

# TEKNOFEST

## HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

### ÇEVRE VE ENERJİ TEKNOLOJİLERİ YARIŞMASI

#### PROJE DETAY RAPORU

**PROJE ADI:** Karbon Temelli Çöplerin Yeniden Değerlendirilerek  
Grafene Dönüştürülmesi

**TAKIM ADI:** C- Tech

**TAKIM ID:** T3-21161-162

**TAKIM SEVİYESİ:** Üniversite

**DANIŞMAN ADI:** -

## 1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Karbonun bal peteği örgülü yapısında olan, aynı zamanda bilinen tek iki boyutlu malzeme olma özelliğine sahip grafen gerek enerji sektöründe gerekse de teknoloji sektöründe büyük bir öneme sahiptir. Çelikten 300 kat sağlam olması ve bilinen en hafif ve en ince malzeme olması dolayısıyla gelecekte farklı sektörlerde de kullanımı oldukça açıktır. Günümüzde grafen elde etmek için kullanılan teknolojiyle ya düşük kalitede grafen elde edilmekte ya da yüksek kalitede grafen elde edildiğinde ise ürün miktarı son derece az olmaktadır. Dünyada her yıl yaklaşık olarak 2,1 milyar ton çöp üretilmektedir. Ancak bu çöplerin geri dönüştürülmesi konusunda dünyamız yeterli olmamaktadır. Bu bağlamda okyanuslar çöplerle kaplanmış, çöp adaları oluşmuştur. Tasarlanan projenin amacı karbon bazlı evsel atıklardan uygun yöntemlerle verimli bir şekilde kaliteli grafen elde edilmesidir.

## 2. Problem/Sorun:

Katı atıklar ya da daha çok bilindiği şekliyle çöpler her geçen gün üretime bağlı artmaktadır. 2019 yılında dünyamızda yaklaşık olarak 2,1 milyar ton çöp üretilmiştir. Katı atıkların büyük bir çoğunluğunun doğaya karışması uzun yıllar almaktadır. Örneğin, plastik ve karbon bazlı atıkların doğaya karışması 400 ila 600 yıl arasında değişmektedir. Bu sayının üstel bir şekilde artarak birkaç yıl içerisinde 3 milyar tona ulaşacağı düşünülmektedir. Ancak her geçen gün dünyamız bu artan çöp sorununa çözüm üretilmemiştir.

Katı atıklar, okyanusa ve denize dökülmektedir. Bu katı atıklar Pasifik Okyanusunda yaklaşık olarak Fransa'nın yüzölçümüne ulaşmışlardır. Her geçen gün bu yüzölçümü artarak, deniz canlılarının hayatlarını tehlikeye atmaktadırlar. Ayrıca katı atıkların, kontrolsüz bir şekilde yakılması Metan gazı oluşumuna sebebiyet vermektedir. Metan gazı, küresel ısınmada etkisi son derece yüksek olan karbondioksit göre 34 kat daha fazla küresel ısınmaya neden olmaktadır.

Ülkemizde belediyelerimizin yüzde elli dokuzunun herhangi bir katı atık eylem planı bulunmamaktadır. Bu sebeple, belediyelerimiz topladığı katı atıkları herhangi bir eylem yapmadan, çöp toplama alanlarına boşaltarak, çöpleri bir nevi kaderine terk etmektedirler. Kontrolsüz yapılan bu iş, doğal ve ekolojik hayatın dengesini bozmaktadır. Örneğin, 28 Nisan 1993 tarihinde katı atık eylem planı bulunmayan İstanbul Üsküdar'da çöpe bağlı metan gazı patlaması nedeniyle 39 vatandaşımız hayatını kaybetmiştir.

Dünyamızda çöplerin geri dönüşümü çok az oranda olmaktadır. Avrupa Birliğine üye olan 27 ülkeye bakıldığında zaman, çöplerin sadece %25'i geri dönüştürülmektedir. Bu bağlamda ise geri kalan çöpler depolanmaktadır. Bu durum ise çöplerin her geçen gün maliyetini arttırmaktadır. Katı atık eylem planı bulunan şehirlere baktığımız zaman, çöplerin toplanmasının ve taşınmasının maliyeti son derece yüksektir. Sadece gıda ambalajlarının atıklarının dünyaya maliyeti 940 Milyar Dolar'dır. Ayrıca, İstanbul'da çöplerin maliyeti yılda yaklaşık 1.2 Milyar Türk Lirasıdır. Ayrıca günde 19.500 ton atık üreten İstanbul, atıklarının %90'ını depolama sahasına gömmektedir. Üretilen çöplerin ise sadece %6'sını geri

dönüştürebilmektedir. Bu bağlamda, yakın gelecekte büyükşehir belediyelerinin çöpleri depolayacak yer bulamaması öngörülebilir.

### 3. Çözüm

Bu tür sorunların çözülmesi için, her belediyenin uygulayabileceği, maliyeti düşük, çevreci, ve katma değeri yüksek bir proje geliştirilmesi gerekmektedir.

Bu sorunların çözümü için bir geri dönüşüm sistemi tasarlanacaktır. Proje kullanılacak Joule heating ile anlık olarak çöpler bir ortam içerisinde (fırın vb.) yüksek sıcaklığa maruz kalarak, karbonun bağ yapısı kırılarak, yeni bağ yapısı oluşturacaktır. Projenin etkilerini görebilmek için bir prototip tasarlanacaktır.

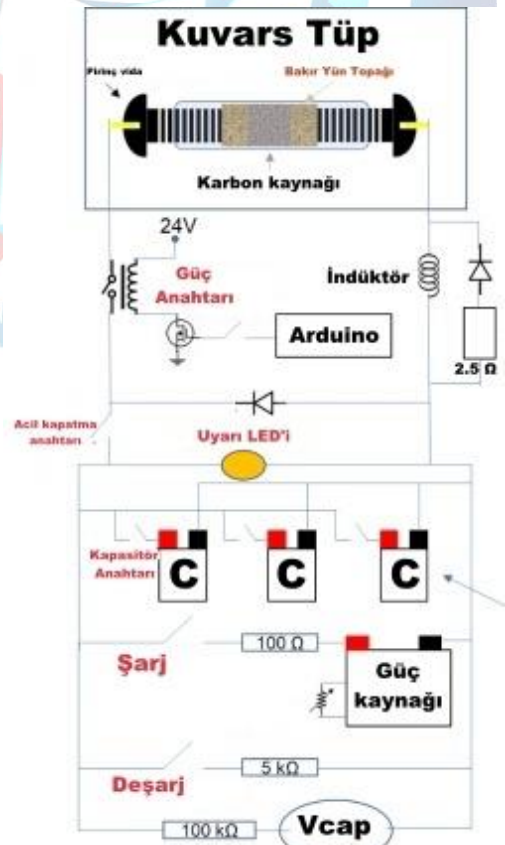
Prototipimizin tasarımında 40cmx40cmx40cm boyutlarında düşük basınçlı bir kap kullanılacaktır. Çöplerin bağ yapısını joule heating yöntemiyle bozmak için, kondansatörler, röleler, diyotlar, kapasitörler, indüktörler, elektrotlar, bakır yün topağı, kuvarz tüp kullanılması planlanmaktadır.

Belediyeler bu sistemi iki farklı şekilde kullanabileceklerdir. Eğer belediyelerde hali hazırda çöp ayrıştırma sistemi bulunuyorsa belediyenin sahip olduğu imkanlara entegre edilebilir. Eğer belediyenin böyle bir imkanı yoksa, çöplerin yoğunluğuna bağlı olarak bir ortam (fırın vb.) oluşturulacaktır. Ayrıca çöp arabalarına da bu sistem entegre edilebilir.

### 4. Yöntem

Geri dönüştürülecek çöpler, kullanılan koşullarda kimyasal tepkimeye giremeyecek, ısıya dayanıklı bir tüpün içine yerleştirilecektir. Çöplerin bağ yapısını bozmak için belirli bir miktarda kapasitörde depolanan enerji çok kısa bir süre içinde geri dönüştürülecek maddeye verilecektir. Deşarj süresinin kontrolü için programlanabilir mekanik bir röle kullanılacaktır. Yapılacak sistemin boşaltma gerilimi yaklaşık 400 V ve çok kısa bir sürede(100-250ms) içinde 1000 A akım geçirecek şekilde yapılması planlanmaktadır.

Yapılan işlem bir kimyasal reaksiyon olduğundan dolayı basınç değeri önem teşkil etmektedir. Yapılan araştırmalar sonucunda foto Joule ısıtması 1 atm basınçta etkin çalıştığı gözlenmiştir. Reaksiyondan çıkacak gazların tahliye edilmesi için fırına bağlı bir düşük basınç alanı oluşturulacaktır.



Diyagram 4.1: Prototipin devre diyagramı

Beklenmeyen bir parlama durumunda bu düşük basınç alanı aynı zamanda bir güvenlik önlemi olacaktır.

Joule ısıtması voltaj değişimine duyarlıdır. Voltaj değişimlerinde üretilecek sisteme zarar gelmemesi için mekanik röle kullanılacaktır. Röleye bağlı akım yükselmelerini önlemek için bir indüktör kullanılacaktır. Bu sayede devre aralıklı kapanma durumunda yüksek akım arkına maruz kalmayacaktır. İndüktöre paralel bağlanacak bir diyot ve direnç ile voltaj değişimlerinden korunacaktır. Bu sayede üretilecek fırın, bir şalter sistemi ile voltaj değişimlerinden etkilenmeyecektir.

## 5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Karbonun bal peteği örgülü yapısında olan Grafen hayatımıza 2004 yılında sentezlenmiştir. Grafen dünyadaki en ince, en hafif, en sağlam ve oda sıcaklığında en iletken madde olarak karşımıza çıkmaktadır. Grafenin 40 ana sektörle doğrudan bağlantısı bulunmaktadır ve geleceğin en önemli teknolojilerinden birisi olarak görülmektedir. Çok az miktarda kullanılan grafen, beton ve çeliği 300 kata güçlendirdiği bilinmektedir. Ayrıca grafenin, tuzlu suyun içilebilir suya dönüştürülmesi, radyoaktif atıkların temizlenmesi, güneş enerjisi vb. yenilenebilir enerji kaynaklarının verimini artırması, batarya teknolojilerinin güçlendirilmesi gibi pek çok farklı sektörde önemli kullanım alanlarına sahiptir. Grafenin esnek ve saydam olması da her geçen gün farklı sektörlerde kullanımını arttırmaktadır.

### *Grafik 5.1 ve 5.2: Grafenle güçlendirilmiş betonun stres dayanımları*

Grafenin standartları 2017 yılında belirlenmiştir. Farklı grafen üretme metotları grafen verimini değiştirmektedir. Proje ile oluşturulacak grafen ISO/TS 80004-13 standartlarını karşılayacak verimde üretilmesi planlanmaktadır.

Türkiye grafen üretme konusunda yeni gelişmektedir. Türkiye’de az sayıda laboratuvar ve özel şirketler tarafından grafen üretilmektedir. 2023 yılında grafen sektörünün milyar dolara ulaşacağı öngörülmektedir. Ayrıca grafeni üreten az ülke olduğundan, projemiz ile katma değeri yüksek grafen üretileceğinden dolayı ülkemiz grafen konusunda söz sahibi olabilecektir.

Ülkemizde bulunan belediyelerin %59’unun katı atık eylem planı bulunmamaktadır. Bu bağlamda katma değeri olan çöpler bir nevi kaderine terk edilmektedirler. Bu çöplerin taşınması ve depolanması büyük maliyetlere sebep olmaktadır. Geliştirdiğimiz sistem sayesinde çöplerin taşınması ve depolanma maliyetinin %30 oranında azaltılacağı öngörülmektedir. Ayrıca bu maliyet azaltmanın yanında üretilecek olan grafenler belediyelerimize ve ülkemize gelir kaynağı oluşturacaktır.

Geliştirdiğimiz sistem ile karbon bazlı herhangi bir gaz salınımı olmayacağından dolayı ülkemizde ve dünyamızda karbon ayak izinin %4-%5 oranında azaltılabileceği öngörülmektedir. Bu bağlamda projemiz, küresel ısınmanın azaltılması için farklı bir bakış açısı getirecektir.



Geliştirdiğimiz proje sayesinde, gelişigüzel bir şekilde doğaya bırakılan çöplerin değeri anlaşılacaktır. Bu bağlamda doğaya bırakılan çöpler azalacaktır, okyanuslarda çöp adaları oluşmayarak doğal hayatı tehlikeye atmayacaklardır. Ayrıca, doğal hayatı en çok tehlikeye atan çöp türü olan plastikler karbon temelli olduğundan dolayı geri dönüşüme daha çok katılacaklardır.

## 6. Uygulanabilirlik

Geliştirdiğimiz proje joule ısıtması yöntemine dayandığından dolayı, bu sistem hali hazırda kullanılan katı atık dönüştürme tesislerine kolay ve düşük maliyetle entegre edilebilir. Ayrıca katı atık dönüştürme tesisi olmayan belediyeler ise herhangi bir yakma fırını boyutunda bir tesis oluşturarak geliştirdiğimiz sistemi kullanabilir.

Ülkemizin 2023 hedeflerinden birisi de Sıfır Atık projesinin 81 il içinde yaygınlaştırılmasıdır. Bu bağlamda belediyelerimiz katı atık eylem planı hazırlamaktadırlar. Böylece projemiz çok kısa bir süre içerisinde tüm belediyeler arasında yayılabilir.

Projemizin temel amaçlarından birisi Karbon temelli çöplerin dönüştürülmesidir. Ülkemizin ve İstanbul'un genel katı atık karakterlerine bakıldığı zaman katı atıkların doğrudan %70'i karbon temellidir. Dolaylı yoldan bakıldığı zaman ise bu oran %90'lara kadar ulaşabilmektedir. Karbon temelli atıkların fazla olmasından dolayı projeden alınacak verim artacaktır. Bu durum da projenin uygulanabilirliğini arttıran temel faktörlerden birisidir.

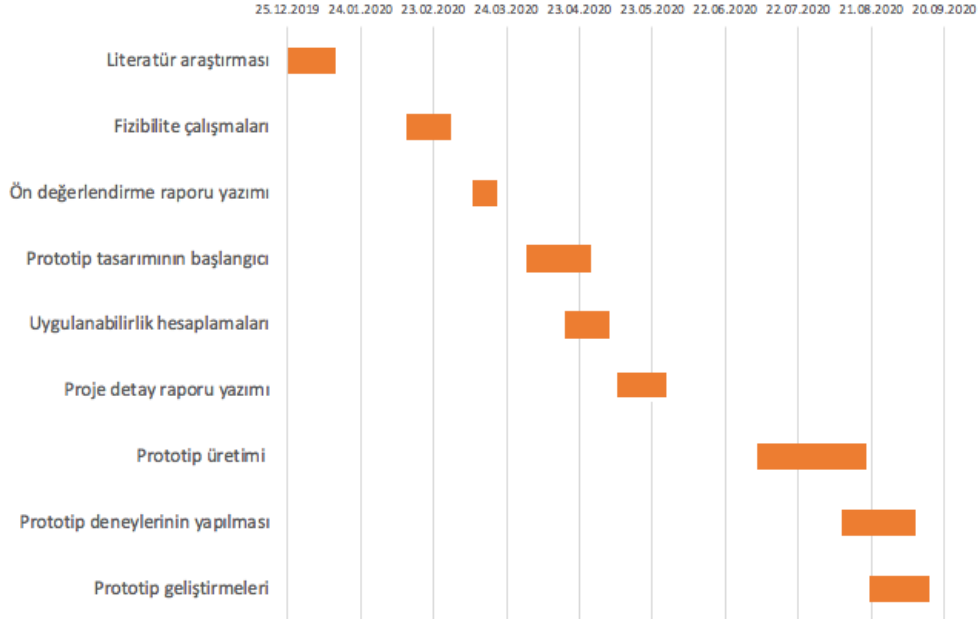
Halihazırda katı atık yönetimine sahip olan belediyelerin bu sistemi hayata geçirmek için gereken ortamlara (fırın vb.) sahiplerdir. Bu ortamlara sadece geliştirdiğimiz joule heating sistemi entegrelenerek grafen üretimi yapılabilir. Ayrıca, herhangi bir çöp kamyonunun üstünde bile bu sistem uygulanabilir.

## 7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Projemizin ilk etap bütçesi 3.000 Türk Lirasıdır. İlk etapta bir prototip üretilmesi planlanmaktadır. Üretilen prototip ile grafen üretebilecektir. Ayrıca prototip sayesinde birçok deney yapılabilecektir. Deneylerin sonuçlarına göre projenin verimini arttırmaya yönelik çalışmalar yapılması planlanmaktadır. Bu bağlamda belediyelerimiz tarafından uygulanmadan önce en yüksek verimle nasıl uygulanabilir problemine çözüm getirilmesi planlanmaktadır.

Prototip üretimi ve deneylerin yapılması coronavirus pandemisi nedeniyle yaz aylarına sarkmıştır. Bütçemizin büyük bir kısmı prototipi oluşturmak için gerekli olan malzemelerin (kuvars tüp, düşük basınçlı kap, röle, kapasitor vb) temini için harcanacaktır.

Dünya çapında bakıldığı zaman, karbon bazlı çöplerin dönüştürülmesi için hayata geçmiş herhangi bir proje yoktur. Bu bağlamda, maliyet karşılaştırılması yapılamamaktadır.



Çizelge 7.1: İş – Zaman Çizelgesi

Tablo 7.1: Kullanılacak Ana Malzemeler Tablosu (Ekler kısmında belirtilmiştir.)

## 8. Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar):

Proje fikrimizin ana hedef kitle ilk etapta ülkemizin 30 büyükşehir belediyesidir. Sonrasında ise katı atık eylem planı bulunmayan tüm belediyelerimiz arasında yaygınlaşabilir. Projemizin geri dönütleri başarılı olursa, dış ülkelerden çöp ithal edilerek, bu çöplerden grafen elde edilerek, grafen ihracı sağlanabilir.

## 9. Riskler

Tablo 9.1: Olasılık – Etki Matrisi (Ekler kısmında belirtilmiştir.)

Beklenen risklerden etkisi yüksek olanlar ise, ortam yüzünden grafenin veriminin düşmesi ve belediyeler tarafından sistemin benimsenememesidir. Bu bağlamda B planı olarak, ortamın şartlarını kontrol eden bir mekanizma ve belediyelere yönelik özel fizibilite çalışmaları yapılabilir.

Beklenen risklerden etkisinin orta olan, Coronavirus pandemisinin devam etmesidir. Pandeminin devamı iş - zaman paketlerini aksatabilir.

Beklenen risklerden etkisi düşük olanlar ise, çöpün verimli bir şekilde ayrıştırılamaması ve laboratuvar ortamında yaşanacak olumsuz durumlardır. Deneyler sırasında beklenmedik sonuçların çıkması doğaldır. Bu konunun aşılması için iki tane aynı prototip yapılması planlanmaktadır. Çöpün verimli bir şekilde ayrıştırılamaması konusunda B planımız ise bu konudaki görevli personellere eğitim vermektir.

## 10. Proje Ekibi

### Proje ve Takım Koordinatörü: Bora AYDIN

Adı Soyadı	Projedeki Görevi	Okul	Projeyle veya problemle ilgili tecrübesi
Bora AYDIN	Proje ve takım koordinatörü	Ankara Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği 2.Sınıf	Grafen üzerine çalışmalar
Abdullah Tunç BÜYÜKSAN	Fizibilite çalışmaları ve uygulanabilirlik	Türk Hava Kurumu Üniversitesi Endüstri Mühendisliği 1.Sınıf	Elektrikli araçların enerji verimliliği hk. çalışmalar
Derya YILDIRIM	Proje rapor yazım sorumlusu	Türk Hava Kurumu Üniversitesi Endüstri Mühendisliği 1.Sınıf	Katı Atık Yönetimi Çalıştayına
Hasan KODAL	Prototip üretim sorumlusu	Hacettepe Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği 1.Sınıf	Elektrikli araçların enerji verimliliği hk. çalışmalar
Oğuzhan ERDOĞAN	Prototip geliştirmeleri	Konya Teknik Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği 2.Sınıf	Katı Atık Yönetimi Çalıştayına katılım
Alpay Ferit SELE	Prototip deneyleri	Çankaya Üniversitesi Endüstri Mühendisliği 1.Sınıf	-
Kaan CECELİ	Deney sonuçlarının değerlendirilmesi	Çankaya Üniversitesi Endüstri Mühendisliği 1.Sınıf	-

## 11. Kaynaklar

Dimov, Dimitar, Ultrahigh Performance Nanoengineered Graphene–Concrete Composites for Multifunctional Applications, 2018, Çevrimiçi yayın, doi.org/10.1002/adfm.201705183

Duy X. Luong, Flash graphene synthesis, 2019, Çevrimiçi yayın, doi.org/10.1038/s41586-020-

Grafen ve Savunma Teknolojisi, ThinkTech, 2019, thinktech.stm.com.tr/uploads/raporlar/pdf/3012201912238665\_stm\_grafen\_teknolojisi\_ve\_savunma.pdf

Kemirtlek, Aynur, Entegre Katı Atık Yönetimi, istac.istanbul/contents/44/cevre-makaleleri\_130838592910380265.pdf

Sedef Murat, Katı Atık Yönetimi, 2016, Uzmanlık Tezi, www.ilbank.gov.tr/dosyalar/uzmanliktezleri/14543.pdf

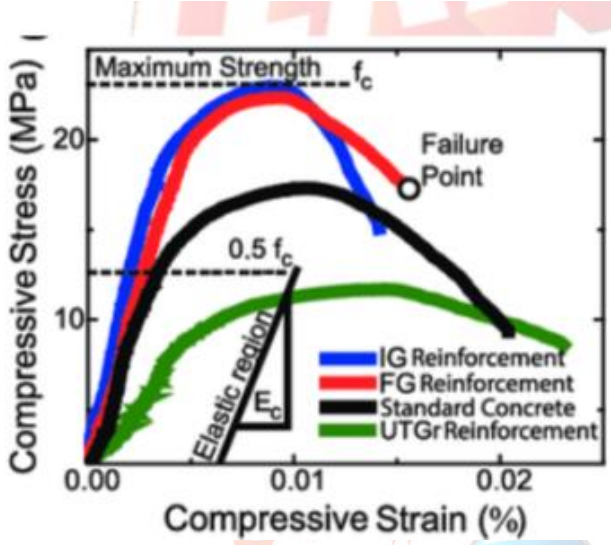
Gıda atıklarının maliyeti, www.ambalaj.org.tr/tr/haberler-gida-atiklarinin-maliyeti-940-milyar-usd.html

Sıfır Atık Projesi, https://www.hurriyet.com.tr/gundem/2-sifir-atik-zirvesinde-dunyada-sifir-atik-yonetimi-konusuldu-41369855

Küresel ısınma ve metan gazı, https://tr.euronews.com/2019/12/07/endonezya-daki-cop-daglari-kuresel-isinma-icin-ciddi-tehdit-olusturuyor

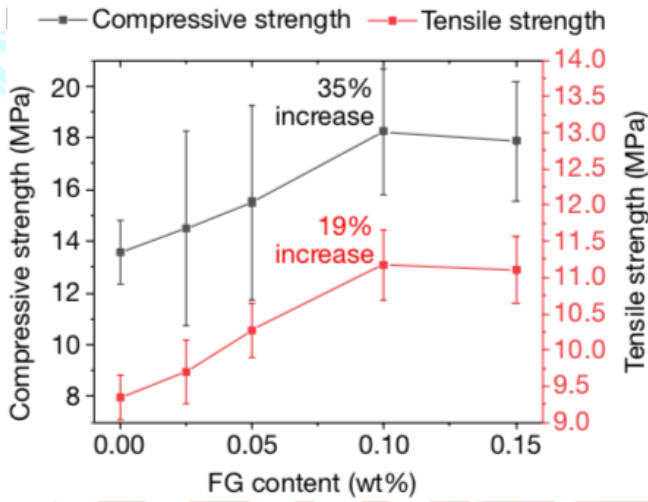
Grafen, https://bilimfili.com/mucize-malzeme-grafen-nedir-neden-onemlidir,

## Ekler



Grafik 5.1: Grafenle güçlendirilmiş betonun stres dayanımı

(IG Reinforcement ve FG Reinforcement grafenle güçlendirilmiş beton olup kırmızı ve mavi çizgiyle gösterilmiştir. Siyah çizgi ise standart betondur.)



Grafik 5.2: Grafenle güçlendirilmiş betonun analizi

(Grafenle güçlendirilmiş betonun basma kuvveti %35, çekme kuvveti %19 artmıştır.)

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ



Ana Malzeme Kalemi	Fiyat	Kullanım yeri
Elektronik komponentler	1.500 Türk Lirası	Prototopin oluşturulması
Ortam oluşturma komponentleri	500 Türk Lirası	Verimli ortam oluşturulması
Deney malzemeleri ve denemeleri	1000 Türk Lirası	Prototip geliştirmeleri

\*Detaylı malzeme listesi istenilmesi durumunda ek olarak gönderilebilir.

Tablo 7.1: Kullanılacak Ana Malzemeler Tablosu

Olasılık

Yüksek	Laboratuvar ortamında yaşanacak olumsuz durumlar		
Orta	Çöpün verimli bir şekilde ayrıştırılmaması	Coronavirüs pandemisinin devam etmesi	Ortam yüzünden grafenin veriminin düşmesi
Düşük			Belediyeler tarafından sistemin benimsenememesi
	Düşük	Orta	Yüksek

Etki

Tablo 9.1: Olasılık – Etki Matrisi

TEKNOLOJİ  
HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ