlı bir uygulama ile ele alınması, her bir organik atığın

değerlendirilebileceği alanların saptanması gibi birçok uygulamanın belirli bir sistematikte gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

Günümüz dünyasında ekonomik katkıları, teknolojik gelişim ölçütü, çevresel faktörler, insan sağlığı, canlı popülasyonlarının dengesi vb. birçok faktör organik atıkların değerlendirilmesi yönünde gerekliliği meydana getirmektedir. Rekabet içerisinde olan bütün dünya uluslarında bu atıkların değerlendirmesine bağlı ortaya çıkan farklılıklar refah düzeyi ile doğru orantılı bir eğilim göstermektedir [14].

Ülkelerin gelir düzeylerine göre bir ayırım yapıldığında düşük, orta ve yüksek gelir düzeyine göre ortaya çıkan farklılıklar şekil 1.3'de gösterilmektedir.



Şekil 1.3. Gelir farklılıklarına bağlı olarak ortaya çıkan kentsel katı atık oluşumları [11]

Bu veriler doğrultusunda atıkların oluşum yüzdeleri ve değerlendirilmeleri hususunda farklılıkların görülmesi, farklı tüketim alışkanlığına sahip toplumların aynı atık gruplarında farklı oranlarda atık oluşturduğunu ve bu bağlamda ülkelerin gelişmişlik seviyesinin önemli bir yere sahip olduğunu gözler önüne sermektedir.

Atık türleri baz alındığında ise yüksek gelir seviyesine sahip ülkelerde kâğıt, orta gelir seviyesine sahip ülkelerde organik, düşük gelir seviyesine sahip ülkelerde ise diğer ve organik atık oluşumları en yüksek düzeydedirler. Organik atıkların diğer tüm atık gruplarına oranla değerlendirilmesi yapıldığında ise gelir seviyesi fark etmeksizin her ülkede önemli miktarlarda ortaya çıktığı açıkça görülmektedir.

Atık oluşumu ve atık geri kazanımı hususunda, Türkiye için bu durum değerlendirildiğinde artan nüfusa bağlı olarak artan katı atık miktarı çevresel açıdan yerleşim alanlarında büyük bir problemi meydana getirmektedir. Bu bağlamda atıkların yönetilmesi, bertaraf edilmesi, finansal sıkıntılar, planlama ve başarılı geri kazanımı anlamında eksikliklerin olduğu saptanmıştır [15].

Türkiye dünya teknolojisinde gelişmekte olan bir ülkedir. Bu bağlamda genç bir nüfusa sahip olan Türkiye’de artan nüfus beraberinde artan tüketimi bu tüketimde zincirleme olarak artan atık oluşumunu meydana getirmektedir. Son yıllarda tüketim toplamları içerisinde yer alan bu coğrafyada atık değerlendirmeye yönelik çalışmaların artması, toplumda atık geri kazanımının benimsenmesine yönelik farkındalıkların oluşturulması, enerji ihtiyacının karşılanmasında yenilenebilir enerji kaynağı olarak atıkların tercih edilmesi, dünyada artan hammadde ihtiyacında rekabetçi bir ülke olması bakımından atıklardan elde edilen ürünlerin geliştirilmesi vb. birçok uygulama geliştirilmektedir. Bu konuda devlet desteği sağlanmakta ve atık geri kazanımı hususunda sıfır atık projesi ile çalışmalar sürdürülmektedir [16].

Türkiye’de 1990’lı yıllardan itibaren atık yönetimine yönelik çalışmalar uygulamaya alınmıştır ve Avrupa destekli projeler geliştirilmeye başlanmıştır. Ancak günümüze kadar geçen süreçte atık yönetimi üzerine yürütülen çalışmalar istenilen hedefleri tam anlamı ile karşılayamamıştır. Bu durum artan su, hava ve toprak kirliliğini, iklim değişikliklerini, doğal afetleri vb. problemleri beraberinde getirmiştir [17].

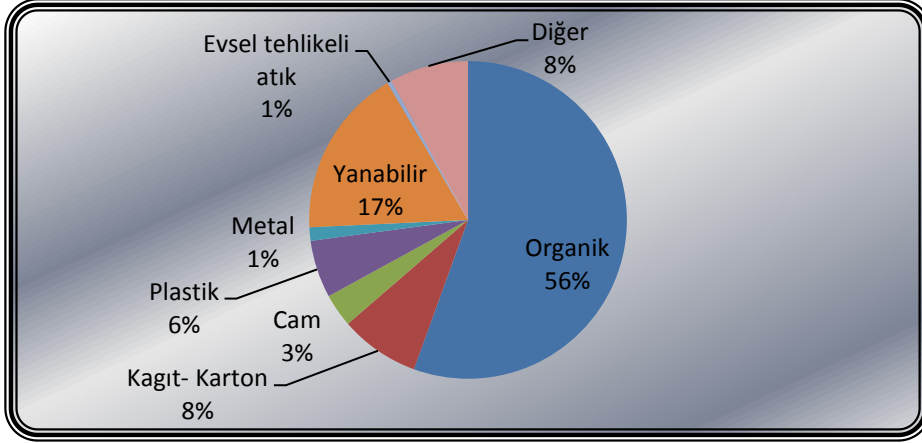
Aşırı atık oluşumuna bağlı olarak, çevresel faktörlerin kötüleşmesi Türkiye için su, hava ve toprak olmak zere üç başlık altında değerlendirilebilir. Burada ayrı ayrı özetlenecek olursa eğer;

Atık su altyapısındaki eksiklikler, yeterli su arıtım işleminin gerçekleştirilememesi, zirai faaliyetlerde ilaç ve gübrenin gereğinden fazla kullanımı ve katı atıkların suya karışarak deniz, göl, dere vb. yerüstü su kaynaklarını kirletmesi Türkiye'de su kirliliğini tetikleyen temel etkenler olarak sıralanabilir. Buna ek olarak Dünya Çevre Günü Türkiye Raporu, 2018 verilerine göre mevcut su kaynaklarımız üzerinde yapılan çalışmaların sonucunda toplam su kaynaklarımızın % 43,3 seviyelerinde 4. kalite su durumunda olduğu bildirilmiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda ülke genelinde sahip olduğumuz su kaynaklarının neredeyse yarısı kullanılamaz durumdadır [18].

Türkiye'de ki atık oluşumuna bağlı bir diğer problem ise hava kirliliğidir. Hava kirliliğinin nedenlerine bakıldığında evlerdeki enerji ihtiyacının fosillerden karşılanması, aşırı araç kullanımı, sanayi işletmeleri, maden işletmeleri vb. etkenler görülmektedir [18]. İnsan sağlığı açısından oldukça ciddi hastalıklara sebebiyet veren bu kirlilik türünün önlenmesi için yapılan çalışmaların arttırılması hem Türkiye hem de diğer dünya ülkelerinde büyük bir ihtiyaç haline gelmiştir.

Önlenmesi gereken bir diğer kirlilik toprak kirliliğidir. Hava, su ve toprak kirliliği zincirleme bir etki oluşturarak ülke kaynaklarına kalıcı zararlar vermektedir. Toprak kirliliği artan su kirliliğine ve zirai ilaç kullanımına bağlı olarak tarım alanlarında, mera ve otlaklarda aşırı azalmalara sebep olmaktadır. Artan nüfusa bağlı olarak daha fazla tarımsal üretim gerekmekte ancak kötüleşen üretim imkânları ile doğru orantılı bir formda tarımsal verimlilik düşmektedir. Bir tarım ülkesi olan Türkiye'de toprak kalitesinin düşmesi, plansız kentleşmeye bağlı olarak tarım alanlarının ihlal edilmesi, ekonomik anlamda büyük sıkıntıları meydana getirdiği gibi çevresel açıdan da önüne geçilemez bir problem haline gelmiştir.

Türkiye de atık oluşumları değerlendirildiğinde her ülkede olduğu gibi atık türleri; plastik, organik atık, cam, kâğıt ve karton, çelik vb. belirgin çatı isimler altında toplanmaktadır. Ancak tarımsal verimliliğe sahip olan bu ülkede organik atıkların oluşumu büyük bir farkla öne çıkmaktadır.



Şekil 1.4. Türkiye'deki atık karakterizasyonu [19].

Şekil 1.4'de gösterilen veriler doğrultusunda da anlaşılacağı üzere organik atıkların yeri Türkiye için vazgeçilmez bir konuma sahiptir. Oluşum miktarlarına göre ilk üç sırada organik atıklar, yanabilir, kâğıt- karton atıkları yer almaktadır. En az oluşan atık türü ise metal atıklarıdır.

Bu atıkların içerisinde organik atıkların bu kadar çok oluşmasının nedeni gıda ürünlerinin ve tarım ürünlerinin artan nüfusla beraber tüketiminin artması ile ilişkilendirilebilir. Ayrıca tarımsal ürünler yapıları itibari ile kabuk, çekirdek, posa vb. besin olarak tüketilemeyen yapıları bünyesinde barındırmaktadır. Bu yapılar ürün kütesinin önemli bir kısmını oluşturduğu için doğrudan atık olarak bu oranın içerisinde yer almaktadırlar.

Diğer atık grupları ile organik atıkların arasındaki farklara bakıldığında;

- Organik atıklar belirli bir sürekliliğe sahiptir. Ancak bu süreklilik tarım ürünleri olarak değerlendirildiğinde diğer atık gruplarına nazaran hem daha hızlı bir döngüde hem de hiçbir zaman oluşumları engellenemeyecek bir düzeydedir.
- Organik atıkların oluşumunda tüketilen ürünlerin azaltılması mümkün değildir. Tarımsal yâda hayvansal kaynaklı üretimlerin sonucunda oluşan ürünlerin tüketimine bağlı olarak ortaya çıkan bu atıklar önlenemez bir hızda ve miktarda sürekli oluşmak zorundadır.
- Diğer atık türlerinin ayrıştırılması yâda tekrardan geri kazanıma sunulmaları mümkündür. Ancak organik kökenli atıklarda genellikle evsel alanlarda oluşmakta ve ayrıştırmaya yönelik bir süreç gerçekleştirilmemektedir.

Organik atıklar Türkiye'de genellikle evsel atıklar sınıfına dâhil edilmekte ve bu atıkların değerlendirilmesine yönelik çok az çalışma bulunmaktadır. Büyük bir potansiyele sahip olan organik atıkların başarılı bir şekilde ıslah edilmesi gerçekleştirilse dahi geri kazanım sağlanamadığı sürece bir kayıp olarak ülke ekonomisinde yer edecektir. Bu türevdeki atıkların değerlendirilmesi bağlamında yeni kullanım alanlarının araştırılması bir gereksinim haline gelmiştir.

Dünya genelinde atık yönetimi için uygulanan işlemler en çok tercih edilenden en az uygulamaya alınana göre; Önleme, azalım, yeniden kullanım, geri dönüşüm, enerji kazanımı ve bertaraf olarak sıralanmaktadır. Türkiye'de ise bu durum önleme, azaltma, yeniden kullanma ve geri dönüşüm uygulamaları yetersiz kalmıştır. Öte yandan bertaraf oranının çok yüksek olması ve enerji geri kazanımı için yatırım maliyetlerinin yüksek olmasına bağlı olarak, enerji üretimine olan eğilimin yatırımcılar tarafından benimsenmemesi büyük bir eksiklik olarak görülmektedir [18].

Atıkların yönetilmesi ve toplanması Türkiye'de belediyeler vasıtasıyla gerçekleştirilmektedir. Ancak toplama, depolama ve bertaraf işlemlerinin gerçekleştirilmesi bağlamında eksiklikler söz konusudur. Özellikle evsel atıklar genellikle vahşi depolama ile ıslah edilmektedir. Bu durumda çevresel açıdan kirlilik, yaşam alanlarında daralmalara sebep olmaktadır [20].

Türkiye ve bazı Avrupa ülkelerinde atık oluşum karakteristiklerine bakıldığında;

Çizelge 1.1. Türkiye ve bazı Avrupa ülkelerinin atık oluşumlarındaki oranları [21].

	Genel (milyon ton)	Kişi başı (kg)	Madencilik ve taş ocaklığı (%)	Üretim (%)	Enerji (%)	İnşaat ve yıkım (%)	Diğer ekonomik aktiviteler (%)	Evsel (%)	Ülke nüfusları (milyon)
Türkiye	73,1	947	4,2	-	32,8	-	20,2	42,8	79,81
Almanya	387,5	4785	1,9	15,8	2,6	53,3	16,9	9,5	82,79
İspanya	110,5	2378	16,9	13,4	4,8	18,5	28,3	18,3	46,57
Fransa	324,5	4913	0,7	6,7	0,5	70,2	13,1	8,8	66,77
Yunanistan	69,8	6404	67,9	7,0	15,6	0,7	2,3	6,5	10,77
Litvanya	6,2	2114	0,4	42,1	1,6	7,0	30,1	18,7	2,848
Hollanda	133,2	7901	0,1	10,1	1,3	68,1	14,1	6,4	17,08

Çizelge 1.1'de Türkiye ve bazı Avrupa ülkelerinin atık oluşum yüzdeleri ve nüfusları verilmektedir. Bu veriler doğrultusunda Türkiye'de en fazla oluşan atık grubu evsel atıklar olarak belirlenmiştir. İkinci en fazla atık oluşumu ise enerji üretmek amacı ile kullanılan fosil yakıtların oluşturduğu atık grubudur.

Türkiye'de kişi başı atık oluşumu diğer ülkelere oranla çok daha düşük seviyelerdedir. Ancak enerji alanında ısınma, elektrik vb. konularda fosil yakıt tüketildiğinden dolayı diğer ülkelere göre daha fazla atık oluşması bu konuda yenilenebilir enerjilere ihtiyacın arttığını göstermektedir. Öte yandan enerji üretimleri için yapılacak olan altyapının yüksek maliyetlerde olmasından dolayı yatırımcı firmalar tarafından tercih edilmediği için durum değişmemektedir. Ayrıca üretim ve inşaat alanında oluşan atıkların verilerine toplanma ve düzenli depolama eksikliklerinden dolayı erişim sağlanamadığı için eksikliklerin olduğu saptanmıştır.

Türkiye için diğer ülkeler karşılaştırıldığında önemli bir farkında evsel atıklar kısmında olduğu görülmektedir. Bunun başlıca sebepleri arasında artan nüfus ve buna bağlı tüketim miktarındaki artış gösterilmektedir.

Atık geri kazanımı konusu üzerine yapılan değerlendirmelere göre;

- Atıkların hammadde olarak kullanılması alternatif kaynak oluşturması bakımından faydalı bir uygulamadır. Ayrıca geri kazanım uygulamalarında hava kirliliğinde azalmaların olması, enerji tasarrufunun sağlanması, doğal kaynakların korunması gibi büyük avantajlar söz konusudur.
- Yenilenebilir enerji sağlamak adına atıklardan faydalanmak son derece gerekli bir uygulamadır. Bu bağlamda fosil yakıtların çevresel zararları düşünüldüğünde daha temiz bir enerji kullanımını gerçekleştirmek için atık enerjisine yönelmek gerekmektedir.
- İnsan sağlığı, çevre koşulları, yaşam kalitesi bağlamında birçok iyileşmenin sağlanması atık geri kazanım politikaları ile mümkün olacaktır.
- Hava, su ve toprak kirliliğinde kimyasal kökenli atıkların payı çok büyüktür. Plastik, kâğıt vb. hammadde kaynağına sahip ürünlerin, tüketimi ve tüketim sonrası oluşan atık kütleleri kontrol altına alınmalı ve kullanımları tercihen kısıtlanmalıdır.

Bu değerlendirmeler doğrultusunda atık konusu tüm dünya ülkelerinde olduğu gibi Türkiye içinde üzerinde durulması gereken bir konudur. Atıkla mücadele etme kapsamında



atığı kaynağında parçalayarak yok etmek yâda geri kazanım uygulamaları ile atıklardan enerji, hammadde vb. ihtiyaçların karşılanmasını sağlamak üzere çalışmalar sürdürülmelidir. En önemlisi çevresel etkilerin bozulması sağlık koşullarını, yaşam kalitesini, ekonomik refah düzeyini vb. birçok faktörü olumsuz etkilemektedir. Bundan dolayı Türkiye için öncelikle atığa duyarlı ve çevre dostu uygulamaların halka benimsetilmesi, atıkların bertaraf edilmesi yâda geri kazandırılması noktasında ülke yararına en yüksek faydayı sağlayan atık yönetiminin belirlenerek, atıkların bir çöp olarak değil, bir kaynak olarak kabul edilmesi ve bu bilinçle çalışmaların sürdürülmesi gerekmektedir.

Bu tez çalışması kapsamında atık yönetimi ve atık geri kazanımı uygulamalarında, farklı ve yenilikçi bir yaklaşım doğrultusunda çalışmalar gerçekleştirilerek, belirli bir kullanım alanına sahip olmayan organik kökenli atıkların değerlendirilmesi hedeflenmiştir. Yapılan çalışmalar dünya genelinde ve Türkiye için büyük bir potansiyele sahip organik atıkların çevreye verdikleri zararları önlemenin yanı sıra maddi bir kaynak olabilmeleri yönünde eğilimlerin gerçekleşmesini sağlamayı öngörmektedir. Ayrıca diğer atıklardan farklı olarak, büyük miktarlarda ve önlenemez bir boyutta ortaya çıkan organik atıkların yeniden kazanılması kapsamında bu özelliklerini bir avantaja çevirerek, değerlendirilebilir olduklarını kanıtlamaktır.

Toplumda eşsiz bir farkındalık ortaya koyacaktır. Bu bakış açısı doğrultusunda doğrudan bertaraf edilmesi gereken organik atıklar, bir hammadde değeri yada bir enerji kaynağı olarak kabul edilerek, ekonomik açıdan bir değere sahip olma potansiyeli ele alınmakta ve araştırılmaktadır.

Çalışma kapsamında organik atıkların fiziksel özellikleri, elektromanyetik özellikleri, ısı iletkenlik katsayısı kapasiteleri araştırılmak istenmiştir. Bu kapsam dâhilinde çok geniş bir yelpazede oluşum sergileyen ve herhangi bir ayırma tabi tutulmayan organik atıklar içerisinde referans numuneler seçilerek işlemler gerçekleştirilmiştir.

Dünya da ve Türkiye'de yaygın olarak, üretimi ve tüketimi gerçekleştirilen ürünler baz alınarak yapılan tercihlerde elma, nar ve portakal olmak üzere üç çeşit meyvenin oluşturduğu atık oluşumları referans olarak alınmıştır. Bu atık gruplarından test ve analizlerin gerçekleştirilebilmesi için ilk olarak deney numuneleri hazırlanmıştır. Daha sonra hazırlanan deney numunelerinin test ve analiz ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Elde

edilen veriler doğrultusunda birimler arası bir çalışma prensibi benimsenerek, atıkların kimlik tespiti ve karakter sınıflandırmaları detaylı bir şekilde tartışılmıştır. Ürüne dönüştürüldükleri takdirde avantaj ve dezavantajları saptanmaya çalışılmıştır.



## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Li, Z., Wang vd. çalıştıkları bir araştırmada farklı organik atıkların toprakta çözündükten sonra sera gazı etkilerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Çeşitli kullanımlarda faydalı sonuçları elde edebildikleri organik atıkların emisyon etkilerinin azaltılması üzerine çalışmalarda bulunmuşlardır [6].

Ashraf, U. ve arkadaşları Pencap Eyaletinin başkenti olan Lohar' da yaptıkları bir çalışmada atık yönetimi uygulamalarını özelleştirmenin normal politikalar ile karşılaştırmasını yapmışlardır. Çalışma kapsamında idari yapı, atık toplama, sokak süpürme, atık depolama kapasitesi, lojistik, bertaraf, mekanik süpürme, yıkama ve izleme sistemi gibi faktörleri öncül olarak kullanmışlardır. Sonuçlar kısmında ise özelleştirmenin atık yönetiminde başarılı bir işlem olduğu kanaatine varmışlardır [22].

Omollo, W. O. Yaptığı bir çalışmada Nairobi'de taşımacılık, su ve katı atık yönetiminin akıllı sistemler uygulanarak geliştirilmesinin gerekli olduğunu öne sürmektedir. Nairobi halkı için su ve atık yönetiminin bilgi ve erişim teknolojileri benimsenerek otomasyona uygun bir şekilde geliştirilmesinin büyük öneme sahip olduğunu belirtmektedir [23].

Grandhi, B ve arkadaşı yaptıkları bir çalışmada Singapur'da ki toplumun gıda tüketimindeki israfları üzerine odaklanmışlardır. Yemek atıkları yönetim kurulları ve restoranlarla yapılan araştırma kapsamında yiyecek israflarının hangi sebeplerden kaynaklandığını sorgulamaktadırlar. Yapılan çalışmalar sonucunda israfın tüketicinin yanlış uygulamaları sonucunda ve üretim sektöründeki standart dışı üretimlerin marka kaygısı oluşturması Ayrıca yiyeceklerin tüketimden önce ve sonra ayrıştırılmasında yeterli yöntemlerin bulunmaması da bu israfın gerekçeleri olarak gösterilmiştir. Genel olarak atık oluşumlarının düzensiz oluşmasına sebep olan bu tüketim hataları dışında, yeterli atık bertaraf tesisinin bulunmaması, atık geri kazanımının maliyetinden kaçınılması, toplumda yeterli farkındalığın oluşmaması gibi etkenlerin de israfı arttırdığı öne sürülmektedir. Singapur'da yapılan bir ankette toplumun bu duruma bakış açısı değerlendirilmiş ve yarı yarıya değişkenlik gösteren sonuçlar ortaya konmuştur [24].

Vanda, K. ve arkadaşı yaptıkları bir çalışmada Kamboçya'daki atık yönetiminin mevcut durumunu inceleyerek atığın çevre ve insan sağlığı üzerindeki etkilerini değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Bununla birlikte bu bağlamda uygulamada olan çeşitli politikaları değerlendirmeye yönelik çalışmalar yapmışlardır. Sonuç olarak Singapur, Vietnam,

Tayland, Birleşik Krallık ve Almanya'daki atık yönetimleri ve bu yönetimlerin sonucunda ortaya çıkan olguları değerlendirmeyi hedeflemektedirler [25].

Oliveira, L ve arkadaşları yaptıkları bir çalışmada dünya genelinde oluşan atık oranlarının doğru yönetilmesine karşın uygulanan çalışmaların belirlenmesindeki zorluklara dikkat çekmişlerdir. Çalışma kapsamında kompost tesisi bulunmayan São Paulo eyaletinin Bauru şehrinde meydana gelen organik atıkların kompost haline getirilmesi için alternatifleri değerlendirmişlerdir. Evde kompostlama üzerine bir tekniği uygulamaya alarak kompostlama tesislerine kıyasla uygulamaya alınan atık kütlesi başına ortaya çıkan karbondioksit emisyonlarının azaltılması adına daha büyük bir başarının ortaya çıktığı sonucuna varmışlardır [26].

Yılmaz, A ve arkadaşı yaptıkları bir çalışmada katı atık oluşumlarının yerleşim alanlarında meydana getirdiği tahribattan ve bu atık oluşumlarının yönetiminde karşı karşıya kalınan ekonomik, organizasyon ve planlama, bilgi eksikliği gibi problemlerden bahsetmişlerdir. Çalışma kapsamında Türkiye'de katık atık yönetimi üzerine yaşanan problemleri gözden geçirirken Kütahya ili sınırları içerisinde gerçekleştirilmesi planlanan Kütahya Katı Atık Birliği (KÜKAB) projesini değerlendirmişlerdir [15].

Hanay, Ö ve arkadaşı yaptıkları bir çalışmada Türkiye'de katı atık yönetimini değerlendirmek adına Elazığ ilinde ki yerleşim alanlarının ekonomik özelliklerini temel alarak atık geri kazanımının mevcut durumunu araştırmışlardır. Sonuç olarak en düşük kazanım oranının % 4.25, en yüksek oranın ise % 8.85 olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca bu il kapsamında geri kazanılabilir atık kütlesinin 6070 ton seviyelerinde olduğunu belirtmişlerdir [27].

Karagözoğlu, M. B ve arkadaşları yaptıkları bir çalışmada atık geri kazanımının ekonomik ve çevresel faktörleri iyileştirmesi bakımından gerekliliğine dikkat çekmektedirler. Bu amaç doğrultusunda belirli bir algoritma belirlenerek Türkiye'de katı atık yönetiminin ekonomik avantajlarını ve doğru uygulamaların nasıl olması gerektiğini araştırmaktadırlar. Sonuç olarak atık geri kazanımının günümüz dünyasında vazgeçilemez bir değere sahip olduğunu düşünmektedirler [28].

Solak, S. G ve arkadaşı yaptıkları bir çalışmada Türkiye'deki atık oluşumlarının sürekliliğine dikkat çekerek 2004 yılından itibaren bu atık oluşumlarının ne ölçüde değerlendirildiğini saptamak adına bazı anket vb. analiz sistemlerini kullanmışlardır.

Yapılan çalışmanın sonucunda katı atık uygulamalarının yetersiz olduğunu belirtmiş ve geliştirilmesi gerektiğini öne sürmüşlerdir [29].

Hiya Dhar ve arkadaşları Hindistan'da yaptıkları bir çalışmada organik atıkların evsel atıklar ve tarımsal üretim sonucunda yüksek oranda oluştuğunu belirtmişlerdir. Bu durumu artan enerji talebi ile ilişkilendirip, bu atıklardan elde edilebilecek enerji potansiyeline, atık geri kazanımı teknolojilerine ve bu uygulamanın zorluklarına değinmişlerdir. Yaptıkları çalışmalar sonucunda organik atıklardan sürdürülebilir bir enerji kaynağının sağlanabileceği sonucuna varmışlardır [30].

Zawiślak vd. yaptıkları bir çalışmada sıkıştırılmış tarımsal atıklardan oluşturulmuş silindirik ve çeşitli şekillerdeki kapsüllerin (peletlerin), ısı enerji potansiyeli üzerine bir değerlendirmede bulunmuşlardır. Çalışma kapsamı içerisinde pelet üretiminde papatya atıkları, huş ağacı talaşı, bezelye atıkları ve soya fasulyesi atıkları gibi materyallerin kullanılabilirliği üzerinde durmuşlardır. Sonuç olarak ise lignüselilozik (tarımsal ve ormansal) atıkların bu gibi uygulamalarda iyi bir enerji kaynağı olabilecekleri üzerinde durmuşlardır [13].

Carvalho, L ve arkadaşları biyoyakıtlar üzerine yaptıkları bir çalışmada Avrupa'da odunsu yakıtların kullanımına yönelik talebin artmasına bağlı olarak artan maliyete dikkat çekmişlerdir. Buna ek olarak alternatif ve odunsu yapıya yakın olan tarımsal atık ve ürünlerden ısı kaynağı oluşturabilecek pelet üretimlerini araştırmış ve materyal olarak saman, mısır ve buğday kepeği gibi malzemeleri kullanarak 15 kW'lık bir enerji kazanımını hedeflemişlerdir. Sonuç olarak ise verimliliği arttırmak adına tarımsal yakıtlarla çalışan kazanlarda ısı eşanjörlerinin sık sık temizlenmesi gerektiği sonucuna varmışlardır [31].

Prajapati ve diğerleri yaptıkları bir çalışma da atık su ile karıştırılan tarımsal atıkların biyogaz üretiminde verimliliklerini değerlendirmektedirler. Bu çalışmada biyo-elektrokimyasal çürütücüleri kullanmışlardır. Birbirinden farklı güçlerde 20mV, 40mV, 80mV ve 120mV olmak üzere kontrol altında 4 farklı deney şartı oluşturmuşlardır. Sonuç olarak 40mV voltaj beslemesinde normalde voltaj beslemesi olmayan duruma göre ml/g cinsinden % 67 oranında daha fazla metan gazı üretimini tespit etmişlerdir [32].

Li,H ve diğerleri yaptıkları bir çalışmada bir endüstriyel tesisin yaklaşık olarak 1000 MW değerinde ki atık ısını kullanarak biokütlesi %60 oranında neme sahip olan çam

fıstıklarını kurutmuşlar ve 40MW lık bir elektrik santrali için giriş yakıtı olarak temin edebilmişlerdir. Çalışma kapsamında kızgın su buharı ve baca gazları değerlendirildi ancak baca gazlarının kullanılmasının çevresel zararları olabileceği saptamışlardır. Ayrıca maliyet olarak bir yatırım maliyetine sahip olsa da yakıt giderleri göz önüne alındığında kar eldesi sağlanabileceği tespit etmişlerdir [33].

Krishnamurthy, K. ve arkadaşları yaptıkları bir çalışma da günlük süt endüstrisindeki kirli yıkama suyu ile salyangoz kabuğu ve *Hydnocarpus wightiana* yağını kullanarak biyodizeli üretimi üzerine bir çalışma yapmışlardır [34].

Stephen, J ve arkadaşları yaptıkları bir çalışmada biyo-yakıt üretiminde organik atıkların kullanılmasının enerji güvenliliği, fosil yakıtlara göre daha iyi çevresel koşulları sağladığı, sürdürülebilir bir üretime sahip olmaları ve ekonomik olarak daha avantajlı bir üretimi ortaya koyduklarına dikkat çekmişlerdir. Çalışma kapsamında organik atıklardan biyoyakıt üretmek için mevcut tüm teknolojik gelişmeleri gözden geçirmeyi hedeflemektedirler. Sonuç olarak biyoyakıtların diğer sıvı yakıtlardan daha üstün özelliklere sahip olduğunu ortaya koymuşlardır. Ancak organik atıklardan elde edilen biyodizelin ticari olarak kullanımının önünde yüksek üretim maliyetleri, daha yüksek enerji tüketimi ve sistematik olmayan hammadde toplama prosesinin olmaması gibi zorlukların olduğunu belirtmişlerdir [35].

Bulatov, N. K. ve arkadaşları yaptıkları bir çalışma da organik atıkların değerlendirilmesinin çevresel etkileri ve enerji tasarrufunun sağlanabilmesi üzerinde durmuşlardır. Çalışma kapsamında mobil biyogaz tesislerinde organik atıkların kullanılmasına bağlı olarak maliyetin düşürülmesi hedeflenmektedir. Bu hedef doğrultusunda araştırmacılar mevcut teknolojilerin avantajlı yanlarını göstermiş, matematiksel modellemelerini geliştirmiş ve sonuç olarak ekonomik bir avantajın söz konusu olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca çevresel faktörler bakımından belirgin ölçülerde iyileşmelerin meydana gelebileceğini de göstermişlerdir [36].

Danielsson, M. Yaptığı bir çalışmada 2008 yılında Rwanda'nın plastik torba yasağının ardındaki uygulama sürecini incelemektedir. Daha özellikli olarak, bu çalışma hangi politika araçlarının uygulandığını ve bunların nasıl birleştirildiğini açıklamaya çalışmaktadır. Son olarak, içerilen faktörlerin potansiyel öneminin yanı sıra katılan en merkezi aktörler arasındaki etkileşim de incelenmiştir. Ruanda bilgi kampanyaları, çevre

dostu alternatiflerin teşvik edilmesi, para cezaları ve hapis cezası gibi cezalar gibi çok sayıda uygulama aracı seçmiştir. Bulgular, nispeten caydırıcı bir yaklaşımın ortaya çıktığını göstermektedir. Sonuç olarak çalışmanın bulguları, uygulama araştırmasında doldurulması gereken boşlukların olduğunu, özellikle hangi araçların nihai politika araçlarının seçimlerini hesaba katabileceğini ve bu seçimlerden hangisinin başarılı sonuçlar doğurabileceğini açıklamak açısından önemli verileri ortaya koymuştur [37].

Kaza, S. ve arkadaşları yaptıkları bir çalışmada İklim değişikliği, teknoloji gelişmeler, vatandaşlar ve özel sektörlerin katı atık yönetimi ile nasıl etkileşime girdiklerini açıklamayı amaçlamışlardır. Çalışmaları doğrultusunda atık yönetiminin küresel sera gazı emisyonlarının yaklaşık yüzde 4'üne katkıda bulunduğunu ve ayrıca temel sistem iyileştirmelerinin dahi bu emisyonları dörtte bir oranından daha fazla azalttığını saptamışlardır. Yine çalışma kapsamında kötü atık yönetiminin çevreye, insan sağlığına ve ekonomiye kısa ve uzun vadede büyük zararlar verdiğini dile getirmişlerdir. Yüksek gelirli ve gelişmiş ülkelerin atık yönetimi konusunda çalışmaları desteklediğini ve yakarak bertaraf etmek yerine geri kazanımı daha avantajlı bir tercih olarak gördüklerini belirtmişlerdir. Sonuç olarak atık geri kazanımının gerek istihdam gerekse de çevreci bir politika olması sebebiyeti ile faydalı bir uygulama olduğunu öne sürmektedirler [38].

Yao, L ve arkadaşı katı atık yönetiminde planlama, işleme ve politikaları incelemek ve bu faktörlerin gelişmiş, orta ve gelişmemiş ülkelerdeki uygulamalarını ele almışlardır. Atık yönetimi sorumluluğunun gerekliliğine dikkat çekerek bu sorumluluğun yerel yönetimlerde % 70 oranında sağlanabildiğini öne sürmüşlerdir. Ayrıca atık yönetimi hususunda geliştirilen politikaların gelişmiş ve orta ölçekli ülkelerle yetersiz düzeyde sınırlı kaldığını belirtmişlerdir [39].

Molstad, E ve arkadaşları yaptıkları bir çalışmada Bangkok'da yaşayan insanların günde 600.000 den fazla plastik madde tüketimini gerçekleştirdiğini öne sürerek bir proje (SJAA) çalışması gerçekleştirmişlerdir. Proje kapsamında plastik tüketiminin nedenlerini, plastik kullanımını azaltmaya yönelik sistem uygulamalarını ve bu uygulamaların başarılı olma ihtimallerini araştırıp incelemişlerdir. Sonuç olarak sürdürülebilir bir atık yönetiminin, alternatif malzeme türlerinin geliştirilebilir olmasının, bazı politikalar doğrultusunda gereksiz tüketimin yasaklanmasının ve bu tip uygulamaların bir farkındalık olarak benimsenmesinin büyük bir gerekliliğe sahip olduğunu belirtmişlerdir [40].

Meyer, D. S. Yaptığı bir çalışmada Afrika'da şehir planlamalarının artan nüfus ile nasıl düzenlenmesi gerektiğini araştırmaktadır. Akıllı bir şehir politikası uygulandığı takdirde Afrika ülkesindeki gelişmelerin ve nüfus artışının gelecekte yaşayabileceği çevresel ve ekonomik problemleri önceleyebileceğini öne sürmüştür [41].

Tiller, R ve arkadaşları yaptıkları bir çalışmada plastik atıklarının okyanuslardaki kirliliği arttırdığını ve hatta iklim değişikliğine kadar ilerleyen sonuçlarının olduğunu belirtmektedirler. Ayrıca toplumda korku yaratan ve tedirginlik olmasına rağmen yeterli önlemlerin alınmasında gerekli hassasiyetin gösterilmediğini belirterek bu konunun kamuoyunda hak ettiği yeri görmediğini savunmuşlardır. Çalışmanın sonucunda plastik tüketimi ile oluşan zararlı atıkların acil bir şekilde gerekli politikalar üretilerek önlenmesinin bir zorunluluk olduğunu ileri sürmüşlerdir [42].

Wee, S ve arkadaşı yaptığı bir çalışmada katı atık yönetiminin önemine ve bu atıkların giderek artması sonucu ortaya çıkan zorlukların giderilmesi gerektiğine dikkat çekmişlerdir. Çalışma içeriğinde katı atık yönetimi uygulamalarını Politika açıklığı, sosyal yetkinlik, kaynak yönetimi ve yönetim sistemi parametrelerini kullanarak değerlendirmektedirler. Sonuç olarak verimli politikaların geliştirilmesine rağmen olumlu sonuçların yeterince artmamasını, toplumun gerekli duyarlılığı göstermemesi ile ilişkilendirmişlerdir [43].

Gündüzalp, A. A ve arkadaşları yaptıkları bir çalışmada Türkiye'de katı atık yönetiminin mevcut durumunu değerlendirmeyi hedeflemişlerdir. Sosyal açıdan toplumu bilinçlendirmek ve tüketicilerin daha duyarlı davranış sergilemelerini sağlamayı amaçladıkları çalışma kapsamında mevcut atık yönetim uygulamalarını ele almaktadırlar. Örnek yerleşim alanı olarak Çankaya belediyesinin atık yönetimi üzerine yaptığı çalışmaları ele almışlardır. Sonuç olarak tüketimin düzenlenmesinin yâda toplumun farkındalık kazanmasının atık yönetiminde olumlu sonuçları beraberinde getireceğini belirtmişlerdir [44].

Şen, M ve arkadaşları yaptıkları bir çalışmada ekonomik ve çevresel faaliyetlerin iyileştirilmesinde geri kazanımın önemine değinmişlerdir. Çalışma içeriğinde Bursa'nın Mustafakemalpaşa ilçesinde dört mevsimlik bir periyotta orta ve yüksek gelire sahip hanelerin katı atık karakterizasyonunu ve fiziksel analizlerini ele almaktadırlar. Kaynakta ayırma yöntemi kullanarak elde ettikleri sonuçlara göre kişi başına düşen katı atık kütlesi



0,76 kg/gün, atık yoğunluğu 0,4 ton/m<sup>3</sup> ve geri kazanım oranı %22 olarak belirlemişlerdir. Ayrıca geri kazanılabilir atık bileşenlerini; %43 kâğıt/karton, %27 plastik, %12 cam, %4 metal, %3 lamine karton, %8 tekstil ve %3 ahşap olarak bulmuşlardır. Sonuç olarak çalışmanın ekonomik kazanımını 123830 TL/ton olarak hesap etmişlerdir. Kurulacak bir atık geri kazanımı tesisinin amortisman süresini ise 15 ay olarak tespit etmişlerdir [45].

Gürer, A ve arkadaşı yaptıkları bir çalışmada yetişkin bireylerin cinsiyet, yaş ve eğitim durumlarına bağlı olarak küresel ısınma hakkında ki bilgi düzeyleri ve geri dönüşüm hakkında farkındalıklarını irdelemektedirler. Çalışmayı İstanbul'un Eyüp, Beşiktaş, Bayrampaşa ve Gaziosmanpaşa beldelerindeki halk eğitim merkezlerinin kurslarına katılan 261 kişi ve anket yöntemi temel alınarak gerçekleştirmişlerdir. Veriler t testi, ANOVA ve non-parametrik Ki-Kare testi kullanılarak analiz etmişlerdir. Sonuç olarak cinsiyet farklılığı bu sosyal deneyde büyük bir etkiye sahip değilken eğitim farklılıkları bilgi düzeyinde önemli farkları eğitim seviyesi ile doğru orantılı şekilde ortaya koyduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca farklı bir sonuç olarak kadınların bilgi edinme hususunda televizyonu erkeklerin ise interneti kullandıklarını saptamışlardır [46].

Gürbüz, M. Yaptığı bir çalışmada içecek kutularının oluşturduğu alüminyum atıklarının, soğuk işleme tabi tutarak mekanik özelliklerindeki değişimi incelemiştir. Soğuk işlem öncesi ve sonrası alüminyum malzemelere sertlik ve çekme dayanımı testlerini yapmıştır. Ayrıca malzemenin iç yapısında elektron mikroskobu ve X ışını kırınımı cihazı ile analiz etmiştir. Elde ettiği sonuçlara göre soğuk şekil değişiminin % 31'e kadar arttırılması mekanik özellikleri iyileştirmiştir. Ayrıca çalışma sonucunda soğuk şekil değişiminin artması ile doğru orantılı şekilde vikers sertlik değeri 76 HV'den 102 HV'ye, çekme dayanımı ise 54 Mpa'dan 92 Mpa'a çıktığını belirtmiştir [47].

Özkan, A ve arkadaşları yaptıkları bir çalışmaların da elektronik atıkların oluşumlarının bir kısmını baskılı devre atıklarının oluşturduğundan ve bu oluşumlar içerisinde paladyum (Pd) gibi kısıtlı miktarda değerli metallerin bulunduğu bahsetmişlerdir. Çalışma kapsamında portakal atıklarından elde edilen biyokütle yardımı ile baskı devre atıklarının içerisinde ihtiva eden %0.01 oranında ki paladyum metalinin ayrıştırılmasını hedeflemektedirler. Sonuç olarak çeşitli biyokütle üretimleri için farklı kimyasal özelliklere sahip çözeltiler hazırlanarak işlemler gerçekleştirilmiş ve optimum koşulları belirleyerek % 75' lere yakın paladyum adsorplamasını gerçekleştirmişlerdir [48].

Çolakoğlu, B ve arkadaşı yaptıkları bir çalışma da tarımsal atıkların değerlendirilmesinde üretici kaynaklı bir çözümü araştırmaktadırlar. Çalışma kapsamında yüksek miktarlarda oluşan bu atık türünün değerlendirilmesi gerektiğine dikkat çekilmektedir. Çalışma içeriğinde tarımsal üretim yapan çiftçiler ile görüşmeler yapmışlardır ve sonuç olarak üreticinin bu atıkların değerlendirilmesi yönünde olumlu bir yaklaşıma sahip olduğunu ortaya koymuşlardır [49].

Dünya genelinde yapılan araştırmalar doğrultusunda, aşırı plastik tüketiminin yol açtığı sorunlara dikkat çekilmek adına 16.'sı İstanbul'da gerçekleştirilmek üzere düzenlenen bienalde 7. Kıta olarak adlandırılan ve pasifik okyanusunda varlığını koruyan 3.4 milyon genişliğinde ve 7 milyon ton ağırlığında ki bir plastik yığımından söz edilmektedir. İnsanın çevreye verdiği zararı sanatsal faaliyetlerle bir farkındalık projesi haline getirerek gözler önüne seren 7. Kıta bienalinin temel amacı bu sorun karşısında birçok araştırmacı, sanatçı ve çevre bilimci yardımı ile çözümler üretmek ve toplumda farkındalık uyandırmak olarak belirtiliyor [50].

Paes, L.A.B. ve arkadaşları yaptıkları bir çalışmada, organik atıkların küresel ekonomi düzleminde değerlendirilerek iyi ve kötü yanlarının araştırılması üzerine bir incelemede bulunmuşlardır. Organik atıkların avantajlı ve dezavantajlı yönlerini parametre kabul ederek çalışmalarını sürdürmüşlerdir. Elde ettikleri sonuçlar doğrultusunda organik atıkların kullanımında ki eksiklikleri; taşınma maliyetleri, oluşum potansiyelleri ve oluşum zamanlarının belirgin olmaması, teknik eksiklikleri, standartlara uyumlu kalitenin yakalanmasındaki zorluklar, hammadde olarak homojen bir yapının sağlanamayışı vb. olarak elde ederken, olumlu yanlarını ise; atık potansiyellerini değerli kaynaklara dönüştürmek, ekonomik açıdan pozitif etkileri meydana getirecek iş imkânlarının sağlanması, çevresel faktörlerin iyileşmesi vb. katkılarının olduğunu öne sürmüşlerdir [51].

İtalya'nın başkenti Roma'da yapılan bir farkındalık projesinde plastik atıklarının geri kazanımını teşvik etmek amacı ile bir kampanya çalışması başlatılmıştır. Projenin kapsamı dahilinde plastik su şişelerinin toplanabileceği bir ortam, metro istasyonlarına kurularak insanların teşvik edilmesi adına su şişesi başına 5 cent tutarında bir ücretlendirme yapılacağı duyurulmuştur. Tek seferlik yolculuklarda uygulanan tarife ücretinin 1.5 avro olduğu kentte bedava bir bilet için 30 su şişesi geri kazanımı kazandırılmaktadır. Sonuç olarak tanıtımı kentin belediye başkanı Virginia Raggi tarafından yapılan projede plastik atıklarının geri kazanılması noktasında bir farkındalığın oluşturulması sağlanmıştır [52].

Apoorva M.Sampat vd. yaptıkları bir çalışmada atıkların katma değerli ürünlere dönüştürülmesinin önemi üzerinde durmuşlardır. Ayrıca kentsel ve kırsal organik atıkların ölçülebilir ve denetlenebilir bir şekilde yönetilmesi için bir koordinasyon sistemini öne sürmüşlerdir. Ortaya koydukları yönetim sistemi ile çevresel etkileri düzenlemek, ekonomik kalkınma sağlamak, refah seviyesini arttırmak, teknolojik bir altyapı kurarak ürün verimliliğini en üst seviyeye taşımak ve endüstriyel tesisler arasında koordineli bir çalışmanın sağlanabilmesini hedeflemişlerdir [9].

Plastik tüketimi dünya genelinde bir risk haline gelmiştir. Plastik kökenli ürünlerin azaltılması yada yeniden kullanıma kazandırılması ekonomik ve çevresel olarak bir sosyal sorumluluk projesi haline dönüşmüştür. Bu konu ile ilgili olarak dünya genelinde Real Madrid ve Juventus gibi futbol kulüpleri Parley For The Oceans kuruluşu ile ortak bir çalışmada birleşerek oyuncu formalarının okyanusa atılan plastik atıklardan üretildiğini duyurmuştur. Kurum çalışanı Cyrill Gutsch her yıl 8 milyon ton plastiğin okyanusa döküldüğünü ve bu durumun okyanus yaşamını tehlikeye attığını öne sürerek atık geri dönüşüm çalışmalarına dikkat çekmektedir [53].

Hintli çevre dostu bir şirket olan EnviGreen yaptığı bir uygulamada patates, tapyoka, doğal nişasta, bitkisel yağlar, muz ve çiçek yağı gibi 12 çeşit malzemeden oluşan plastik görünümlü organik poşeti geliştirmiştir. Piyasada plastik kökenli poşetlere göre % 35 daha pahalı olan bu ürünün çevreci olması ve hiçbir kimyasal zararı meydana getirmemesi yönü ile büyük bir değere sahip olduğunu öne sürmektedirler [54].

Priya, A. D ve arkadaşı yaptıkları bir çalışmada kaju elma suyunun kaju fıstığı çıkarıldıktan sonra % 90'a yakın bir potansiyelde atık oluşturduğunu belirtmişlerdir. Bu oluşumdan yola çıkarak berraklaştırılmış kaju elma suyunun sırasıyla 0.4 V'luk açık devre voltajı ve maksimum güç yoğunluğunda, akım yoğunluğu 31.58mW / m<sup>2</sup>, 350mA / m<sup>2</sup> akım üreten mikrobiyal yakıt hücresi için potansiyel bir hammadde olarak kullanılabilceğini ortaya koymaktadırlar [55].

Gupta, N ve arkadaşları yaptıkları bir çalışmada elma, nar, üzüm, limon ve papatya gibi organik ürünlerin oluşturduğu atıkları kurutarak pigment ekstraksiyon kabiliyetlerini araştırmışlardır. Yaptıkları çalışma kapsamında üzüm % 92 lik bir verimle arseniği absorbe etmiştir. Sonuç olarak bu atıkların arsenik gibi maddelerin emilmesinde biyolojik

bir emici olarak kullanılmasının mümkün olduğunu ortaya koymuşlardır. Organik atıkların katma değerli ürünlere dönüşebileceğini savunmuşlardır [56].

Kozak, M. Yaptığı bir çalışmada tekstil atıklarının inşaat sektöründe kullanılmak üzere geri kazanımını araştırmaktadır. Çalışma içeriğinde pamuk, jüt atıkları ve kısa asbest lifleri organik yalıtım malzemesi yapında kullanılırken, pamuk linter hamuru, nitroselüloz vernik, kadife traş tozunun beyaz olanı tutkal yapımında kullanılmıştır. Sonuç olarak geniş bir kullanım alanına sahip olan bu atık oluşumlarının değerlendirilebileceğini ortaya koymuştur [57].

Gürer, C ve arkadaşları yaptıkları bir çalışmada dünyada oluşan atık oranlarına dikkat çekerek tasarrufun ve geri kazanımın önemine değinmişlerdir. İnşaat atıklarını temel alarak sürdürdükleri çalışma da Türkiye’de bu türevdeki atıklardan geri kazanımın çok minimal seviyelerde kaldığını dünyada ise asfalt, beton, agrega, ahşap vb. atıkların geri kazanımını sağlayabilen gelişmiş ülkelerin olduğunu belirtmişlerdir. Sonuç olarak atıkların bir enerji yâda bir hammadde kaynağı olarak değerlendirilmesi gerektiğini savunmaktadırlar [58].

Özkan, A. Yaptığı bir çalışmada son yıllarda artış sergileyen elektronik ürün çeşitliliğine bağlı olarak elektronik atıkların içerdiği değerli metallerin geri kazanımına odaklanmıştır. Çalışma içeriğinde uygulanması gereken geri kazanım sistemini teknik, çevresel, ekonomik vb. yönlerden değerlendirmeye tabi tutmuştur. Çalışmanın ana amacı baskılı devre kartlarındaki değerli metallerin geri kazanımının gerçekleştirilmesidir. Bu hedef doğrultusunda pirometalurjik, hidrometalurjik ve biyometalurjik yöntemler olmak üzere çeşitli karar verme algoritmaları kurmuştur. Sonuç olarak en uygun yöntemin biyometalurjik prosesler olduğunu saptamıştır [59].

Yılmaz, D ve arkadaşları yaptıkları bir çalışmada atık geri kazanımı ile hammadde kaynaklarının oluşturulabileceğine dikkat çekmişlerdir. Çalışma kapsamında yaygın bir kullanıma sahip olan polietilen tereftalat (PET) atıklarının etkili şekilde geri kazanımını gerçekleştirmiş ve nano boyutta partiküller elde edilerek analizlerini yapmışlardır. Sonuç olarak kullanılan partikül türüne ve dağılımına bağlı olarak çeşitli farklılıkların olduğunu saptamışlardır [60].

Akyıldız, A. Yaptığı bir çalışmada inşaat sektöründe kullanılan hammadde kaynaklarının sınırlı olmasına dikkat çekerek yumurta atıklarının belirli oranlarda kumun yerine kullanılarak değerlendirilmesini hedeflemektedir. Yaptığı çalışma içeriğinde mekanik

özellikler yönünden karşılaştırma yapmış ve sonuçlarda eğilme dayanımı yönünden katkısız numuneler 6.3 Mpa iken yumurta katkılı numunelerde bu rakam 6.2 Mpa gibi bir değere denk gelmiştir. Sonuçlar oldukça yakın çıkması olumlu olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca basınç dayanımı yönünden % 2 katkılı numune ve % 10 katkılı numunelerde sırasıyla 27 Mpa ve 20 Mpa değerlerine ulaşmıştır. Bu sonuçlardan hareketle yumurta kabuğu kütlesi arttıkça baskı dayanımı azalmakta olduğu sonucuna varmıştır [61].

Dhillon, G. S. ve arkadaşı yaptıkları bir çalışmada, artan insan nüfusuna bağlı olarak gıda tüketimlerine olan talebin artışına ve buna bağlı olarak artan atık oluşumuna dikkat çekmişlerdir. Dünyada yaygın olarak üretilen ve tüketilen bir meyve olan elma meyvesi üzerinden uygulamaya aldıkları çalışmada, elma meyvesinin tüketiminden sonra ortaya çıkan katı ve sıvı atık yoğunluğu olduğunu belirtmişlerdir. Biyolojik olarak parçalanabilen bu oluşumun çevresel etkileri olumsuz etkilediğini öne sürerek kullanım alanlarına bakıldığında yaklaşık olarak % 20 sinin hayvan yeminde geri kalan kısımların ise atık bertaraf tesislerinde depolanmasından söz etmektedirler. Bu duruma ek olarak çalışmanın sonucunda elma atıklarının bir hammadde olarak değerlendirilmesinin mümkün olduğunu ve bu uygulamanın gerçekleştirilmesi doğrultusunda birçok olumlu sonucu meydana getirebileceğini göstermişlerdir [62].

Nayak, A. ve arkadaşı yaptıkları bir çalışmada biyoyakıtlar, katma değerli ürünler vb. gıda atıklarından elde edilebilecek ürün potansiyelleri üzerine bir incelemede bulunmuşlardır. Çalışma kapsamında, bu uygulama alanında kullanılabilen tekniklerin avantajlarını ve dezavantajlarını değerlendirmek, biyo-temelli ürün verimliliğini etkileyen faktörlerin belirlenmesini sağlamak olarak hedeflemektedirler. Sonuç olarak organik atıkların değerlendirilmesinde kullanılan yöntemlerde oluşabilecek zorlukları irdeleyerek, başarılı bir atık geri kazanımı sağlanabileceğini öne sürmektedirler [63].

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu tez kapsamın da organik atıkların elektromanyetik özellikleri, ısı iletkenlik katsayılarının belirlenmesi ve mekanik özelliklerinin saptanması adına çalışmalar gerçekleştirilmiştir. İlk olarak büyük bir çeşitliliğe sahip olan organik atıklar içerisinde referans numuneler belirlenerek, bu numuneler üzerinden testler uygulamaya alınmıştır. Numune seçme işlemi tüketilen organik ürünlerin oluşturdukları atık miktarları göz önünde bulundurularak; elma, portakal ve nar meyvelerinin atıklarından elde edilmiştir.

Nar atıkları Akdeniz Bölgesi'nde bulunan organik atık çöplüklerinden, elma manavlardan satın alınarak ve portakal numuneleri hasat zamanında bölgedeki bahçelerden toplanarak, deneylerde kullanılmak üzere sırasıyla sularından ayrıştırılıp sonrasında; kabuk, çekirdek, posa olmak üzere sınıflandırılmıştır.



Şekil 3.1. Dört Yol/Hatay'da bulunan bir organik atık bertaraf alanı

Her bir meyvenin birim kütlesinin ihtiva ettiği su, kabuk, posa ve çekirdek oranları çizelge 3.1'de sunulmuştur.

Çizelge 3.1. Elma, nar ve portakal meyvelerinin kütleli içerikleri

Numune	Birim Kütlesi (kg)	Su Kütlesi (kg)	Atık Miktarı (kg) (kabuk-posa-çekirdek)	Ortalama Atık Miktarı (%)
Elma	1	0,44 – 0,5	0,5 – 0,56	% 53
Nar	1	0,36 – 0,44	0,56 – 0,64	% 60
Portakal	1	0,5 – 0,6	0,4 – 0,5	% 45

Çizelge 3.1'e bakıldığında oluşan su ve atık miktarlarındaki aralıklar, ürün verimliliklerinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Oluşan ortalama atık miktarları bu durum göz önünde bulundurularak atık miktarının toplam kütleyle bölünmesi ile hesaplanmıştır. Meyve kütleleri içerisindeki hava boşlukları ihmal edilmiştir. Bu atık oluşumları içerisinde,

- Elma posası (çekirdekli)
- Nar çekirdeği,
- Nar kabuğu,
- Portakal posası (çekirdekli),

olmak üzere 4 farklı numune hazırlanmıştır.

### 3.1. Atıklardan Numune Hazırlamak İçin Kullanılan Ekipmanlar

Bu atık oluşumlarının numune formatına getirilmesi için nem gidermek üzere kullanılan bir fırın, kurutulmuş numunelerin rijid bir şekle sahip olabilmelerini sağlayan özel tasarlanmış iki tip kalıp, 50 ton kapasiteli bir presleme tezgâhı kullanılmıştır.

Hazırlanan numunelerin elektromanyetik özelliklerini ölçmek için iki portlu Agilent N5234A PNA-L Mikrodalga Network Analiz cihazı, ısı katsayılarını belirlemek için ise OTG 310 Linear Isı Transferi Deney Seti ve mekanik analizler için Test form Çentik Darbe Cihazı kullanılmıştır.

Kurutma fırını elektrik ile çalışan ve içerisindeki rezistanslar ile ısı üreten, fanlı, 300°C kapasiteli bir fırındır. Metal plakalar üzerine serilen atık posa, kabuk vb. yapılar bu fırında 82°C'de 4 saat kadar nem giderme işleminden geçirilerek preslemeye uygun bir forma dönüştürülmektedir. Bazen yapılan kurutma işlemine rağmen presleme esnasında atık kütle içerisindeki yağ ihtivası ortaya çıktığı gözlenmiştir. Bunu önlemek için tekrar kurutma

işlemi gerçekleştirilmiş ve gerekli ise tekrardan presleme uygulaması yapılmıştır. İkinci defa gerçekleştirilen kurutma işlemlerinde sıcaklık değeri 100°C seviyelerine kadar yükseltilerek bütün sıvı kütlelerin yapıdan uzaklaştırılması sağlanmaya çalışılmıştır. Ayrıca nar meyvesinin atıkları atık bertaraf alanından alındığı için herhangi bir kurutma işlemine gerek duyulmaksızın preslemeye tabi tutulmuştur. Bilindiği üzere nemli yapılar çürümeye elverişli bir ortam sağlamaktadır. Ancak kurutma işlemi gerçekleştirildikten sonra bu büyük oranda önlenmiş ve elde edilen kuru atık kütlelerinin uzun süre çürümeden varlığını koruduğu tespit edilmiştir.



Şekil 3.2. Kurutma fırını ve kurutma işleminin uygulaması

Numuneler, kurutulduktan sonraki aşamada özel üretim kalıplar ile pres tezgâhında işlem görerek deney numuneleri hazırlanmıştır.



Şekil 3.3. 50 ton kapasiteli presleme tezgâhı

Şekil 3.3'de görülen presleme tezgâhı maksimum 50 ton kapasiteli ve manuel olarak çalıştırılabilen bir tezgâhtır. Tezgâhta görülen alt ve üst çeneler arasına özel üretilmiş



kalıplar yerleştirilir. Kalıp boşluğu ve basma blokları sabitlendikten sonra cihazın sol tarafında bulunan kontrol ekranı vasıtasıyla istenilen değerde bası işlemi kalıp boşluğundaki numuneye uygulanabilir. Presleme tezgâhının ünitesindeki ekran yardımı ile uygulanan basınç değeri gözlemlenmekte ve anlık olarak istenilen değerlere manuel bir şekilde ayarlanabilmektedir.

### 3.2. Kare Plaka Formunda Numune Üretimi

Kullandığımız deney düzeneklerinde  $16 \times 16 \text{ cm}^2$  yüzey alanına ve 5 mm - 50mm kalınlığa sahip numune üretmek için tasarlanan kalıp; basma bloğu, alt tabla, dişi kalıp ve numune çıkarma ayakları olmak üzere kalıp toplamda dört ana unsurdan meydana gelmektedir. Burada basma bloğu 1050 imalat çeliğinden üretilmiş olup yüksek basınçlara ve kalıp tasarımına uygun olarak  $1 \times 10^{-3} \text{ cm}$  ölçüm hassasiyetinde imal edilmiştir. Alt tabla numunenin üzerine basıldığı parçadır ve st-37 çeliğinden imal edilmiştir. Dişi kalıp, numunenin dolum haznesi görevini yapmakta olup kalıbın en önemli parçasıdır. Bu parça 2040 imalat çeliklerinden üretilmiş olup çalışma boşluğu yine  $1 \times 10^{-3} \text{ cm}$  hassasiyette tasarlanmıştır.



Şekil 3.4. Kare plaka üretim kalıbı parçaları ve basım işleminin gerçekleştirilme süreci

Şekil 3.4 'de kare plaka üretim prosesinin uygulaması ve kalıp parçaları gösterilmektedir. Presin alt çenesine sabitlenen kalıp içerisine yerleştirilen 400 - 500 gr kuru numunelere üst kısımdaki pres bloğu vasıtasıyla 50 ton basınç işlemi 2-3 saat uygulanarak iki portlu Agilent N5234A PNA-L Mikrodalga Network Analiz cihazına uygun numuneler elde edilmiştir.



Şekil 3.5. Kare plaka formunda oluşturulan bazı numune örnekleri

Şekil 3.5'de görüldüğü üzere 16x16 cm<sup>2</sup> yüzey alanına sahip 10 mm- 13 mm kalınlığındaki kare plakalar manyetik alan yalıtımı için testlere tabi tutulabilecek hale getirilmiştir. Numunelerin uzun vadede şekillerini korudukları ve herhangi bir çürüme vb. deformasyonlara uğramadığı bu aşamada ortaya konulmuştur.

### 3.3. Silindir Formda Numune Üretimi

Şekil 3.6'da görülen kalıp vasıtasıyla OTG 310 Lineer Isı Transferi Deney Seti'ne uygun numune üretimi gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.6. Silindirik numune üretim kalıbı

Şekil 3.6'da görülen kalıp bir dişi aparat, bir numune kurtarma bloğu ve bir basma bloğundan imal edilmiştir. Basma bloğunun malzemesi 1050 çeliği ve diğer ekipmanlar alüminyumdan üretilmiştir. 30 mm boyunda ve çapında silindirik formda numunelerin üretimi için 25-30 gr aralığında toz yâda çekirdek gibi homojen boyutlardaki atık malzemeler dişi bloğa doldurulmaktadır. Ardından birleştirme işlemini gerçekleştirmek için, basma bloğu yardımı ile prese bırakılan dişi blok içerisindeki atıklara 3-5 ton basınç 1 saat uygulanmaktadır. Son olarak kurtarma bloğu olarak adlandırılan kalıp parçasına dişi numune yerleştirilerek, basma bloğu ile numune dişi bloktan çıkartılmaktadır. Şekil 3.7'de OTG 310 Lineer Isı Transferi Deney Seti'ne uygun numunelerin son halleri gösterilmektedir.



Şekil 3.7. Elde edilen bazı silindirik numuneler

### 3.4. Çentik Darbe Uygulamaları İçin Çubuk Formda Numune Üretimi

Test form Çentik Darbe Cihazı için hazırlanan numuneler,  $16 \times 16 \text{ cm}^2$  yüzey alanına sahip ve 1 cm kalınlığındaki kare plakalardan kesilerek elde edilmiştir. 15 cm uzunluğunda ve  $1 \times 1 \text{ cm}^2$  kesit alanına sahip olacak şekilde plakalardan kesilen çubukların, orta noktasına 1 mm'lik bir çentik açılması ile teste uygun numunelere son halleri verilmiştir.

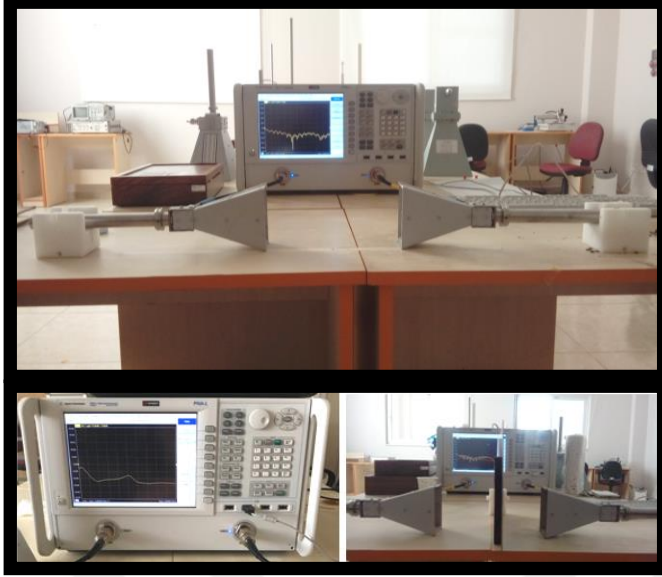


Şekil 3.8. Çentik darbe testi numunesi

Üretilen bu numuneler ile gerçekleştirilen testler yukarıda da belirtildiği gibi iki portlu Agilent N5234A PNA-L Mikrodalga Network Analiz cihazı, OTG 310 Lineer Isı Transferi Deney Seti ve Test form Çentik Darbe Cihazı olmak üzere 3 farklı test düzeneğinde gerçekleştirilmiştir.

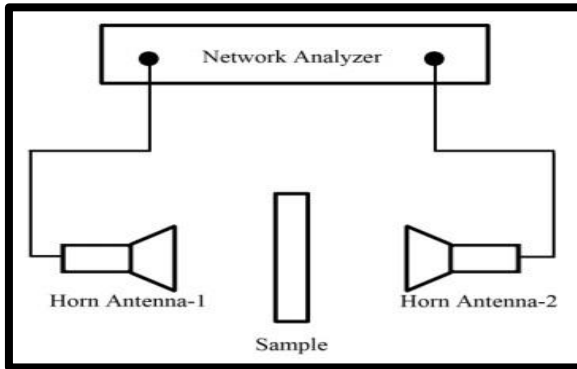
### 3.5. Elektromanyetik Alan Testlerinin Uygulaması

Üretilen kare plaka formunda ki numunelerin elektromanyetik davranışlarını tespit etmek için, laboratuvarımızda bulunan ve 10KHz ile 43GHz frekansları arasında ölçüm yapabilen iki portlu Agilent N5234A PNA-L Mikrodalga Network Analiz cihazı ve buna bağlı antenler kullanılmıştır.



Şekil 3.9. Elektromanyetik analiz cihazı ve deneyin uygulaması

Test yapılmadan önce, bilindiği üzere cihazın kablo uçlarına kadar kalibrasyonunun gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bunun için kalibrasyon setinde bulunan açık, tam yük bağlı iken ve kısa devre setleri kullanılarak cihazın kalibrasyonu 3-18 GHz aralığında gerçekleştirilmiştir. Bunun en önemli sebebi, deney için kullanılan bu frekans aralığının, hemen hemen tüm ticari kullanım frekanslarını karşılıyor olması ve elimizdeki geniş bantlı anten setlerinin bu çalışma frekans bandına sahip olmasıdır.



Şekil 3.10. Test düzeneğinin şematik görünümü

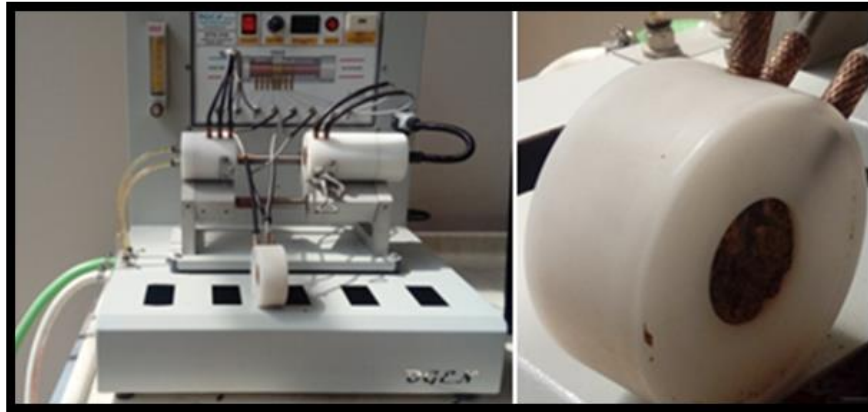
Numunelerin elektromanyetik davranışlarını belirlemek için kurulan test düzeneği Şekil 3.10'da görüldüğü gibidir. Test düzeneği geniş bantlı, doğrusal kutuplanmış iki horn antenin orta noktasına test edilecek numunenin yerleştirilmesiyle gerçekleştirilmektedir. İki horn anten arasındaki mesafe 20 cm olarak belirlenmiştir. Bu mesafe bütün deneylerde eşit bir şekilde uygulanmıştır.

Network analiz cihazı, saçılım parametreleri (S-parametreleri) denen ve iki portlu bir sistem için S11, S12, S21 ve S22 parametrelerini ölçmek üzere kullanılmaktadır. Burada S11 ve S22 sırasıyla birinci ve ikinci porttan geriye yansıyan güç olup, S12 ve S21 parametreleri ise iki port arasında transfer edilen gücü göstermektedir. Aynı zamanda S11 parametresi S22 parametresi ile eşit sonuçları ortaya koyarken, S12 ve S21 parametreleri de birbirine eşit sonuçları ifade etmektedirler. Yani numuneye çarpan sinyallerden her iki antene de geri yansıyan ve karşıya iletilen sinyal miktarı kendi içlerinde birbirlerine eşittirler.

Ölçüm işlemi gerçekleştirilirken, numuneler yukarıda belirtilen şartlarda test düzeneğine yerleştirilir. Ardından sisteme entegre olarak çalışan test ekranından veriler takip edilmektedir. Bir bilgi taşıyıcı USB vasıtasıyla veriler sistemden alınmaktadır. Matlab uygulamaları üzerinde grafik analizleri yapılarak sonuçlar kısmında deneyler yorumlanmıştır.

### 3.6. Isı İletim Katsayısı Belirleme İşleminin Uygulaması

30 mm uzunluğunda ve çapında bir silindirik şekle sahip numunenin dairesel yüzeyleri arasındaki ısı iletiminin hesaplanması doğrultusunda Fourier Isı Kanunu kullanılarak katsayı hesaplamaları yapılır.



Şekil 3.11. lineer ısı transfer deney seti ve ısı katsayısını belirlemek için üretilen kalıp

Şekilde 3.11'de görüleceği üzere üretilen silindirik numune cihazın dairesel kesitli bölümüne yerleştirilir. Ardından bağlama kelepçeleri ile sabitlenen numuneye cihazın sol tarafında bulunan su kanallarından oda sıcaklığındaki soğutma sıvısı entegre edilir. Voltaj ve amper değerleri cihazın üst köşesindeki ekrandan girilerek sağ taraftaki rezistans vasıtasıyla numuneye istenilen değerde ve sürede ısı enerjisi verilir. Sonuçlar eş zamanlı

olarak belirli süre aralıkları ile sisteme bağlı olan bilgisayarda bir exell dosyası olarak kaydedilir. Foruer Isı Kanunu;

$$Q_x = -kA \frac{dT}{dx} \quad (1)$$

Eşitliği ile ifade edilmektedir. Bu Eşitlikten k sabit değerini yalnız bırakacak şekilde yeniden denklemi düzenlenecek olursa;

$$k = \frac{QL}{A(\Delta T)} \quad (2)$$

İkincil bir eşitlik türetilir. Burada;

k: Isı iletim katsayısı (W/m K)

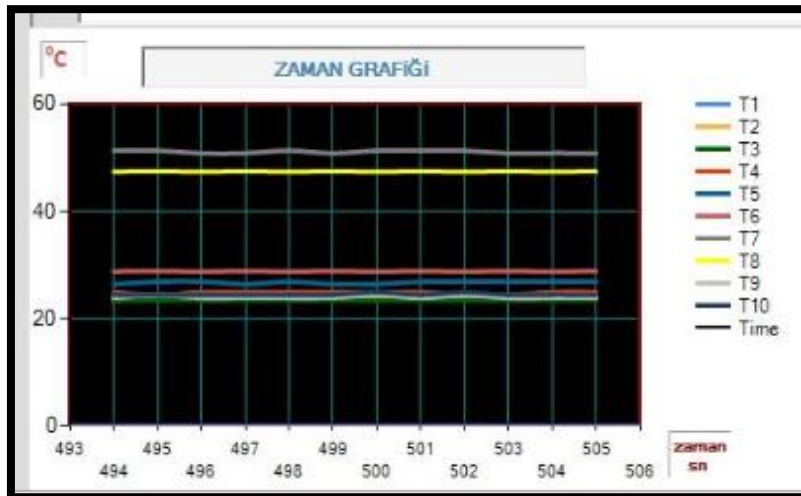
Q: Sisteme verilen toplam enerji girdisi (W)

dx: Isı iletim mesafesi (m)

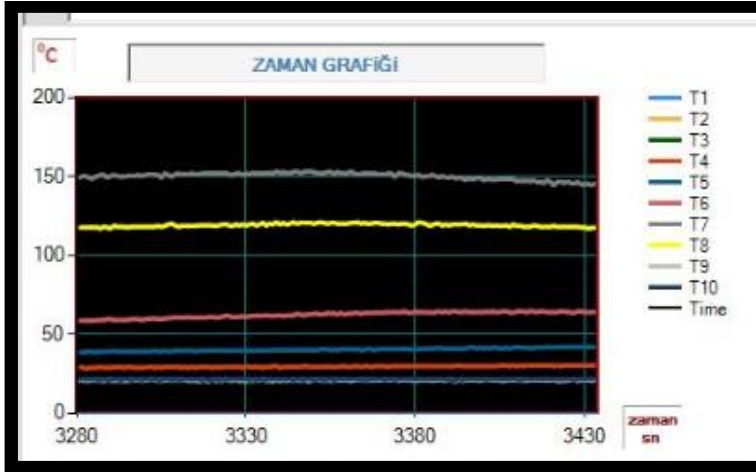
dT: Sistemdeki ortalama sıcaklık değişimi(°C)

A: Isı transfer alanı (m<sup>2</sup>) olarak ifade edilmektedir.

Isı katsayısı hesabı yaparken kullanılan numunelerin ölçümlerinde numunelerin ısınan yüzeyindeki sıcaklık değeri T6 ile soğutulan kısmındaki sıcaklığı T4 anlık olarak takip edilir. Bu iki sıcaklık değerinin dengeye geldiği anda deney işlemi sonuçlandırılır. Numunelerin cinsine göre bu dengeye gelme süresi farklılık göstermektedir. Bu farklılık aynı zamanda veri sayısında da değişiklikleri beraberinde getirmektedir.



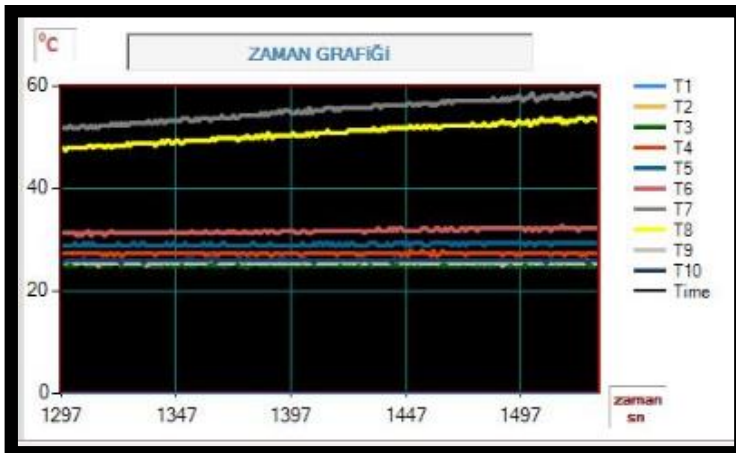
Şekil 3.12. Nar çekideğinden hazırlanmış ısı numunesi için ısı denge zaman grafiği



Şekil 3.13. Elma posası ile hazırlanmış ısı numunesi için ısııl denge zaman grafiği



Şekil 3.14. Portakal posası ile hazırlanmış ısı numunesi için ısııl denge zaman grafiği



Şekil 3.15. Nar kabuğu ile hazırlanmış ısı numunesi için ısııl denge zaman grafiği

Yukarıdaki grafiklerde de görüldüğü üzere deney esnasında, numunelerin belirli bir süre içerisinde doğrusal bir grafik oluşturduğu saptanmıştır. Süre farklılıkları veri sayılarındaki farklılıkları ortaya koymuştur. Bu deney uygulamalarında elma için;1348 veri, portakal

için; 634 veri nar çekirdeği için ;599 veri ve nar kabuğu için; 724 veri çalışma sonucunda değerlendirilmeye alınmıştır. Sonuçlar değerlendirmeler kısmında paylaşılarak tartışılacaktır.

### 3.7. Çentik Darbe Testlerinin Uygulaması

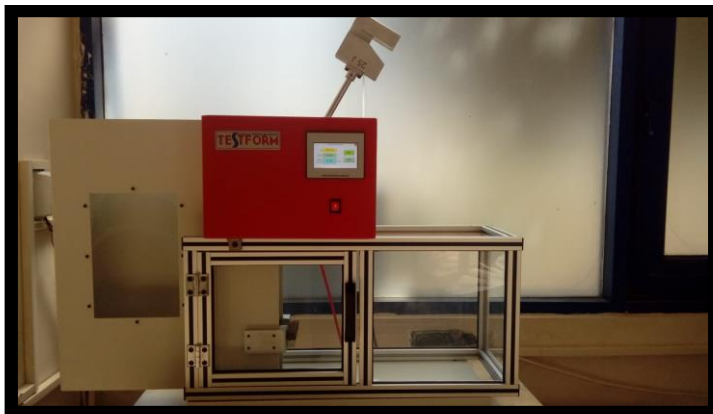
Çentik darbe testinin ana amacı malzemenin bünyesinde bulunabilecek bir gerilime birikiminin, çentik tabanında toplanmasını sağlayıp, dinamik zorlamalara karşı direncini belirlemektir. Bu çalışmada ise çeşitli organik atıklardan hazırlanmış olan deney numunesi çentik darbe testine tabi tutulmuştur.

Numuneler pres uygulayarak oluşturulmuş bir kare plakadan 1x1 cm<sup>2</sup> kesit alanına sahip 15 cm uzunluğundaki dikdörtgen prizmaların kesilmesi ile oluşturulmuştur.



Şekil 3.16. Çentik darbe testi numunesinin oluşturulduğu kare plaka ve çentik darbe testi numunesi

Bu işlem sonucunda kare plaka formundaki numunelerden çubuklar elde edilmiştir. Bu çubuklara daha sonrasında orta noktalarından 1mm derinliğinde çentik atılmıştır. Birbiri ile eş boyutlarda ve özelliklerdeki numuneler farklı sıcaklıklarda muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.17. Test form çentik darbe test cihazı



Çentik darbe testleri Şekil 3.17'de sunulan Testform Çentik Darbe cihazının kullanım talimatlarına uyulmak suretiyle gerçekleştirilmiştir. Sarkaca bağlı olan 25 J kapasiteli çekiç test cihazının yuvasının yüksekliği kadar gerdirilip numunenin çentikli bölümüne denk gelecek şekilde serbest bırakıldığında numunenin kırılması ve çekicinin ikinci bir h yüksekliğine kadar yükselmesi sonucu deney tamamlanmıştır. Deneysel sonuçlar cihazın dijital ekranından okunarak grafiksel olarak sonuçlar bölümünde sunulmuştur.

Çizelge 3.2. Meyve türleri ve gerçekleştirilen deney türleri

Uygulanan Ölçümler Meyve Türleri	Elektromanyetik alan ölçümleri yapılan numuneler	Isı iletim katsayısı belirlemek için ölçümü yapılan numuneler	Çentik darbe testleri yapılan numuneler
Elma	Elma posası	Elma posası	Elma posası
	Elma posası + bakır levha		
Portakal	Portakal posası	Portakal posası	Portakal posası
	Portakal posası + bakır levha		
Nar	Nar çekirdeği	Nar çekirdeği	Yapılamadı
	Nar çekirdeği + bakır levha		
	Nar kabuğu	Nar kabuğu	Yapılamadı
	Nar kabuğu + bakır levha		

Çizelge 3.2'de tez kapsamında kullanılan meyve türlerinden elde edilen numunelere uygulanan testlerin türleri gösterilmektedir. Burada elektromanyetik alan testleri ve ısı iletim katsayısı belirleme testleri üretilen bütün numune türleri için ölçülmüştür. Ancak nar meyvesinin atıkları olan nar çekirdeği ve nar kabuğu atıklarından çentik darbe testleri için numune elde edilemediğinden dolayı, nar meyvesinin oluşturduğu atıkların mekanik özelliklerini saptamak üzere testler gerçekleştirilememiştir.

## 4.ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

### 4.1 Organik atık kökenli üretilen numunelerin ısı özelliklerinin irdelenmesi

Yapılan deneyler sonucunda organik kökenli atıklardan elde edilen deney numunelerinin karakteristik özellikleri saptanmıştır. İlk olarak ısı iletim katsayısı için değerlendirmeye alındığında deney sonucunda elde edilen veriler aşağıdaki gibidir.

#### 4.1.1. Elma Posasının Isıl İletkenlik Katsayısı (k)

$$Q = 65,70203 \cdot 10^{-3} \text{ Watt}$$

$$dx = 0,02 \text{ m}$$

$$dt = 1,9 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$A = 6,6924 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

Buradaki veriler Eşitlik 1 de yerine koyulduğunda;

$$k = (65,70203 \cdot 10^{-3}) \cdot (0,02) / 6,6924 \cdot 10^{-4} \cdot (1,9) \text{ eşitliğine ulaşılmaktadır.}$$

$$k = 1,033411505 \text{ (W/mK) olarak hesap edilir.}$$

#### 4.1.2. Portakal Posasının Isıl İletkenlik Katsayısı (k)

$$Q = 38,6116 \cdot 10^{-3} \text{ Watt}$$

$$dx = 0,02 \text{ m}$$

$$dt = 4,65118 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$A = 6,6924 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$k = (38,6116 \cdot 10^{-3}) \cdot (0,02) / 6,6924 \cdot 10^{-4} \cdot (4,65118)$$

$$k = 0,248086285 \text{ (W/mK)}$$

#### 4.1.3. Nar Kabuğunun Isıl İletkenlik Katsayısı (k)

$$Q = 62,32217 \cdot 10^{-3} \text{ Watt}$$

$$dx = 0,02 \text{ m}$$

$$dt = 2,65 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$A = 6,6924 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$k = (62,32217 \cdot 10^{-3}) \cdot (0,02) / 6,6924 \cdot 10^{-4} \cdot (2,65)$$

$$k = 0,70282111 \text{ (W/mK)}$$

#### 4.1.4. Nar Çekirdeğinin(Tanecik Boyutlu) Isıl İletim Katsayısı (k)

$$Q = 56,37833 \cdot 10^{-3} \text{ Watt}$$

$$dx = 0,02 \text{ m}$$

$$dt = 4,44357^\circ\text{C}$$

$$A = 6,6924 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$k = (56,37833 \cdot 10^{-3}) \cdot (0,02) / 6,6924 \cdot 10^{-4} \cdot (4,44357)$$

$$k = 0,379165039 \text{ (W/mK)}$$

Çizelge 4.1. Numunelerin ısııl katsayısı hesaplamalarında kullanılan veriler

Numune	Veri sayısı	Q(Uygulanan ısı miktarı Watt)	dx (mesafe m)	dt(sıcaklık farkı ortalama)	k (W/m K)
Elma numunesi	1348	65,70203*10-3	0,02	1,9	1,033411505
Portakal posası numunesi	634	38,6116*10-3	0,02	4,65118	0,248086285
Nar kabuğu numunesi	724	62,32217*10-3	0,02	2,65	0,70282111
Nar çekirdeği numunesi	599	56,37833*10-3	0,02	4,44357	0,379165039

Bu sonuçlar genel olarak ağaç kökenli yapılarda beklenen bir sonuçtur (0,07-0.2 W/m K). Ancak dikkat edilmesi gereken husus böyle bir ısııl geçirgenliğe sahip olan numunelerin metallere göre çok düşük bir değer ortaya koymasıdır. Kullanım alanı açısından değerlendirildiğinde elektronik ürünlerde kendisine göre daha yüksek ısııl iletkenliğe sahip bölgelerde uygun şartlar altında bir alternatif malzeme olarak tercih edilebilir. Ayrıca yalıtım malzemesi olarak değerlendirilmesi bakımından da yüksek bir ısııl geçirgenliğe sahip olduğu görülse de yüksek miktarda sıcaklık ihtiva eden ortamlarda bir miktar yalıtım sağlaması mümkündür.

Isııl katsayısı hesaplamalarında veri sayısı, nem oranı ve sıcaklık değerlerindeki değişimlerin anlık yâda ortalama olarak hesap edilmesi sonuçlara etki etmektedir. Bu hesaplamalar numunelerin tamamen kurutulmuş bir şekilde hazırlanması, maksimum veri sayısı elde edilerek hesaplanmıştır. Bu düşünceden hareketle ısııl katsayısı sonuçlarına en yakın düzeyde yaklaşılmaya çalışılmıştır.

Veri sayılarındaki farklılık deney uygulaması esnasında sıcaklık artışına bağlı olarak numunenin bir yüzeyinden diğerine akan ısı miktarındaki değişimin zamanla sabit bir değere dönüşmesi gerçekleşene kadar sürdürülmesinden kaynaklanmaktadır.

Çizelge 4.2. Bazı malzeme türlerinin ısı katsayısı değerleri [64]

Malzeme Türü	Isı katsayısı k (W/m K)
Hava	0,025
Su	0,6
Alüminyum	237
Bakır	390
Paslanmaz çelik	16
Beton	1,28
Ağaç kökenli yapılar vb.	0,07-0,4

Yukarıda ki Tablo 'da bazı malzemelerin ve elementlerin ısı katsayısı değerleri verilmiştir. Organik kökenli yâda ağaç kökenli malzemelerin ısı iletimlerinin çok düşük bir aralıkta olduğu açıkça görülmektedir.

Literatürde bu çalışmaya en yakın çalışma olarak, Üstün.İ. ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada nar çekirdeğinin toz formuna getirildikten sonra preslenmesine bağlı olarak, 758 veri üzerinden işlemler gerçekleştirilerek son 58 veri baz alınmak sureti ile nar çekirdeği tozu numunesinin ısı iletim katsayısı  $k = 2.777$  (W/mK) olarak tespit edilmiştir [65]. Tez kapsamında yapılan uygulamadaki nar çekirdeği granülleri ile aradaki farkın ise; tanecik boyutu, veri sayısı, numunelerin ısı iletim gelmeleri bağlamında ortaya çıkan farklılıklardan kaynaklandığı öngörülmektedir. Bu durumda ise tanecik boyutlu yani daha kaba taneli olarak preslenen çekirdek numunelerinin daha az ısı iletimi sağladığı söylenebilir. Hesaplama noktasında temel alınan veri sayısının daha fazla uygulanması hassasiyet anlamında daha doğru sonuçları meydana koymaktadır.

Bu çalışma kapsamında organik atıkların ısı iletim katsayılarının bu veriler doğrultusunda ortaya konması, gündelik olarak hiçbir kullanıma sahip olmayan organik atıkların verimli bir hammadde kaynağı olarak geri kazanıma sunulabileceğini göstermiştir. Belirli bir fiziksel forma girebilen ve çürüme olmaksızın varlığını sürdürebilecek bir kimyasal yapıya

sahip olabilen bu atıkların, geri kazanımının sağlanması organik ürünlerin kullanım verimliliğini yarı yarıya arttıracak bir oranda ortaya koymaktadır. Piyasada oluşturulan yalıtım malzemeleri ile mukayese edildiklerinde ise hammadde kaynağı olarak çöp niteliğindeki atıkların tercih edilmesi ekonomik anlamda büyük fayda sağlayacaktır.

#### **4.2 Organik atık kökenli numunelerin mekanik özelliklerinin irdelenmesi**

Bu kısımda organik atıklardan elde edilen numunelere çentik darbe testi uygulanması sonucunda ortaya çıkan sonuçlar verilecektir. Çentik darbe testinin genel amacı numunelerin üzerine uygulanan bir kuvvete karşılık absorbe ettikleri enerji miktarlarının belirlenmesi olarak tanımlanabilir. Ancak farklı sıcaklık değerlerinde malzemelerin farklı mekanik davranışlar sergilediği birçok araştırma sonucunda tespit edilmiştir.

Bu çalışmada elma ve portakal atıklarından elde edilen üçer tane numune, oda sıcaklığı, daha soğuk bir sıcaklık ve daha sıcak bir sıcaklık olmak üzere üç farklı sıcaklık değerinde teste tabi tutulmuşlardır. Elde edilen veriler bir excel dosyasına aktarılarak grafik analizleri yapılmış ve fiziki özellikleri hakkında bir öngörü kazanılmıştır.

Nar çekirdeği ve nar kabuğu atıklarından aşırı kırılğan bir yapıda olmaları sebebiyeti ile numune üretimi gerçekleştirilememiştir. Bu sebepten ötürü bu kısımda bu iki atık türünün sonuçları elde edilememiştir. Genel bir bakış açısı ile nar meyvesinin atıkları kurutulduktan sonra saf halleri ile çok mukavemetsiz bir yapıya büründükleri söylenebilir. Bununla birlikte saf hallerinde bir malzeme olarak kullanılmaları ise rijid bir şekilden ziyade toz partikülleri şeklinde, yada bir karışım oluşturularak mukavemet kazandırılmaları sonucunda değerlendirilebilirler.

##### **4.2.1. Elma numuneleri için çentik darbe testi verileri**

###### **Elma Numune 1:**

Oda sıcaklığında: 28°C

Kırılma enerjisi: 1,4354 J

Çentik darbe enerjisi: 14,35 kJ/m<sup>2</sup> olarak bulunmuştur.

###### **Elma Numune 2:**

Sıcaklık: 15°C

Kırılma enerjisi: 0,6914 J

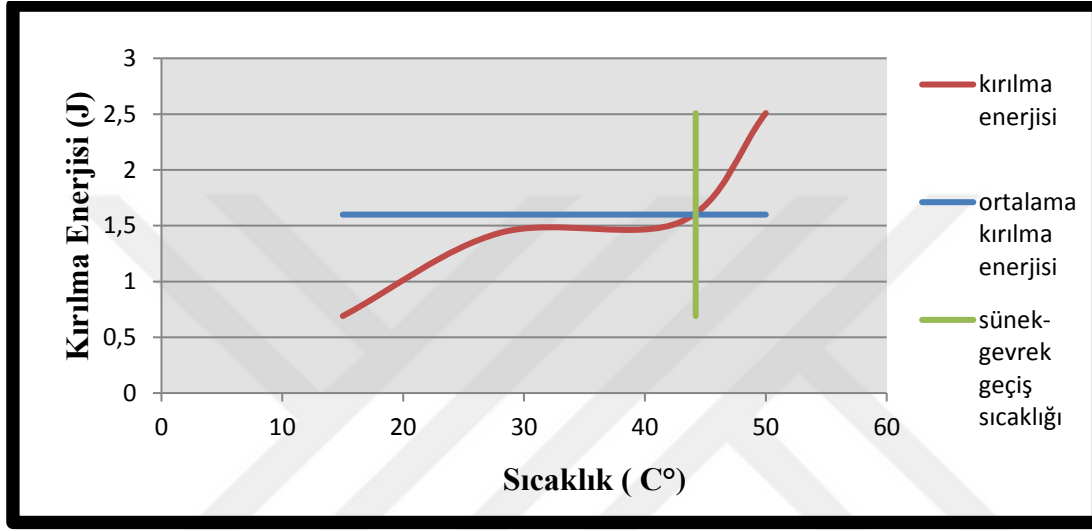
Çentik darbe enerjisi: 6,91 kJ/m<sup>2</sup> olarak bulunmuştur.

### Elma Numune 3:

Sıcaklık: 50°C

Kırılma enerjisi:2,5086 J

Çentik darbe enerjisi: 25,09 kJ/m<sup>2</sup> olarak bulunmuştur.



Şekil 4.1. Elma posasından elde edilen numunelerin kırılma enerjileri ve sıcaklık grafiği

Şekil 4.1'de ki verilerden hareketle elma posası numunesinin darbe sönümleyici özelliği oda sıcaklığında belirli bir optimum değere sahip iken sıcaklık düştükçe mukavemetini kaybetmektedir. Buradan düşük sıcaklıklardaki ortamlarda kullanılması açısından mukavemetin çok düşük seviyelerde istenebileceği kullanımlarda tercih edilebilir. Bununla birlikte sıcaklık miktarı arttıkça mukavemet özellikleri artmaktadır. Ayrıca ortalama kırılma enerjisi değerinin kırılma enerjisi eğrisini kestiği noktaya denk gelen sıcaklık değeri kritik sıcaklık olarak 44 °C sıcaklığına sahiptir. Elma numunesi için bu sıcaklık değerinin üzerindeki sıcaklıklarda sünek davrandığı, bu sıcaklık değerinin altında ki sıcaklık değerlerinde gevrek bir davranış sergilediği sonucuna varılmıştır. Oda sıcaklığında saf halde düzenli bir davranış sergileyen bu numune türünün mevcut durumu ile kullanılabilmesi için alanlarda yaklaşık olarak 14 °C değerindeki bir sıcaklık değişimine toleranslı davranabileceği öngörülmüştür.

#### 4.2.2. Portakal numuneleri için çentik darbe testi verileri

##### Portakal Numune 1:

Sıcaklık: (15°C)

Kırılma enerjisi: 1,1202 Joule

Çentik darbe enerjisi: 11,202 kJ/m<sup>2</sup> olarak bulunmuştur.

### Portakal Numune 2:

Oda sıcaklığında: 29,5°C

Kırılma enerjisi: 5,1427 J

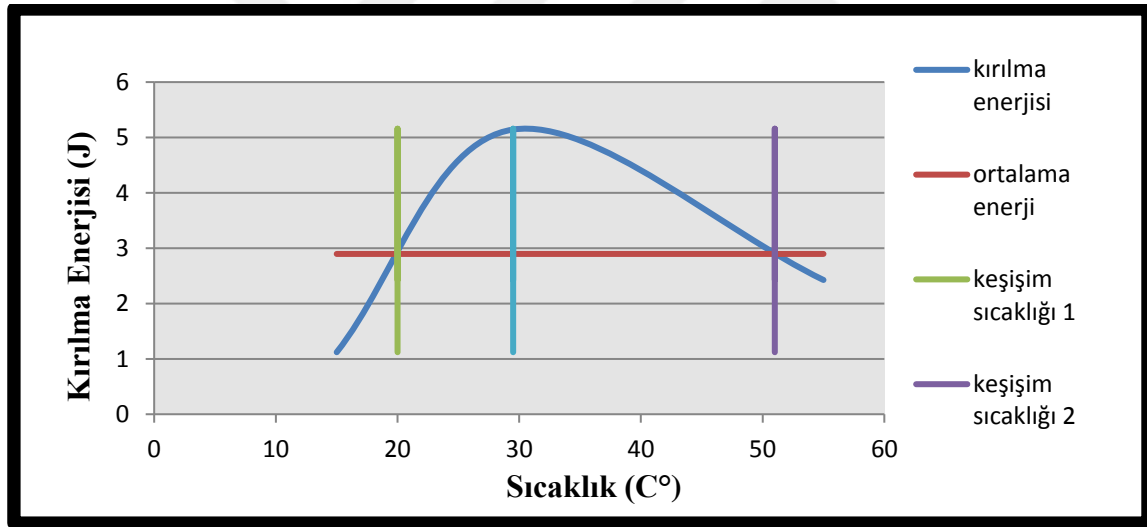
Çentik darbe enerjisi: 51,427 kJ/m<sup>2</sup> olarak bulunmuştur.

### Portakal Numune 3:

Sıcaklık: 55°C

Kırılma enerjisi: 2,4252 J

Çentik darbe enerjisi: 24,252 kJ/m<sup>2</sup> olarak bulunmuştur.



Şekil 4.2. Portakal posasından elde edilen numunelerin kırılma enerjileri ve sıcaklık grafiği

Portakal posasından elde edilen numuneler ile yapılan ölçümler elmaya göre çok daha farklı bir sonuç ortaya koymuştur. Şekil 4.2'de portakal posası için bir değerlendirme yapıldığında 15°C derecelerdeki sıcaklık değerinden itibaren 30 °C derece sıcaklığa kadar düzenli bir artışın görüldüğü, bu bölgede dar bir aralıkta yüksek bir mukavemet değerine sahip olduğu, ancak artan sıcaklık değerine bağlı olarak yine düzenli bir şekilde mukavemet kaybettiği görülmektedir.

Kesişim sıcaklıkları baz alındığında (20-50)°C aralığında sünek bir davranış sergileyen portakal posası, 20 °C altında ve 50 °C üzerinde gevrek bir davranış göstermektedir. Bu

veriler doğrultusunda oda sıcaklıklarında en yüksek dayanıklılığa sahip olan portakal posası için oda sıcaklığını da içine alan 30°C sıcaklık değişiminin gerçekleşebildiği bir süreklilik bölgesi saptanmıştır.

Çizelge 4.3. Elma posası ve portakal posası numunelerinin kırılma ve çentik darbe enerjisi değerleri

	Elma posası	Portakal posası	Sıcaklık °C
Kırılma enerjisi (J)	0,6914	1,1202	15
	1,4354	5,1427	28-29,5
	2,5086	2,4252	50-55
Çentik darbe enerjisi (kJ/m <sup>2</sup> )	6,91	11,202	15
	14,35	51,427	28-29,5
	25,09	24,252	50-55

Elma posası ve portakal posası numunelerinin kırılma enerjileri karşılaştırıldığında 15 °C sıcaklığında portakal posasının absorbe ettiği enerji elmanın neredeyse iki katı kadar fazla olduğu görülmektedir. Bununla birlikte bu sıcaklık değerinden oda sıcaklığına kadar geçen bölümde, elma numunesi dayanımını yaklaşık olarak iki kat arttırırken, portakal posası numunesi beş kat arttırmıştır. Ancak beklenmedik bir şekilde portakal posasının dayanımında oda sıcaklığının üzerindeki sıcaklıklarda bir düşme gerçekleşmiş ve (50-55)°C sıcaklık değerinde her iki numunede benzer bir kırılma enerjisi değeri ortaya koymuştur.

#### 4.3 Organik atık kökenli numunelerin elektromanyetik özelliklerinin belirlenmesi

Bu kısımda deney sonuçlarını yorumlamak için üretilen numuneler, hava ve ticari bir kullanıma sahip absorber (emici) malzemenin ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Hava verilerinin ölçülmesinin sebebi bilindiği üzere, hava üzerine gönderilen sinyaller aynen iletilir Yani, yansımaya ve iletim değerlerinde sinyallerin etkilenmediği bir parametre olarak, referans alınmak üzere ölçülmüştür. Grafik yorumlarında, bu manada üretilen numunelerin yansımaya ve iletim özelliklerinde elde edilen veriler hava referansına göre yorumlanmışlardır. Bir diğer referans olarak alınan ölçüm değeri yine ticari bir kullanımı mevcut olan absorber (emici) malzemenin ölçüm değerleridir. Havaya göre ne kadar farklı

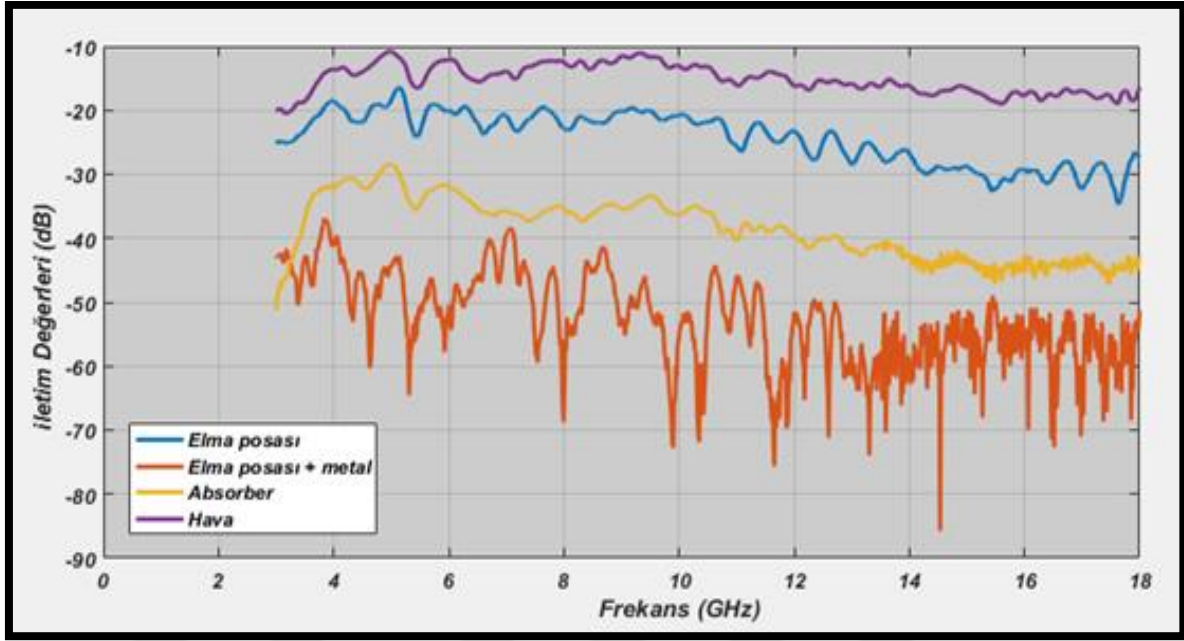


bir tutum sergileyeceği belirlenen numuneler, ikincil olarak, belirtilen absorber (emici) ticari ürünü ile mukayese edilmiştir. Buna ilaveten, numunelerin arkasına bir metal (bakır levha) yerleştirilerek, yine yansıma ve iletim parametreleri grafik çizimlerine eklenmiştir. Bunun temel amacı, malzemelerin saf hallerinde davranışları ile arkalarına bir metal bırakıldığında sergiledikleri davranışları gözlemleyerek genel karakteristiklerini daha iyi analiz etmek içindir. Özellikle metal (bakır levha) tercih edilmesinin sebebi ise bilindiği üzere metaller üzerine gelen elektromanyetik sinyalleri büyük bir oranda geri yansıtır ve geçirmezler. Bu durumda geri yansıyan sinyallerin iki kere numune yüzeyinden geçirilmesi bu ölçüm yöntemi ile sağlanmıştır. Bu durumda, üretilen numunelerin kesin olarak sinyalleri geçirip geçirmediği ve emilimi saptanmaya çalışılmıştır. Bu iki referans arasında organik atıklardan elde edilen numunelerin elektromanyetik karakteristikleri belirgin ölçülerde elde edilmiştir.

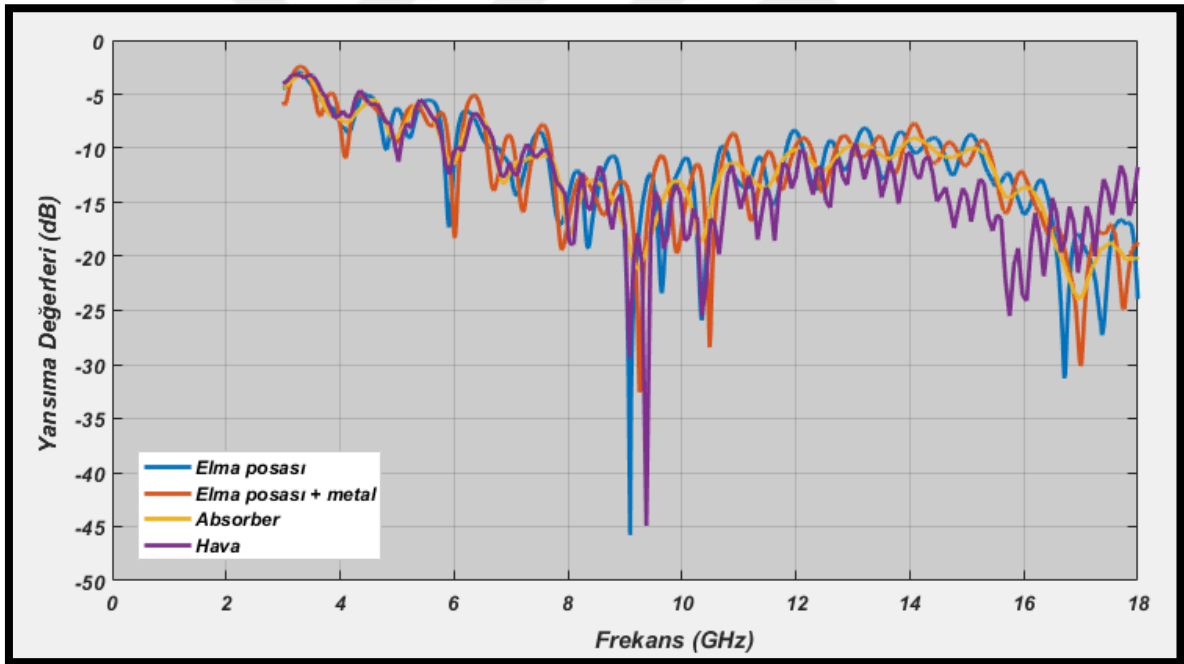
Elde edilen araştırma bulguları, elma posası, nar çekirdeği, nar kabuğu ve portakal olmak üzere 4 numune türü için ayrı ayrı hava ve absorber (emici) malzeme verileri ile mukayese edilmek üzere grafik formatlarına dönüştürülmüştür. Ayrıca, son kısımda üretilen bütün numunelerin birbirleri ile karşılaştırılması adına, üretilmiş numunelerin hepsinin aynı grafikte gösterildiği bir analiz sonucu oluşturulmuştur. Bu değerlendirmeler ışığında üretilen malzemelerin elektromanyetik sinyallere karşı, radom (havaya yakın davranan) yada absorber (emici) malzeme özelliği gösterdiği tespit edilmiştir.

#### **4.3.1 Elma posası numunesinden elde edilen verilerin grafik yorumları**

Şekil 4.3'de elma posası ile hazırlanan kare plaka formunda üretilmiş numunenin, elektromanyetik iletim parametrelerini gösteren bir grafik analizidir. Bu grafikte görüleceği üzere, saf halde elma posası numunesinin iletim değerleri referans olarak değerlendirilen hava verilerinden biraz daha düşük çıkarıken, ticari olarak kullanımda bulunan absorberden daha fazla iletim yapmaktadır. Numunenin arka düzlemine bir metal (bakır levha) yerleştirilerek alınan verileri analiz ettiğimizde ise ticari kullanıma sahip olan absorber malzemedeki daha az iletim gerçekleştirdiği ortaya çıkmıştır. Yani havaya göre sinyalleri bir miktar kestiği saptanan elma posası numunesinin, bakır bir levha ile güçlendirilmesi sonucu absorber malzeme özelliği gösterdiği açıkça belirtilebilir. Buna ilaveten saf formda bu numune türü için 12 GHz frekans değerine kadar havaya daha yakın davrandığı göz önünde bulundurularak radom malzeme özelliğinin de bir miktar sergilediği görülmektedir.



Şekil 4.3. Elma posası numunesinin elektromanyetik sinyal iletim parametreleri



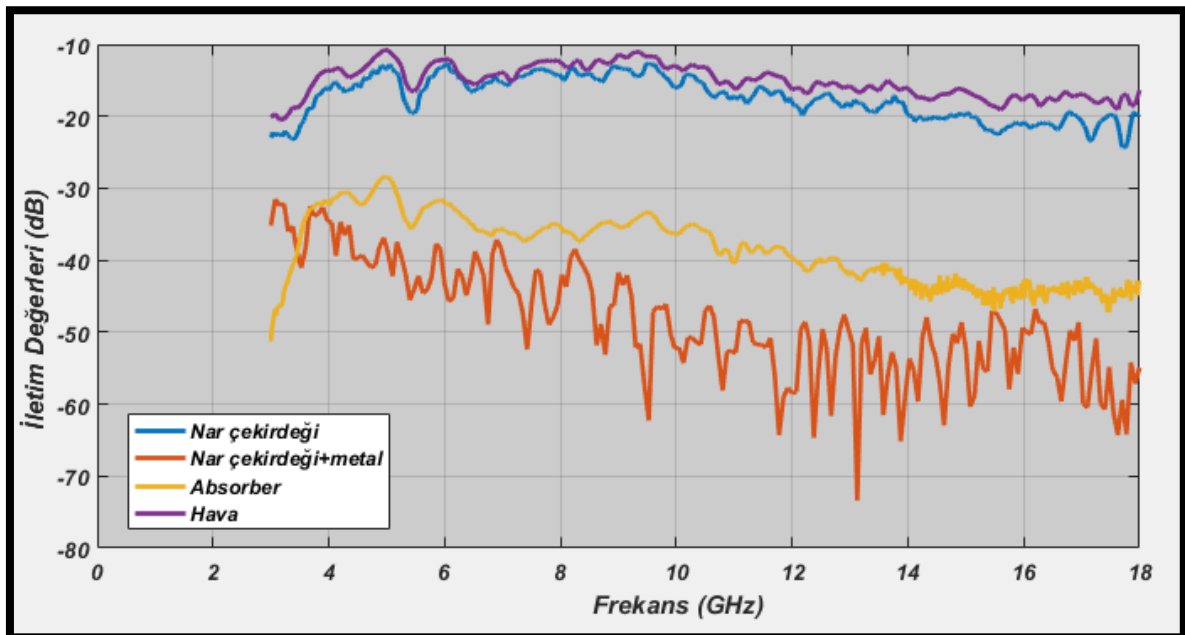
Şekil 4.4. Elma posası numunesinin elektromanyetik sinyal yansımaya parametreleri

Şekil 4.4'de elma posası numunesinin yansımaya parametrelerine bakıldığında genel itibari ile havaya çok yakın davrandığı yani sinyalleri yansıtmadığı sonucuna varılmıştır. İletim parametreleri doğrultusunda bir miktar sinyalleri kestiği öngörülen bu numune türünün, yansımaya parametrelerinde bir yansımaya gerçekleştirmemesi absorber özelliğini belirgin ölçülerde barındırdığını ispat etmektedir. 14 GHz frekans değerine kadar ölçülen bütün veriler havaya büyük oranda yakınlık göstermektedir. 14-16 GHz frekans aralığında havaya göre yine elma posası, absorber (emici) ve elma posası + metal (bakır levha)

numunelerinin hepsinde yansıma gerçekleştiği görülmektedir. 16-18 GHz aralığında ise yine yansıma parametrelerinin hava parametresine çok yakın olduğu ve numunelerin yansıtma özelliğini göstermeden sinyali dağıttıkları yada absorbe ettikleri sonucu ortaya çıkmıştır. Kısaca söylemek gerekirse, elma posası her ne kadar sinyal iletimi bakımından hava gibi davranmamış ve dolayısı ile radom uygulamaları için uygun olmazsa da, elma posası+metal yapı yansıma bakımından ticari absorberdan pek çok frekans değerinde daha az yansıtma yapmış olması (3-4 GHz ile 6-8 GHz aralıklarında), atık elma posalarından oluşan iyi bir absorber tasarımına olanak sağlamaktadır.

#### 4.3.2 Nar çekirdeği numunesinden elde edilen verilerin grafik yorumları

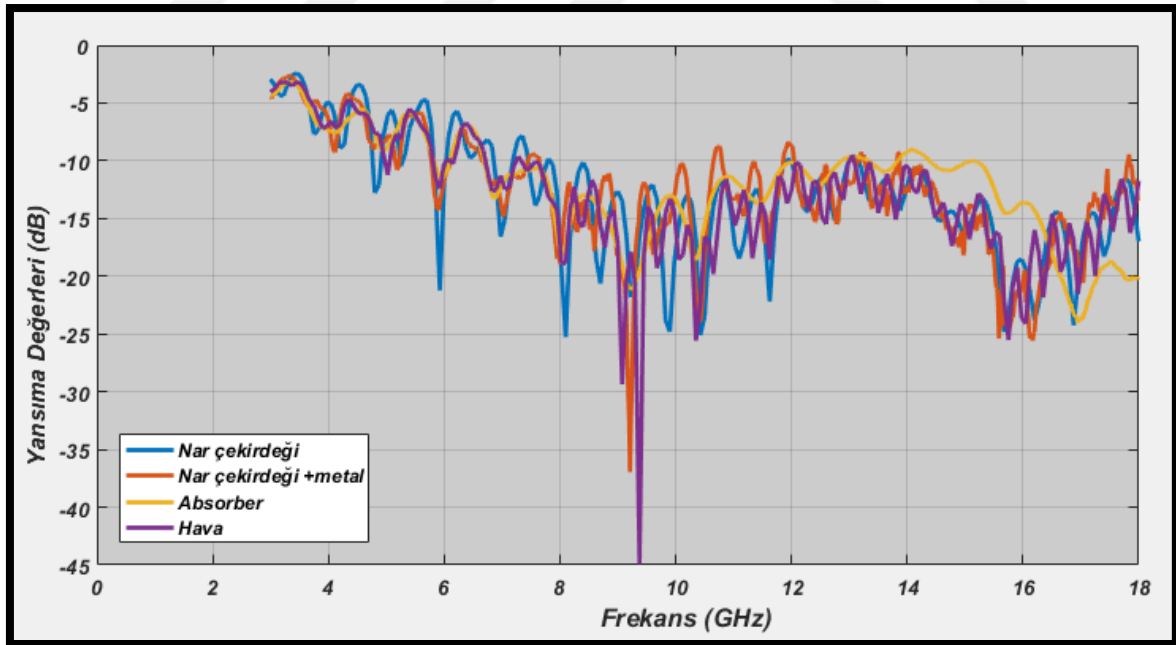
Şekil 4.5'de görülen iletim parametreleri değerlendirildiğinde, nar çekirdeği numunesinin saf halde gerçekleştirdiği iletim parametreleri havaya çok büyük bir benzerlik göstermektedir. Absorber özelliği ise saf formu ile ihmal edilebilir seviyelerde kalmıştır. Bununla birlikte özellikle 6-8 GHz frekans aralığında havaya çok yakın bir iletim gerçekleştirdiği görülmektedir. Arkasına bir metal (bakır levha) bırakıldığında ise çok farklı bir şekilde absorber (emici) malzeme özelliği taşıdığı görülmektedir. Bu hali ile mevcut kullanımda olan ticari absorber (emici) malzeme ile mukayese edildiğinde ise sinyalleri bütün frekans aralıklarında daha iyi kestiği görülmektedir. Bu manada metal güçlendirilmesi sağlandığında absorber (emici) özelliğinin değerlendirilmesi üzerine çalışmalar sürdürülebilir.



Şekil 4.5. Nar çekirdeği numunesinin elektromanyetik sinyal iletim parametreleri

Mukavemet özellikleri açısından da değerlendirme yapıldığında bu numune türünün kullanım alanlarına uyarlanması için güçlendirme gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bu iki öncül eşliğinde bir değerlendirme yapıldığında, elektromanyetik alan özelliklerinin hem absorber (emici) hemde radom (havaya yakın davranan malzeme) özelliklerinin iyileştirilmesi göz önünde bulundurularak bir katkı malzemesi eklenerek işleme tabi tutulabilir. Ayrıca katkı malzemesi olarak seçilecek olan yapı yine atıklardan tercih edilebilir.

Genel bulgular ışığında saf formuna uygulanan işlemlerin geliştirilerek saf formunu bozmaksızın mekanik özelliklerinin de istenilen formda olması durumunda radom malzeme üretimleri için hammadde olarak kullanılması mümkün olabilir. Bununla birlikte geliştirilerek farklı kombinasyonlarda atık grupları ile karıştırılarak istenilen malzeme absorber (emici) ise buna metal tozları vs. eklenmesi bu numune türünün absorber (emici) özelliğini arttırabilir. Bu numune türü her iki kullanım alanı içinde belirgin bir hammadde potansiyeli olma yönünde verileri ortaya çıkarmıştır. Ancak tercihen saf halde en yakın değerlendirilmesi gereken alan radom malzemelerin hammaddesi olarak belirlenmiştir.



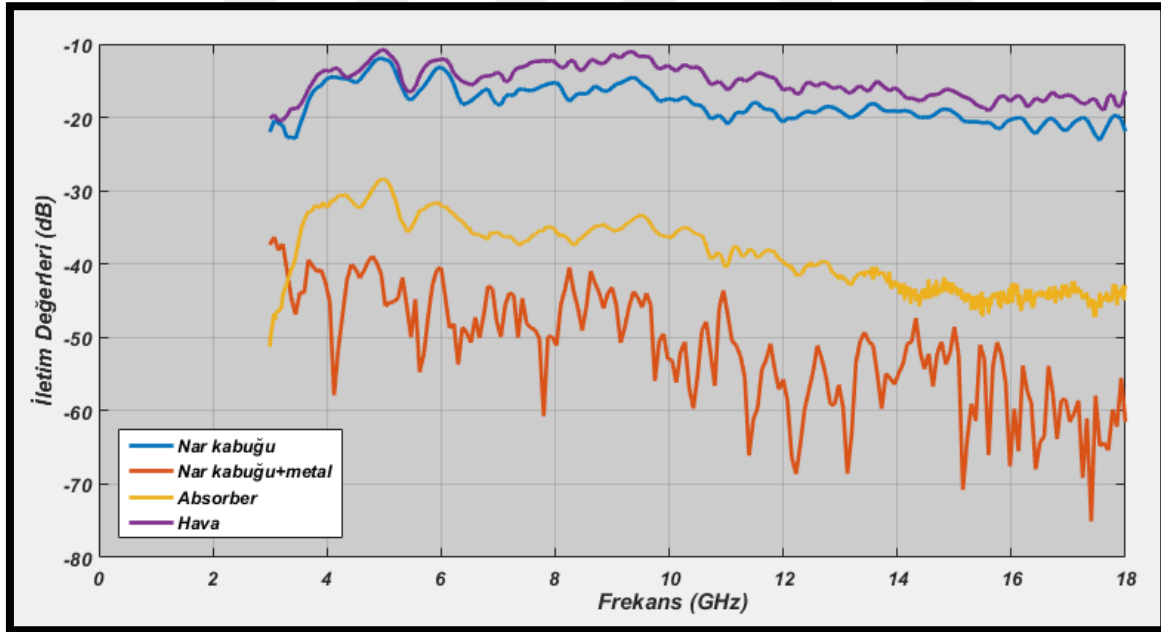
Şekil 4.6. Nar çekirdeği numunesinin elektromanyetik sinyal yansımaya parametreleri

Şekil 4,6'da nar çekirdeği numunesinin yansımaya parametrelerine bakıldığında bütün frekans değerlerinde havaya çok yakın bir davranış sergilediği görülmektedir. Bununla birlikte 14-16 GHz frekans değerleri arasında absorber (emici) malzemeye oranla daha az

yansıma gerçekleştirdiği öngörülmektedir. 16-18 GHz frekans aralığında ise absorber malzemenin yansıtma verileri üretilen numunelerden daha az olduğu tespit edilmiştir. 12 GHz frekansına kadar olan bölümde nar çekirdeği saf halde yansıtma anlamında en az yansıtıcılığa sahip ürün olarak belirgin bir şekilde görülmektedir. Yukarıdaki iletim verileri ile birlikte değerlendirildiğinde yine radom (sinyalleri etkilemeyen) malzeme olarak kullanılması uygun görülmüştür. Tüm bu veriler ışığında, iletim açısından, nar çekirdeğinin hava gibi davranması nar çekirdeği yapısının radom uygulamalarına olanak sağlarken, nar çekirdeği+metal yapının yansıma değerlerinin pek çok noktada absorberdan düşük kalması, nar çekirdeği+metal yapının doğal ve verimli bir absorber olarak kullanılabilmesini göstermektedir. Bu durum kullanım alanları temel alındığında radom ve absorber uygulamalarının her ikisinde uyarlanabilirliğini göstermektedir.

#### 4.3.3 Nar kabuğu numunesinden elde edilen verilerin grafik yorumları

Şekil 4.7'de görülen nar kabuğu ile üretilen numunenin iletim değerlerine bakıldığında, nar çekirdeğine benzer bir elektromanyetik davranış görülmektedir.

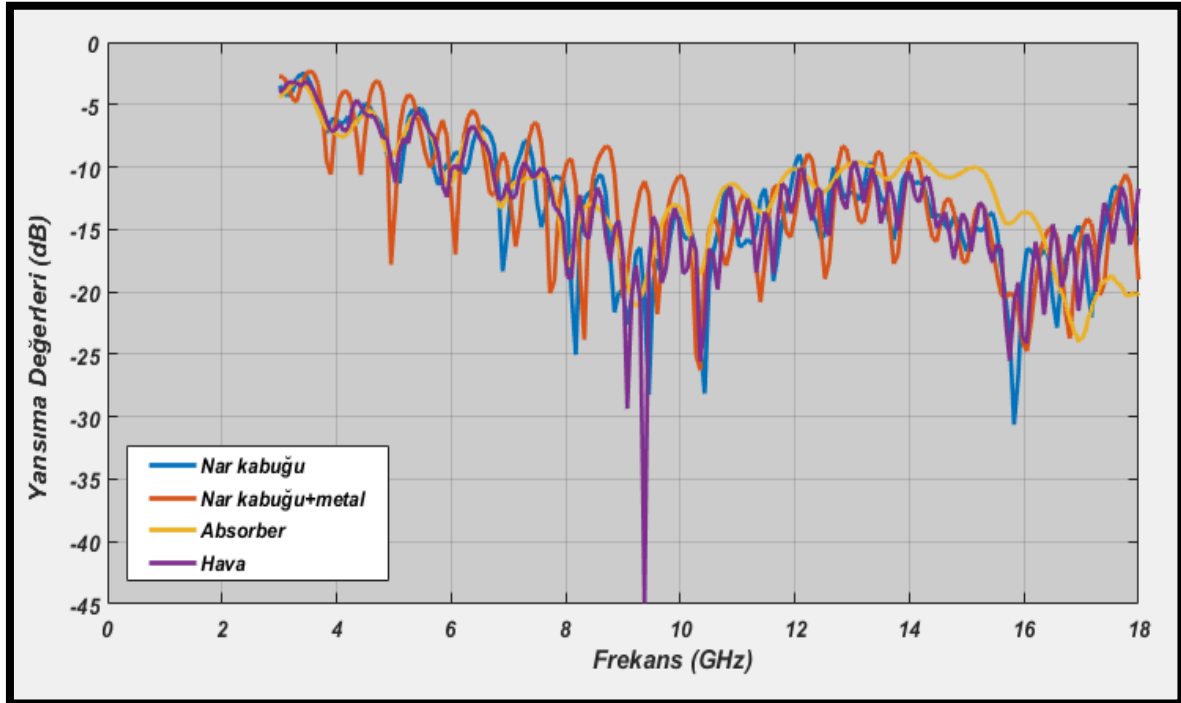


Şekil 4.7. Nar kabuğu numunesinin elektromanyetik sinyal iletim parametreleri

Nar kabuğu numunesinde saf halde özellikle 3-6GHz aralığında iletim değerleri açısından havaya çok benzer özellikler göstermiştir. Bu frekansta benzerlik önemlidir, çünkü kablosuz haberleşmede bu frekans aralığı sıklıkla kullanılmaktadır. Dolayısı ile nar kabuğu bu frekans aralığında yine radom özelliği göstermektedir. Bununla birlikte arkasına metal (bakır levha) bırakıldığında yine özelliğin absorber (emici) malzeme davranışı yönünde

eğilim gösterdiği saptanmıştır. 3-6 GHz aralığında saf halde havaya çok yakın değerler ortaya koyan nar kabuğu numunesinin özellikle bu aralıkta çalışan elektromanyetik malzemelerde ihtiyaç halinde radom malzeme olarak değerlendirilmesinin uygun olacağı düşünülmektedir.

Nar kabuğu numunesinin yansımaya parametreleri değerlendirildiğinde Şekil 4.8'de görülen grafik değerleri ortaya çıkmıştır. Burada 14 GHz frekans değerine kadar yine bütün numune ölçümleri havaya çok yakın görülmekte ve yansımaya yapmadıkları düşünülmektedir. Bununla birlikte yaklaşık olarak 6-10 GHz frekans aralığında yansıtma yapmama anlamında nar kabuğu en iyi sonuçları ortaya koymaktadır.

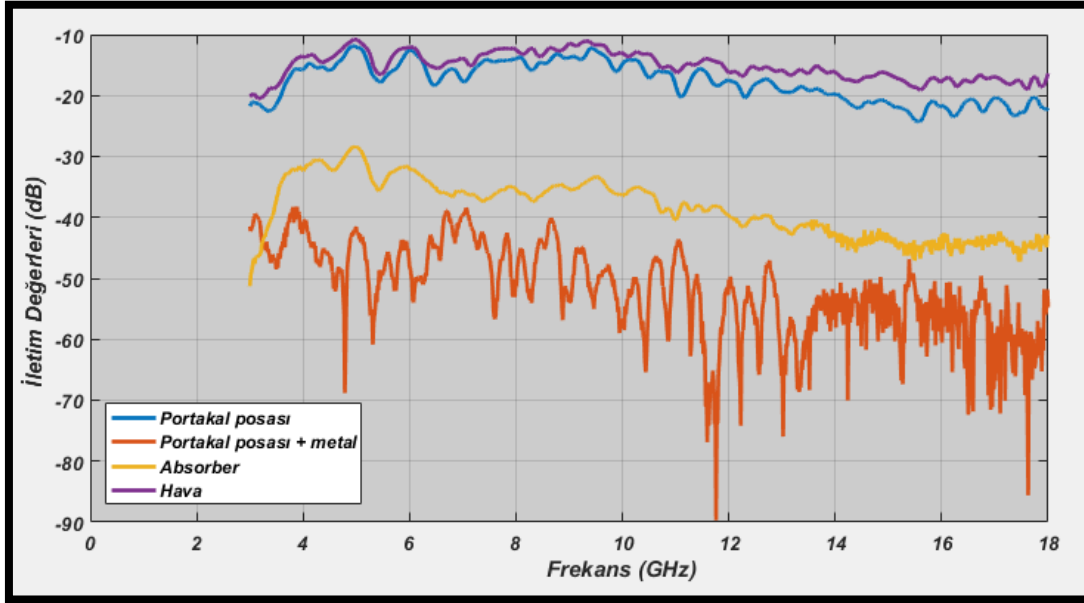


Şekil 4.8. Nar kabuğu numunesinin elektromanyetik sinyal yansımaya parametreleri

14-16 GHz aralığı ve 16-18 GHz aralıklarında ise nar çekirdeği numunesine birebir benzerlik göstermesi dikkat edilmesi gereken bir husustur. Bu sonuçlara göre değerlendirme yapılması durumunda, nar kabuğunun 3-6 GHz aralığında radom olarak kullanımı olasıdır. Ayrıca belirli frekans bölge ve noktalarında da nar kabuğu+metal yapısı iyi bir absorber özelliği ortaya koymaktadır (3-8 GHz ile 12-14 GHz aralığı). Burada dikkat edilmesi gereken bir diğer nokta nar kabuğu+metal yapının yansımaya değerleri ile iletim değerleri beraber ele alındığında, iyi bir absorber (emici) malzeme hammaddesi olma özelliğininde ortaya çıkmış olmasıdır.

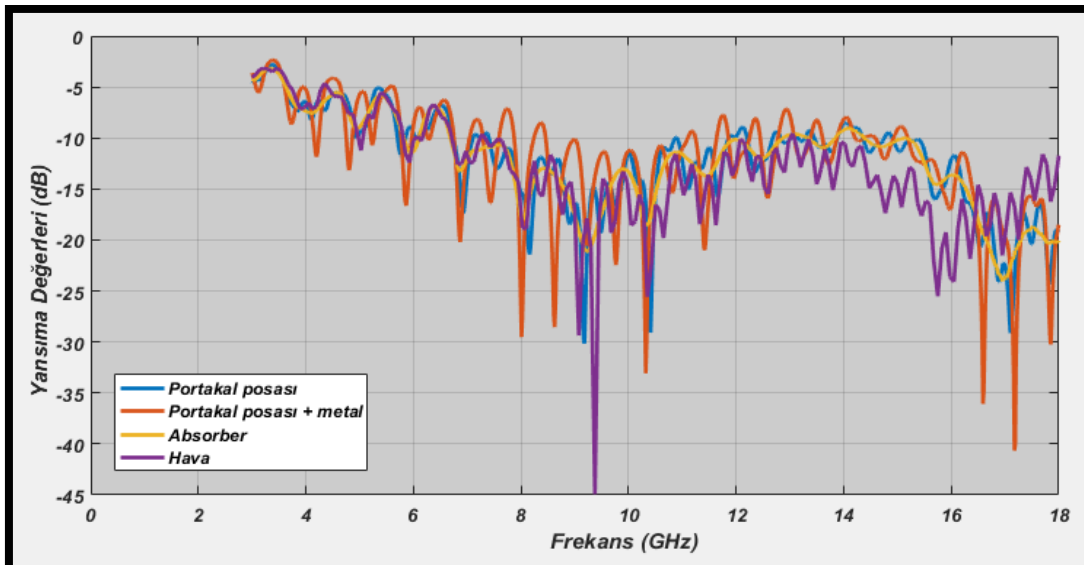
#### 4.3.4 Portakal posası numunesinden elde edilen verilerin grafik yorumları

Şekil 4.9'da elde edilen iletim sonuçlarına göre, portakal posasından oluşan numune, Özellikle 12GHz frekans değerine kadar havanın tepkisi ile hemen hemen birebir karşılık vermektedir.



Şekil 4.9. Portakal posası numunesinin elektromanyetik sinyal iletim parametreleri

Dolayısı ile portakal posası numunesi iletim yönünden hava gibi davrandığı söylenebilir. Buna ilaveten absorber ile iletim parametreleri karşılaştırıldığında saf halde portakal posası numunesi sinyalleri çok fazla etkilememektedir. Yani radom malzeme özelliğini göstermektedir.



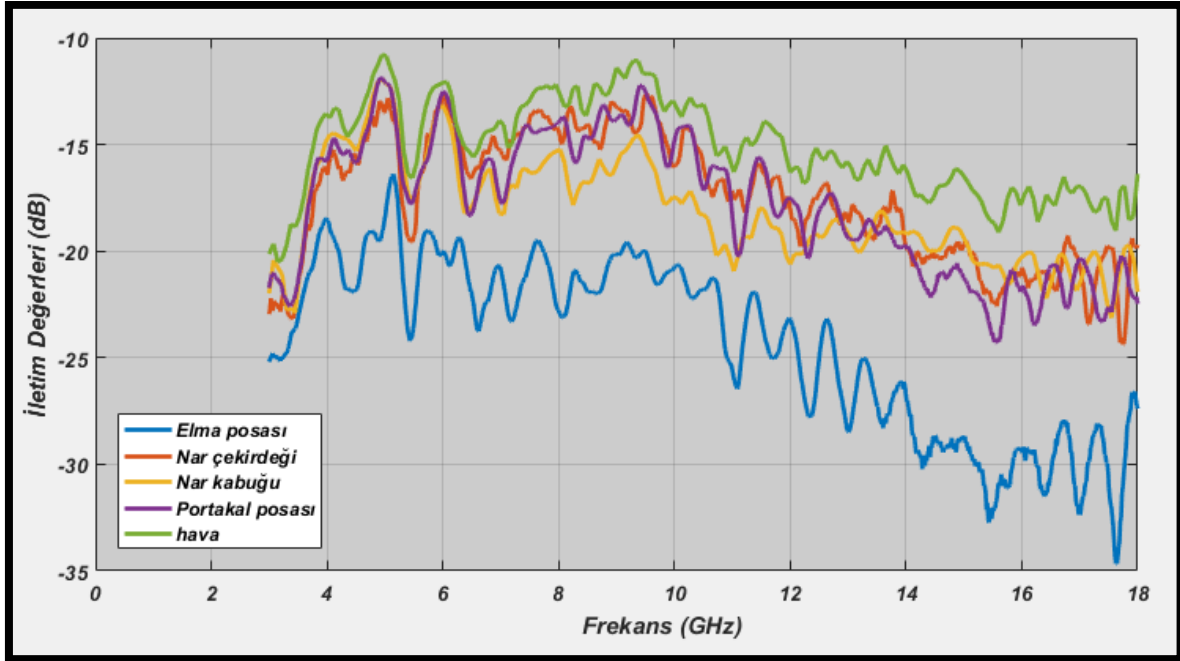
Şekil 4.10. Portakal posası numunesinin elektromanyetik sinyal yansımaları parametreleri

Şekil 4.10'da yer alan yansıma frekans aralıklarındaki uyuma bağlı olarak ve aynı zamanda mekanik özellikleri göz önünde bulundurulmak sureti ile radom uygulamalarına oldukça açıktır. Yansıma özelliklerine bakıldığında, yaklaşık 14GHz değerine kadar portakal posası numunesi referans ölçüm olarak kullanılan havanın yansıma değerleri ile örtüşmektedir. Bu bağlamda portakal posası numunesinin iletim ve yansıma değerleri bütünü ile göz önünde bulundurulduğunda, bu numune radom uygulamalarına oldukça açık olduğu gözlenmiştir. Bunun nedeni portakal numunesinin elektromanyetik özelliklerinin havaya yakın olmasından kaynaklı olduğundandır. Bunun yanında hava ve absorber ile kıyaslandığında, portakal posası numunesinin ardına bakır levha yerleştirilerek elde edilen portakal+metal numunesi referans değer olan havanın ve absorberin yansımasına göre belirli noktalarda -10dB'den fazla aşağıda kalmıştır. Dolayısı ile önerilen portakal posası numunesi, bakır levha ile desteklendiğinde var olan ticari ürün olarak satılan absorberden daha verimli bir ürün haline dönüştürülebileceği ortaya konulmuştur. Bu sonuçlara göre çalışmada ortaya konulan portakal posası numunesi, saf halinde radom gibi kullanılabilirken, arkasına bakır levha yerleştirildiğinde absorber uygulamaları için oldukça verimli olacağı gösterilmiştir.

#### **4.3.5 Bütün numune türlerinin iletim ve yansıma değerlerinin mukayese eden grafik yorumları**

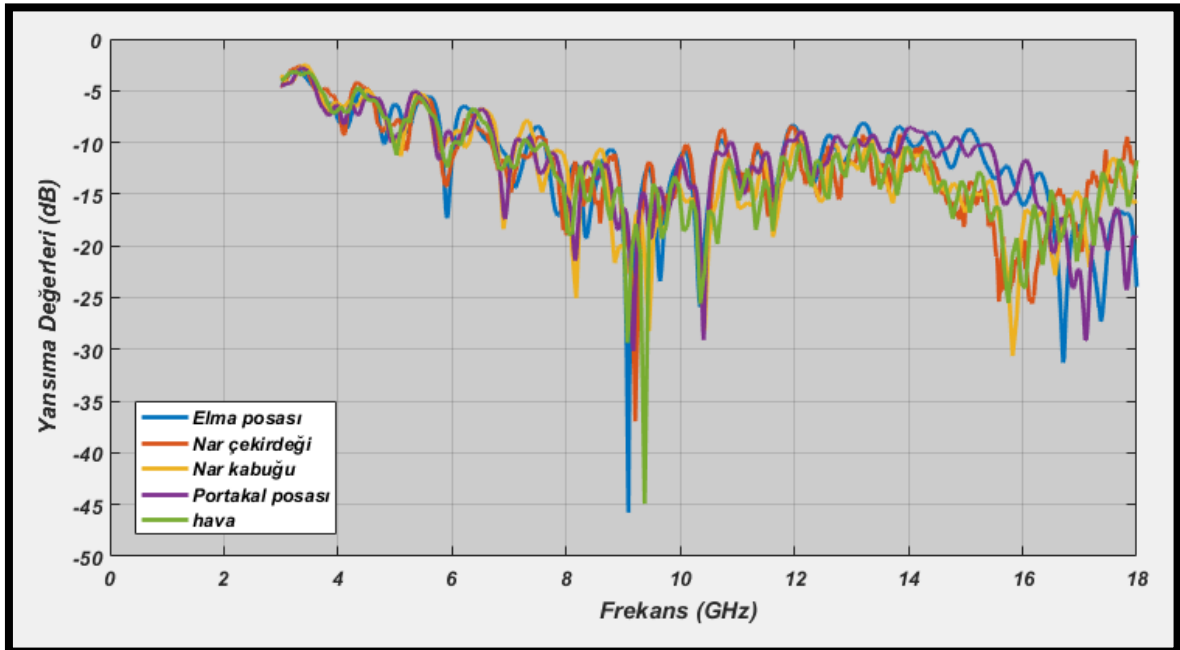
Şekil 4.11'de yapıların tamamı kıyaslandığında portakal posası ve nar kabuğu 3-6 GHz aralığında havaya yakın iletim sergilemiştir. İletim değerlerine göre bu yapıların radom olarak kullanımı ön görülmektedir. Çünkü, havanın iletim değerine göre bu iki yapının iletim değerlerinde ki fark belirli frekanslarda nerede ise örtüşmektedir. Bununla beraber elma posası ise nerede ise hiç iletim göstermemektedir. İletim farkı belirli frekans bölgelerinde -10dB'nin altına düşmüştür. Dolayısı ile iyi bir kalkanlayıcı olarak kullanılması ön görülmüştür. Genel yapıya bakıldığında ise iletim değerlerinde en az iletimi sağlayan elma posası numunesinin değerleri frekans değeri arttıkça azalma yönünde eğilim göstermektedir. Üretilmiş olan diğer numuneler için ise 12 ile 18 GHz frekans aralığında havaya göre biraz daha düşük seviyede iletim verileri ortaya çıkmıştır. Buradan hareketle 12 GHz frekans değeri ve üzerindeki frekanslarda saf formda numunelerin absorber (emici) malzeme özelliğine yakınlık göstermesi bu frekans değerinin altında ise elma posası dışındaki diğer numunelerin radom (sinyalleri etkilemeyen) malzeme özelliğine yönelmesi dikkat çekmektedir.





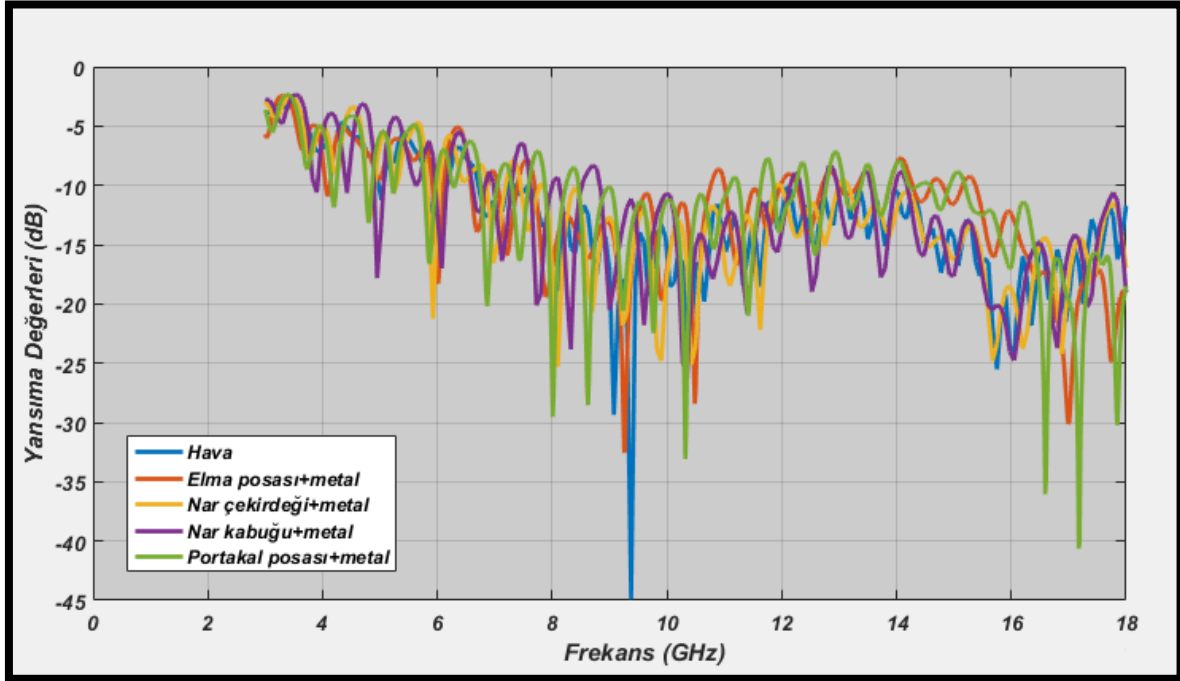
Şekil 4.11. Bütün numunelerin elektromanyetik iletim parametreleri

Bu yapıların test sonuçlarına göre önemli bir detayda çift yönlü davranış sergilemeleridir. 3-18 GHz frekans aralığında, oldukça geniş bir bantta test edilen numuneler bazı noktalarda özel davranışlar sergilemelerini yanı sıra bazı frekans aralıklarında da karakteristik sonuçlar ortaya koymuşlardır.



Şekil 4.12. Bütün numunelerin elektromanyetik yansımaları parametreleri

Şekil 4.12'de bütün numunelerin yansımaya parametrelerinin hava ile mukayesesi gerçekleştirilmektedir. Burada görülen değerlere göre havaya çoğunlukla benzerlik göstermektedir. Yani yansımaya değerleri oldukça düşük çıkmıştır.

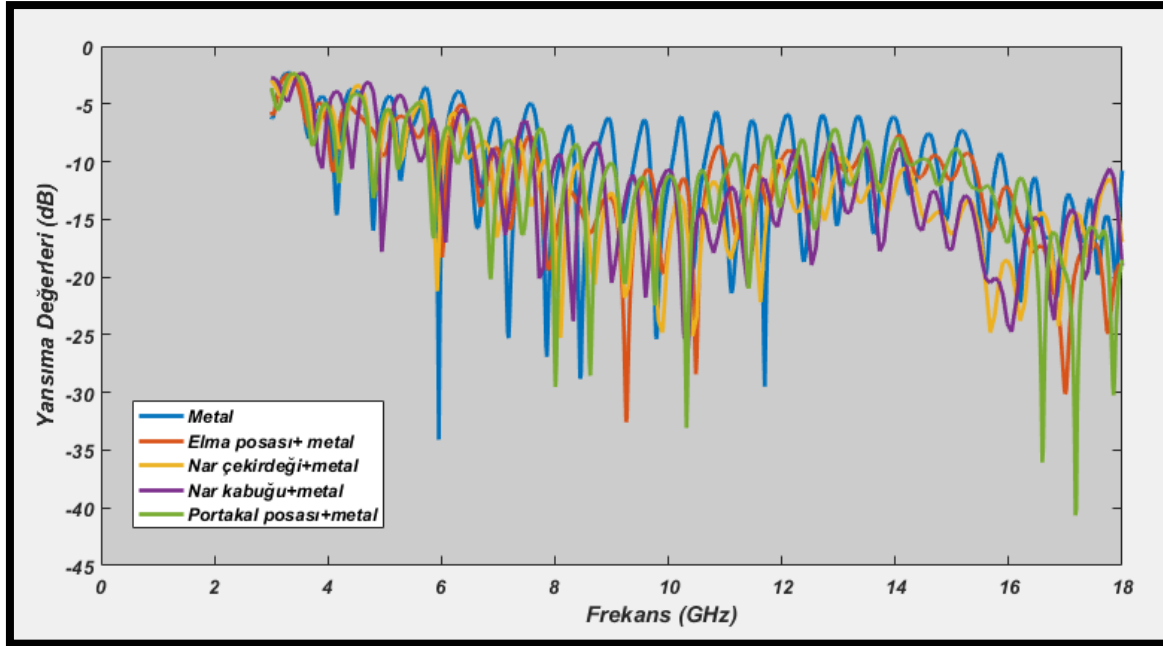


Şekil 4.13. Bütün numunelerin metalli elektromanyetik yansımaya parametreleri

Şekil 4.13'de bütün numune+ metal yapıların yansımaya değerlerinin hava ile kıyaslanmış hali şekilde sunulmuştur. Burada yansımaya az olan numune+metal yapılar için sinyal emiliminin iyi olduğu söylenebilir. Portakal posası +metal yapı 4-11 GHz frekans aralığı ve 16-18 GHz frekans aralığında düşük yansımaya değerleri ortaya koyarken 9-11 GHz frekans aralığı ile 17-18 GHz frekans aralığında elma posası+metal yapı düşük yansımaya değerlerini ortaya koymuştur. Bu iki yapının birbirine benzer özellikler göstermesi yine dikkat çekici bir öncül olarak değerlendirilmektedir.

Bütün numune+metal yapılarının sadece metal ile yansımalarının kıyaslaması Şekil 4.14'de sunulmuştur. Burada metale göre yansımaya daha az olduğu duruma göre yapıların emilimi hakkında karar verilmesi mümkündür. Sonuçlardan anlaşıldığı üzere, belirli frekanslarda numune+metal yapılar, metale göre daha düşük yansımaya sağladığı frekanslar gözlemlenmiştir. Yaklaşık olarak 9 GHz frekansında normal metale göre elma posası + metal numunesi daha az yansımaya gerçekleştirilmiştir. Bu durum elma posası+ metal numunesinin bu frekansda üzerine yollanan sinyalleri büyük oranda emdiğinin kanıtıdır. 12-16 GHz frekans aralığında ise nar çekirdeği + metal ve nar kabuğu + metal

numunelerinin yansımaya değerleri metale göre daha düşük bir seviyede çıkmıştır.



Şekil 4.14. Bütün numunelerin metal ile metalli formlarının mukayese elektromanyetik yansımaya parametreleri

Bu frekans aralığında ise nar atıklarından oluşan numunelerin absorber olarak kullanılması uygun olacaktır. 14-16 GHz frekans aralığında portakal posası+metal ve elma posası+metal numunelerinin yansımaya değerleri en düşük değerler olarak görülmektedir. Bu frekans aralığında da bu iki numune türünün absorber olma eğilimi söz konusudur.

## 5.SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tez kapsamında yapılan çalışmalar sonucunda organik atık kökenli numunelerden referans seçilerek yapılan deneylerde, bu atıkların değerlendirilebileceği kanıtlanmıştır. Bu atıkların değerlendirildikleri takdirde çevresel, ekonomik ve sosyal getirilerinin olabileceği deneysel yöntemlerde ortaya konmuştur.

Genel itibari ile organik atık olarak sınıflandırılan atıkların düzenli bir şekilde ayrıştırılması, depolanması ve basit bir yol izlenerek işlenmeleri sonucu bir hammadde kaynağı olarak varlıklarını sürdürebilir oldukları yine çalışmalar boyunca tecrübe edilen bir diğer husustur. Bu bağlamda organik kökenli atıkların çürümeye bırakıldıkları zaman çevreye verdikleri biyolojik hasar ve aynı zamanda bertaraf işlemi için harcanan alan ve maddi tutarın, bu ve benzeri çalışmalar yoluyla azaltılabileceği ve hatta bir getiri sağlanabileceği savunulmaktadır.

Deneysel sonuçlar kapsamlı bir şekilde irdelendiklerinde, bu atıkların doğada çürüyüp gitmelerini önlemek ve bu atıklar içerisinde belirli referanslandırmalar yaparak literatürde daha önce çalışılmamış bir şekilde kimliklendirme işlemi gerçekleştirilmesi bu tez çalışmasının en belirgin sonucu ve başarısı olmuştur. Karakteristik özellikleri bir kaç alanda belirlenen atıklar birbirleri ile mukayese edilmiş ve en somut halleri ile analizler ortaya konmuştur.

Bu analizler doğrultusunda test sonuçlarından çıkarılabilecek yargılar;

- Isı iletim katsayısı açısından portakal posası numunesinin ısı iletim katsayısı 0,248086285 W/m K olarak en iyi sonucu ortaya koymuştur.
- Mekanik test analizlerine göre portakal ve elma posalarından oluşturulan her iki numune türü oda sıcaklığında sünek bir davranış gösterirken oda sıcaklığının altında kalan sıcaklarda ve ortam soğudukça gevrek davranış göstermiştir. Buna ilaveten oda sıcaklığının üzerinde portakal posası gevrekleşme eğilimine girerken elma posası sünekliğini arttırarak korumuştur.
- Genel itibari ile çok dayanıklı olmayan bu numune türlerinden ürün elde etmek için mekanik iyileştirmelerin yapılması gerektiği sonucuna varılmıştır.
- Elektromanyetik test analizlerine göre ise elma numunesinin absorber (emici) özelliği gösterirken diğer atık türevlerinden oluşturulan numunelerin saf formda

daha çok radom (havanın elektromanyetik özelliklerine yakın) malzeme özelliği göstermesi deneysel olarak saptanmıştır.

- Literatürde daha önce organik atık kökenli materyallere böyle bir yaklaşım ile çözümler getirilmemesi yönünden bu tez çalışması özgün bir yere sahiptir.
- İlk olması dolayısı ile geliştirilmesi gerekmekte ve üzerine eklentiler yapılarak, bu atık grubunun bir çöp olarak nitelendirilmesinin önüne geçilmesi hedeflenen ve ilerleme sağlanan bir diğer konudur.
- Atık geri kazanımı hususunda organik atıkların bir hammadde olması yâda enerji kaynağı olarak değerlendirilebilmesi adına literatüre yenilikçi bir bakış açısı kazandırılmıştır.
- Elektromanyetik alanda elde edilen sonuçlara göre savunma sanayisi, enerji sistemleri, radyasyona maruz kalan bölgeler ve yapılarda çok önemli bir yere sahip olan radom ve kalkanlayıcı malzeme türevlerine bir yenisinin kazandırılabilceği gösterilmiştir.
- Ekonomik olarak hammadde ve enerji tasarrufuna yönelik olumlu sonuçların ortaya çıktığı bu çalışmada tamamen işlevini yitirmiş atıkların tercih edilmesi yine büyük bir fayda olarak öngörülmektedir.

Bu sonuçlara göre her yıl milyonlarca ton oluşturulan ve bertaraf edilmeleri için büyük enerji ve zaman harcanan, çevreyi ve ekolojik hayatı büyük tehlikelere itebilen organik atıkların değerlendirilebilmesinin mümkün olduğu anlaşılmıştır. Ekonomik olarak hiç bir değeri olmayan bu ürünlerin piyasada, yoğun ilgi gören malzemelerin hammaddesi olarak kullanılabilceği deneysel olarak saptanmış ve literatüre kazandırmıştır.

Bu tez çalışması kapsamında organik kökenli atıkların saf hallerinde malzeme özellikleri elde edilmeye çalışılmıştır. Bunun sonucunda gelecek çalışmalar içerisinde organik atıkların saf formdaki özelliklerini geliştirip bir hammadde kaynağından ziyade bir ürün elde etmek mümkün olacaktır.

Üretilen malzemelerin ölçülen özellikleri göz önüne alındığında, reflektör özelliğine sahip olan malzemelerin, elektromanyetik kirliliğin yoğun yaşandığı yerleşim alanlarında yapılara eklenerek elektromanyetik radyasyonun etkisinin önemli miktarda azaltılması sağlanabilir. Bu durum için yüksek gerilim hatlarının bulunduğu bölgeler, baz istasyonuna yakın yapılar üzerinde kullanılabilir. Karakteristiği itibariyle havaya daha yakın özelliğe sahip yapılar anten tasarımlarında özellikle radom olarak bilinen anten kapakları için

kullanılabilir. Havaya yakın bir elektromanyetik tepkisi olduğu için antenin çalışma performansını minimum miktarda etkileyecek ve mevcut halde kullanılan radomlara kıyasla daha avantajlı tasarımlar elde edilecektir. Bunun dışında baskı devre uygulamalarında kullanılan dielektrik malzemelere bir alternatif olarak da değerlendirilebilir. Absorber özelliğini gösteren kombinasyonlar için kalkanlama, test odalarının elektromanyetik yalıtımında daha ekonomik bir malzeme olarak tercih edilebilir. Genel itibari ile askeri uygulamalar, sağlık teknolojilerinde kullanılan ürünler vb. birçok alana hizmet edebilecek şekilde değerlendirilmeleri mümkün olabilir.

Bu çalışma genelinde yaşanan zorluklar karşısında:

- Numunelerin hazırlanması sürecinde, kurutma işleminin gerçekleştirilmesi sonrası presleme işleminde yağ oluşumunun ortaya çıkması, organik atık yoğunluklarının kalıp parçalarına yapışma göstermesi gibi sorunlar ortaya çıkmıştır. Bu sorunlarının çözümlenebilmesi için yağ oluşumları yeniden kurutma ve presleme uygulanarak, kalıplara yapışma problemi ise araya yapışmayı önleyici kâğıt konularak çözülmüş,
- Ölçüm aşamasında elektromanyetik analizler için oluşturulan kare plakaların nar çekirdeği ve kabuğundan üretilen numuneler için zaman zaman kırılmalar yada dağılmalar meydana gelmiştir. Bu durumu önlemek için tekrar basınç işlemi uygulanmış ve yapı hassas bir şekilde ölçüm sahasına götürülerek ölçümler alınmış,
- Nar çekirdeği ve nar kabuğu atıklarından hazırlanan kare plakaların mukavemet özellikleri çok dayanıksız olduğu için bu iki numune türünden çentik darbe testi analizleri için numune üretilmemiş ve ölçümler gerçekleştirilememiştir. Ne yazık ki farklı metotlarla da gerçekleştirilen kesim işlemleri sonucunda her defasında kare plaka dağıldığı için çentik darbe testlerinde iki numuneye ait veri bulunamamaktadır. Ancak genel bir bakış açısı ile bu iki numune türünün dayanımlarının arttırılmaları için saf halde kullanımlarının çok uygun olmadığına karar verilerek,

Bu tez oluşturulmuş ve alt hipotezleri sonuca kavuşturulmuştur.

## KAYNAKLAR

1. Kaya, M. Ç. (2019). *Evsel katı atıkların toplanması, taşınması ve depolanması hususunda yapılan maliyet analizi* (Yüksek Lisans Tezi, Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
2. Yaydırgan, T. (2018). *Mahalli idareler için evsel katı atık tarife belirleme yöntemi* (Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi).
3. Altuntop, E., Bozlu, H., & Karabıyık, E. (2014). Evsel Atıkların Ekonomiye Kazandırılması TR62 (Adana, Mersin) Bölgesi. *Çukurova Kalkınma Ajansı Evsel Atık Raporu*, [http://www.cka.org.tr/dosyalar/evsel\\_atik\\_raporu.pdf](http://www.cka.org.tr/dosyalar/evsel_atik_raporu.pdf) (21.11. 2016).
4. Belsky, A. J., Matzke, A., & Uselman, S. (1999). Survey of livestock influences on stream and riparian ecosystems in the western United States. *Journal of Soil and water Conservation*, 54(1), 419-431.
5. Ahmad, T., Aadil, R. M., Ahmed, H., ur Rahman, U., Soares, B. C., Souza, S. L., ... & Freitas, M. Q. (2019). Treatment and utilization of dairy industrial waste: A review. *Trends in food science & technology*.
6. Li, Z., Wang, D., Sui, P., Long, P., Yan, L., Wang, X., ... & Cui, J. (2018). Effects of different agricultural organic wastes on soil GHG emissions: During a 4-year field measurement in the North China Plain. *Waste management*, 81, 202-210.
7. Smith, P., Martino, D., Cai, Z., Gwary, D., Janzen, H., Kumar, P., ... & Scholes, B. (2007). Greenhouse gas mitigation in agriculture. *Philosophical transactions of the royal Society B: Biological Sciences*, 363(1492), 789-813.
8. West, T. O., & Marland, G. (2002). A synthesis of carbon sequestration, carbon emissions, and net carbon flux in agriculture: comparing tillage practices in the United States. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 91(1-3), 217-232.
9. Sampat, A. M., Hu, Y., Sharara, M., Aguirre-Villegas, H., Ruiz-Mercado, G., Larson, R. A., & Zavala, V. M. (2019). Coordinated Management of Organic Waste and Derived Products. *Computers & Chemical Engineering*.
10. Kaza, S., Yao, L., Bhada-Tata, P., & Van Woerden, F. (2018). *What a waste 2.0: a global snapshot of solid waste management to 2050*. World Bank Publications.
11. Öztürk, İ. (2010). Katı atık yönetimi ve AB uyumlu uygulamaları. *Baskıda, İSTAÇ Yayınları, İstanbul*.
12. Kenanoğlu, R., Baltacıoğlu, M. K., & Baltacıoğlu, E. (2016). Numerical Comparison of HHO and HHOCNG Fuel Performance Analysis with Pilot Diesel Injection. In *Advanced Engineering Forum* (Vol. 18, pp. 58-65). Trans Tech Publications.
13. Zawislak, K., Sobczak, P., Kraszkiwicz, A., Niedziółka, I., Parafiniuk, S., Kuna-Broniowska, I., ... & Obidziński, S. (2019). The use of lignocellulosic waste in the production of pellets for energy purposes. *Renewable Energy*.

14. Gülmez, M. (2016). *Yerel yönetimlerde kentsel katı atık yönetimi-Derince Belediyesi örneği* (Doctoral dissertation, Yüksek Lisans Tezi. Gebze Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Gebze).
15. Yılmaz, A., & Bozkurt, Y. (2010). Türkiye’de Kentsel Katı Atık Yönetimi Uygulamaları Ve Kütahya Katı Atık Birliği (Kükab) Örneği. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 15(1), 11-28.
16. İnternet: <https://sifiratik.gov.tr/> Son Erişim Tarihi: 05/11/2019
17. İnternet: [http://www.haliccevre.com/images/PDF/2007-Atik\\_Yonetimi\\_Raporu.pdf](http://www.haliccevre.com/images/PDF/2007-Atik_Yonetimi_Raporu.pdf) Son Erişim Tarihi: 05/11/2019
18. İnternet:[http://www.cmo.org.tr/resimler/ekler/706bcdeaf887efa\\_ek.pdf?tipi=72&turu=X&sube=0](http://www.cmo.org.tr/resimler/ekler/706bcdeaf887efa_ek.pdf?tipi=72&turu=X&sube=0) Son Erişim Tarihi: 05/11/2019
19. İnternet: <http://thishowedo.blogspot.com/>, Son Erişim Tarihi: 05/11/2019
20. İnternet:<http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2014/12/20141230M1-12-1.pdf>, Son Erişim Tarihi: 05/11/2019
21. İnternet:[http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Waste\\_statistics](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Waste_statistics) Son Erişim Tarihi: 05/11/2019
22. Ashraf, U., Hameed, I., & Chaudhary, M. N. (2016). Solid waste management practices under public and private sector in Lahore, Pakistan. *Bulletin of Environmental Studies*, 1(4), 98-105.
23. Omollo, W. O. (2020). Responsive Infrastructure and Service Provision Initiatives Framing Smart Environment Attainment in Nairobi. Springer Nature.
24. Grandhi, B., & Appaiah Singh, J. (2016). What a waste! A study of food wastage behavior in Singapore. *Journal of Food Products Marketing*, 22(4), 471-485.
25. Vanda, K., & Heilmann, D. (2015). Waste Management Challenges in Cambodia and Experiences from other countries. *Parliamentary Institute of Cambodia*.
26. Oliveira, L. S., Oliveira, D. S., Bezerra, B. S., Pereira, B. S., & Battistelle, R. A. G. (2017). E Environmental analysis of organic waste treatment focusing on composting scenarios. *Journal of cleaner production*, 155, 229-237.
27. Hanay, Ö., & Koçer, N. (2006). Elazığ kenti katı atıkları geri kazanım potansiyelinin belirlenmesi. *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 18(4), 507-511.
28. Karagözoğlu, M. B., Özyonar, F., Yılmaz, A., & Atmaca, E. (2009). Katı atıkların yeniden kazanımı ve önemi. *Türkiye’de Katı Atık Yönetimi Sempozyumu*, 15-17
29. Solak, S. G., & Pekküçükşen, S. (2018). Türkiye’de Kentsel Katı Atık Yönetimi: Karşılaştırmalı Bir Analiz. *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 7(3).
30. Dhar, H., Kumar, S., & Kumar, R. (2017). A review on organic waste to energy systems in India. *Bioresource technology*, 245, 1229-1237.



31. Carvalho, L., Wopienka, E., Pointner, C., Lundgren, J., Verma, V. K., Haslinger, W., & Schmidl, C. (2013). Performance of a pellet boiler fired with agricultural fuels. *Applied energy*, 104, 286-296
32. Prajapati, K. B., & Singh, R. (2019). Enhancement of biogas production in bio-electrochemical digester from agricultural waste mixed with wastewater. *Renewable Energy*.
33. Li, H., Chen, Q., Zhang, X., Finney, K. N., Sharifi, V. N., & Swithenbank, J. (2012). Evaluation of a biomass drying process using waste heat from process industries: A case study. *Applied Thermal Engineering*, 35, 71-80.
34. Krishnamurthy, K. N., Sridhara, S. N., & Kumar, C. A. (2019). Optimization and kinetic study of biodiesel production from *Hydnocarpus wightiana* oil and dairy waste scum using snail shell CaO nano catalyst. *Renewable Energy*.
35. Stephen, J. L., & Periyasamy, B. (2018). Innovative developments in biofuels production from organic waste materials: a review. *Fuel*, 214, 623-633.
36. Bulatov, N. K., Sarzhanov, D. K., Elubaev, S. Z., Suleymenov, T. B., Kasymzhanova, K. S., & Balabayev, O. T. (2019). Model of effective system of processing of organic wastes in biogas and environmental fuel production plant. *Food and Bioproducts Processing*, 115, 194-207.
37. Danielsson, M. (2017). The plastic bag ban in Rwanda: local procedures and successful outcomes.
38. Kaza, S., Yao, L., Bhada-Tata, P., & Van Woerden, F. (2018). *Waste and Society*.
39. Yao, L., & Van Woerden, F. (2018). *Waste Administration and Operations*.
40. Molstad, E. P., Heyer, K. P., Martin, K., & Sardi, P. (2018). Reducing Single-Use Plastic in a Thai School Community: A Sociocultural Investigation in Bangkok, Thailand.
41. Meyer, D. S. *African Smart Cities: A Global Comparative Review*.
42. Tiller, R., Arenas, F., Galdies, C., Leitão, F., Malej, A., Romera, B. M., ... & Guerra, R. (2019). Who cares about ocean acidification in the Plasticene?. *Ocean & Coastal Management*, 174, 170-180.
43. Wee, S., & Abas, M. A. (2015). Good governance practices in national solid waste management policy implementation: A pilot study on solid waste corporation's staff in Batu Pahat, Malaysia. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*.
44. Gündüzalp, A. A., & Güven, S. (2016). Atık, çeşitleri, atık yönetimi, geri dönüşüm ve tüketici: Çankaya belediyesi ve semt tüketicileri örneği. *Hacettepe Üniversitesi Sosyolojik Araştırmalar E-Dergisi*, ISSN, 1304-2823.
45. Şen, M., & Kestioğlu, K. (2007). Kırsal Belediyelerde Evsel Katı Atıkların Geri Kazanımı ve Ekonomik Analizi: Mustafakemalpaşa İlçesi/Bursa Örneği. *Ekoloji dergisi*, 16(65).

46. Gürer, A., & Sakız, G. (2018). Yetişkinlerin Küresel Isınma ile İlgili Bilgi Düzeyleri ve Geri Dönüşüm Farkındalıkları. *Itobiad: Journal of the Human & Social Science Researches*, 7(2).
47. Gürbüz, M. (2018). Atık İçecek Kutularından Üretilmiş Alüminyumun Mekanik Özelliklerine Soğuk İşlemin Etkisi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 20(58), 28-35.
48. Özkan, A., Yapıcı, E., Günkaya, Z., & Banar, M. (2018). Atık Portakal Kabuklarıyla Baskılı Devre Kartlarından Paladyum Adsorpsiyonu. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22(1), 201-206.
49. Çolakoğlu, B., & Çolakoğlu, B. (2018). *Tarımsal atıkların alternatif kullanım alanları konusunda üretici eğilimleri* (Master's thesis, Namık Kemal Üniversitesi).
50. İnternet:<https://bienal.iksv.org/tr/16-istanbul-bienali/yedinci-kita> (Son erişim tarihi; 05/11/2019)
51. Paes, L. A. B., Bezerra, B. S., Deus, R. M., Jugend, D., & Battistelle, R. A. G. (2019). Organic solid waste management in a circular economy perspective—A systematic review and SWOT analysis. *Journal of Cleaner Production*, 239, 118086.
52. İnternet: <https://tr.euronews.com/2019/07/23/roma-plastik-su-sisesini-getirene-metro-bileti-bedava> Son Erişim Tarihi: 05/11/2019
53. İnternet:<https://www.yesilist.com/real-madrid-ve-juventusun-yeni-formalari-okyanus-plastikleri-kullanilarak-uretildi/> Son Erişim Tarihi 09/10/2019
54. İnternet:<http://www.yeniisfikirleri.net/yenilebilen-ve-biyolojik-olarak-0-parcalanabilen-cevreci-poset/> Son Erişim Tarihi: 05/11/2019
55. Priya, A. D., & Setty, Y. P. (2019). Cashew apple juice as substrate for microbial fuel cell. *Fuel*, 246, 75-78.
56. Gupta, N., Poddar, K., Sarkar, D., Kumari, N., Padhan, B., & Sarkar, A. (2019). Fruit waste management by pigment production and utilization of residual as bioadsorbent. *Journal of environmental management*, 244, 138-143.
57. Kozak, M. (2010). Tekstil atıkların yapı malzemesi olarak kullanım alanlarının araştırılması. *Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 6(1), 62-70.
58. Gürer, C., Akbulut, H., & Kürklü, G. (2004). İnşaat endüstrisinde geri dönüşüm ve bir hammadde kaynağı olarak farklı yapı malzemelerinin yeniden değerlendirilmesi. *Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, İzmir*, 28-36.
59. Özkan, A. (2018). Atık baskılı devre kartlarından değerli metal geri kazanım yöntemlerinin çok ölçütlü karar verme teknikleri ile değerlendirilmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 18(2), 529-537.
60. Yılmaz, D., Kılıç, H., & Aksoy, K. (2018). rPET Atıkları Kullanılarak Bor, Zeolit ve Pomza Partikül Takviyeli Nanokompozit Üretimi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22(1), 191-200.

61. Akyıldız, A. (2018). Yumurta Kabuğu Katkılı Harçların Mekanik Özellikleri. *Karaelmas Science and Engineering Journal*, 8(2), 570-574.
62. Dhillon, G. S., Kaur, S., & Brar, S. K. (2013). Perspective of apple processing wastes as low-cost substrates for bioproduction of high value products: A review. *Renewable and sustainable energy reviews*, 27, 789-805.
63. Nayak, A., & Bhushan, B. (2019). An overview of the recent trends on the waste valorization techniques for food wastes. *Journal of environmental management*, 233, 352-370.
64. Yeşilata, B. Mühendislikte Temel Isı Transferi, Ders notları, (2007), Harran Üniversitesi. ([https://www.academia.edu/40425010/Is%C4%B1\\_Transferi\\_Heat\\_Transfer\\_in\\_Turkish](https://www.academia.edu/40425010/Is%C4%B1_Transferi_Heat_Transfer_in_Turkish))
65. Üstün, İ., Koç, Y., Yağlı, H., Köse, Ö., Başar, M. T., Karakuş, C., ... & Koç, A. (2019). Determination of heat transfer coefficient and electromagnetic directional analysis of pomegranate seed. *International Advanced Researches and Engineering Journal*, 3(2), 98-104.

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : BAŞAR, Mustafa Tunahan  
 Uyuğu : T.C.  
 Doğum tarihi ve yeri : 23.04.1994, Antakya  
 Medeni hali : Bekar  
 Telefon : 05078435050  
 Faks : -  
 e-mail : mustafabasar.mfbe17@iste.edu.tr



### Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek lisans	İskenderun Teknik Üniversitesi / Makina Mühendisliği	2018-2020
Lisans	İskenderun Teknik Üniversitesi / Makina Mühendisliği	2017
Lise	Süleyman Demirel Anadolu Lisesi	2012

### İş ve Staj Deneyimi

- 30.06.2016 İSDEMİR Demir ve Çelik A.Ş. ' Stajer'
- 30.07.2016 İSDEMİR Demir ve Çelik A.Ş. ' Stajer'

### Yabancı Dil

İngilizce :71,25 YÖKDİL 2019/Mart

### Tezden Türetilmiş Yayınlar

#### a)Uluslararası tam metin bildiri

Başar M.T., Baltacıoğlu M. K., Akgöl O., Karaaslan M. (2019) Portakal Atıklarının Elektromanyetik Sinyallere Maruz Bırakılarak Yansıtıcılık ve Kalkanlama Özelliklerinin İncelenmesi. V. International Congress on Natural and Health Sciences (ICNHS-2019, ADANA). Sayfa 55-67

**b)Ulusal tam metin bildiri**

Baltacıoğlu M. K., Başar M.T., Karaaslan M., Akgöl O. (2019) Organik Atıkların Elektromanyetik Absorbsiyon Özelliklerinin İncelenmesi. *19. Ulusal Makine Teorisi Sempozyumu (UMTS-2019, HATAY)*. Sayfa 540-547

**Yazarın Diğer Yayınları**

a) Üstün, İ., Koç, Y., Yağlı, H., Köse, Ö., **Başar, M. T.**, Karakuş, C., ... & Koç, A. (2019). Determination of heat transfer coefficient and electromagnetic directional analysis of pomegranate seed. *International Advanced Researches and Engineering Journal*, 3(2), 98-104.

b) Baltacıoğlu M. K., Başar M.T., İskenderoğlu F.C., Conker Ç., Atçı A. (2019) Experimental Investigation of Hydroxyl Gas Production by Using Distilled and Ultra-Pure Water. IV. International Hydrogen Technologies Congress (IHTEC- 2019, EDİRNE). Sayfa 461-464

**Hobiler**

Yüzme, Bağlama çalmak, Kitap okumak.

## DİZİN

### A

Agilent N5234A PNA-L  
Mikrodalga Network Analiz  
Cihazı · 26, 28, 30  
Avrupa · 7, 10  
Alüminyum · 20, 29, 39  
Anten · 30, 31, 32, 56, 57

### B

Biyolojik · 3,22,24,55  
Basınç · 24,28,29,57  
Blok · 28,29

### C

Cihaz · 20,26,28,30,31  
,32,33,35,36

### Ç

Çentik · 26, 30, 35, 36, 40,  
41, 42, 43, 57  
Çürüme · 5, 27, 29, 55  
Çelik · 8, 28, 39  
Çekiç · 36

### D

Dişi · 28,29  
Deformasyon · 3, 29

### E

Ekran · 28, 32, 33, 36

### F

Fiziksel · 3, 12, 19, 39

### G

Geniş · 12, 21, 23, 31, 52  
Gözlem · 28, 44, 53

### H

Horn · 31

Hesaplama · 32, 38, 39  
Hassasiyet · 19, 28, 39

### I

Isıl · 4, 12, 16, 25, 33, 34, 36, 37,  
38, 39

### İ

İmalat · 28

### K

Kalıp · 26, 27, 28, 29, 32, 57  
Kurutma · 26, 27, 57  
Kırılma · 36, 40, 41, 42, 43, 57  
Kontrol · 2, 3, 4, 5, 11, 16, 28

### L

Literatür · 1, 2, 39, 56

### M

Meyve · 12, 24, 25, 26, 27,  
36, 40  
Manuel · 27, 28

### N

Numune Üretimi · 28, 29, 30, 40

### O

Ortalama · 26, 33, 38, 41

### Ö

Önlemek · 26, 55, 57

### P

Plaka · 26, 28, 29, 30, 35, 44, 57

### R

Referans · 12, 25, 43, 44, 51, 55  
Rijid · 26, 40

### S

Silindirik · 16, 29, 30, 32  
Sürdürülebilir · 16, 17, 18, 46

### Ş

Şematik · 31

### T

Tezgah · 27  
Tabla · 28  
Ticari · 17, 31, 43, 44, 46, 51

### Ü

Üretmek · 11, 17, 28

### V

Verim · 1, 4, 5, 8, 16, 19, 22, 24,  
26, 39, 40, 48, 51

### Y

Yalıtım · 23, 29, 38, 40, 57  
Yağ · 17, 22, 26, 57  
Yenilikçi · 4,12,56

### Z

Zorluk · 15, 16, 17, 19, 21, 24,  
57



# TEKNOVERSİTE



teknoversite **AYRICALIĞINDASINIZ**

**İSTE**

