

# TEKNOFEST

## HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

### ÇEVRE VE ENERJİ TEKNOLOJİLERİ YARIŞMASI

#### PROJE DETAY RAPORU

**TAKIM ADI: METO**

**PROJE ADI: ATIK METAN GAZINDAN SIFIR ATIKLI  
DÖNÜŞÜMLERLE YENİLENEBİLİR ENERJİ ELDE EDEREK  
YARARLANILABİLECEK OPTİMİZE İKİ FARKLI SİSTEMİN  
GELİŞTİRİLMESİ**

**BAŞVURU ID: 74480**

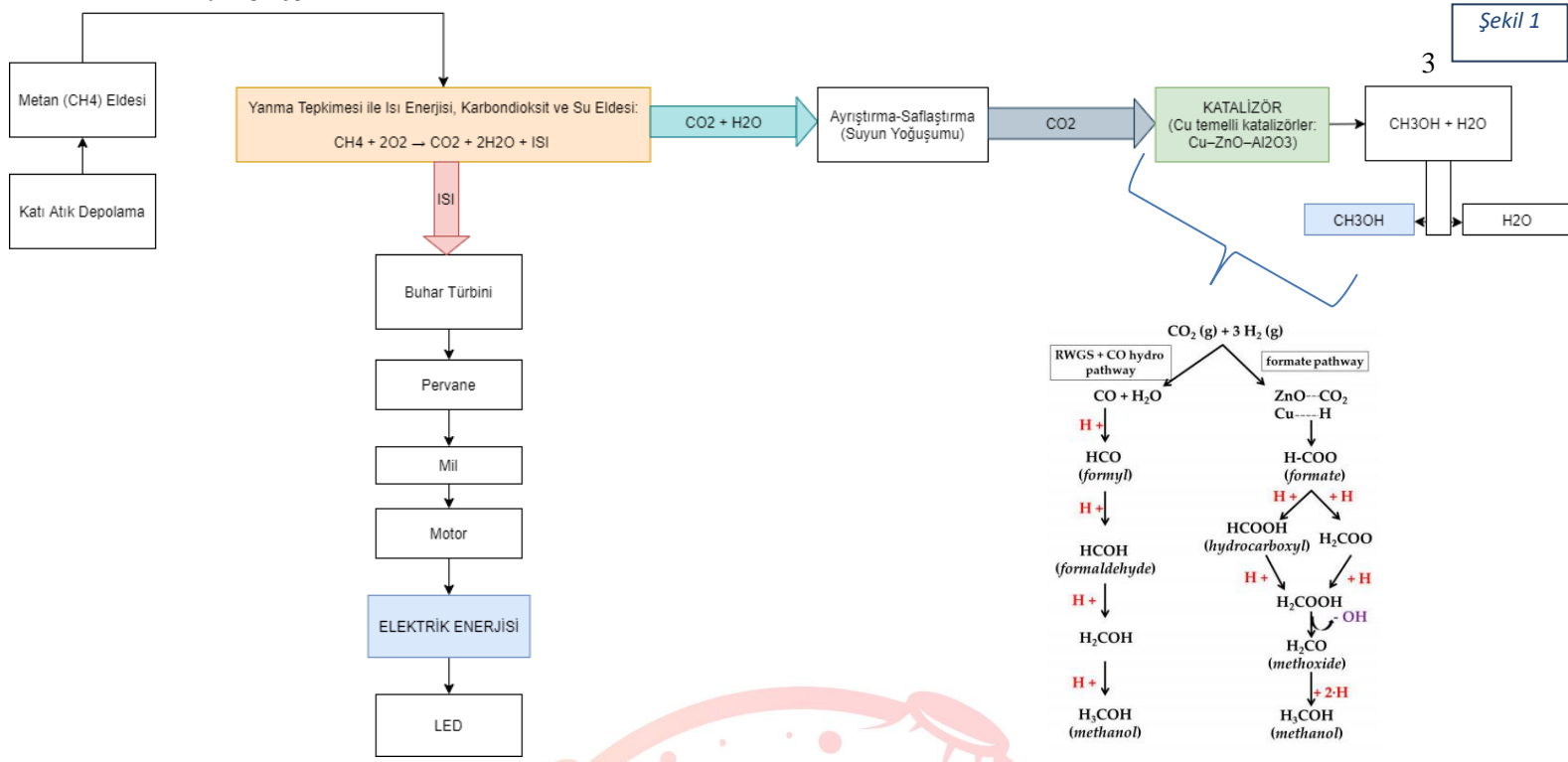
**1. Proje Özeti:** Küresel ısınma ve iklim değişikliğinin dünya ekosistemlerini hızlı ve vurucu bir şekilde etkilemesi; bu bağlamda etkilediği kitlenin tüm dünya popülasyonu olması nedeniyle bunun önüne geçmek için atık metan ve karbondioksit gazından sıfır atıklı dönüşümler ile yenilenebilir enerji elde etme, temiz enerji üzerine çalışmaya karar verdim. Bu doğrultuda küresel iklim değişikliğinin gerçekleşmesinde vurucu rol oynayan atmosfere salınan atık metan ve karbondioksit gazlarından sıfır atıklı dönüşümlerle yenilenebilir enerji elde ederek yararlanılabilecek optimize iki farklı sistem geliştirilmiştir ve deneysel olarak sistemler başarıyla uygulanmıştır. Bu amaç doğrultusunda saflaştırılan metan gazının yanma tepkimesine sokulması ile açığa çıkan ısı enerjisinden elektrik enerjisi elde edilmiştir. Bunun yanında, açığa çıkan karbondioksit ve sudan, geliştirilen ilk method ile Cu-ZnO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> katalizörü kullanılarak metanol elde edilmesi gösterilmiş; geliştirilen ikinci method ile ise açığa çıkan karbondioksitten ve suyun elektrolizi ile elde edilen hidrojen, hidrojenotrof organizmaların bioreaktör olarak kullanılması ile metan elde ederek CH<sub>4</sub>-CO<sub>2</sub>-CH<sub>4</sub> döngüsünün sağlanmasına ulaşılmıştır ve böylelikle sürdürülebilir (elektrik) enerjisi dönüşümü sağlayan sistem başarıyla geliştirilmiştir. Bu süreçlerde katı hayvan atıklardan metanın elde edilmesi, metanın taşınması ve depolanması, metanın yanma reaksiyonunun gerçekleştirilmesi, yanma reaksiyonu sonucu çıktılarının toplanması ve sıfır atık çerçevesinde dönüşümlerinin gerçekleştirilmesi (ısı eldesi – ısı-elektrik dönüşümü & CO<sub>2</sub> ve H<sub>2</sub>O eldesi), Cu-ZnO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> katalizörü kullanılarak metanol eldesi ve hidrojenotrof organizmaların bioreaktör olarak kullanılması ile metan eldesi ve sonuçta CH<sub>4</sub>-CO<sub>2</sub>-CH<sub>4</sub> döngüsünün sağlanması aşamaları izlenmiştir. Sonuç olarak atmosfere salınan atık metan gazından sıfır atıklı dönüşümlerle yenilenebilir enerji elde ederek yararlanılabilecek optimize iki farklı sistemin geliştirilmesi amacına ulaşılmıştır.

**2. Problem/Sorun:** Küresel ısınma ve iklim değişikliği dünya ekosistemlerini hızlı ve vurucu bir şekilde etkiler. Metan ve karbondioksit gazları küresel iklim değişikliğinin meydana gelmesi ve ivmelenmesinde etkili olup birçok yöntem ile atmosfere salınır. Metan gazı salınımının başlıca kaynağı hayvanlar üzerinde gerçekleştirilen endüstriyel faaliyetlerdir. Projemiz ile atmosfere salınarak hava kirliliği, küresel iklim değişikliği gibi vurucu problemlere neden olan atık gazlardan sürdürülebilir, yenilenebilir ve sıfır atık çerçevesinde temiz enerji elde edilmesi, böylelikle belirtilen sorunların çözümüne katkı sağlanması hedeflenmektedir.

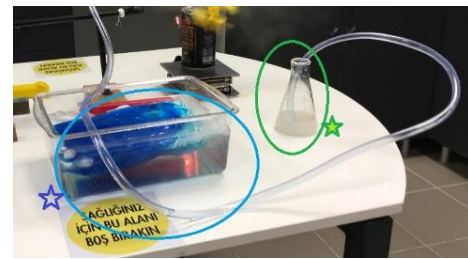
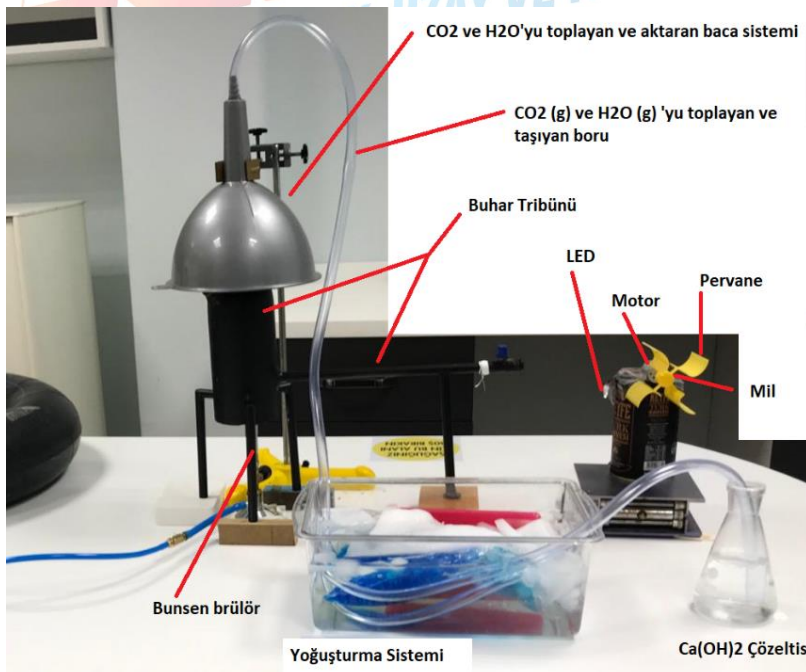
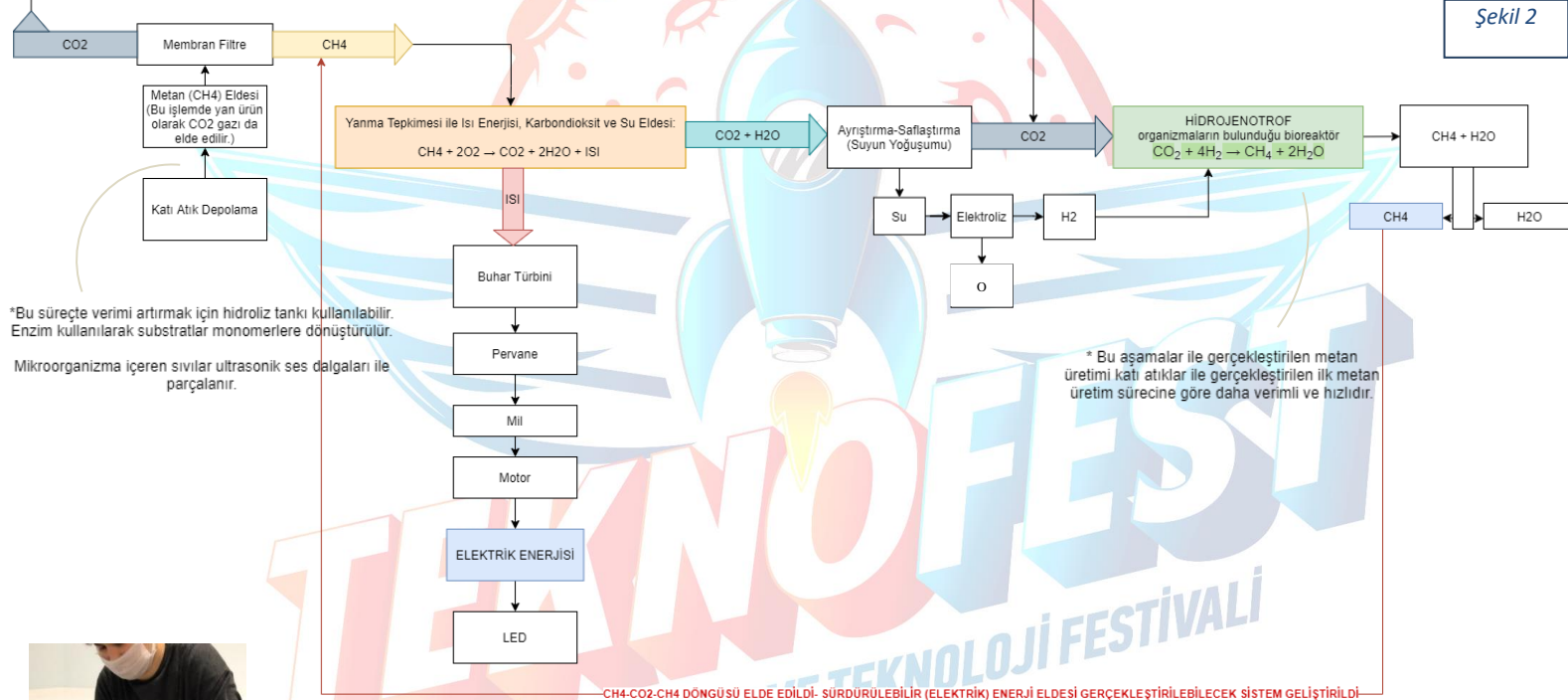
**3. Çözüm:** Proje amacı doğrultusunda atmosfere salınan atık metan gazından sıfır atıklı dönüşümlerle yenilenebilir enerji elde ederek yararlanılabilecek optimize iki farklı sistem geliştirilmiştir. Geliştirilen methodların basamakları Şekil-1 ve Şekil-2’de detaylı olarak gösterilmiştir ve metanın katı hayvan atıklarından elde edilmesi, saflaştırılan metan gazının yanma tepkimesine sokulması ile açığa çıkan ısı enerjisinden elektrik enerjisi elde edilmesi basamaklarında büyük oranda benzerlik göstermektedirler; bu basamaklar projenin 1. aşamasını oluşturmaktadır. Yöntemler “CH<sub>4</sub> + 2O<sub>2</sub> → (CO<sub>2</sub>) + 2H<sub>2</sub>O + Isı” tepkimesi sonucu açığa çıkan su ve karbondioksit gazının işleme ve geri kazandırılma yöntemleri bakımından ayrılmaktadır. Şekil-1’de açıklanan methotta açığa çıkan karbondioksitten Cu-ZnO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> katalizörü kullanılarak metanol elde edilerek yararlanılmıştır. Şekil-2’de açıklanan methotta açığa çıkan karbondioksitten hidrojenotrof organizmaların bioreaktör olarak kullanılması ile tekrardan metan elde edilmiştir. Bu işlemde gerekli H<sub>2</sub> gazını açığa çıkan suyun elektroliz işleminden geçirilmesiyle elde edilmiştir (Deneysel aşamada çıktılara ek olarak saf su elektroliz işleminden geçirilerek de H<sub>2</sub> ilavesi yapılmıştır.). Bu işlem ile CH<sub>4</sub>-CO<sub>2</sub>-CH<sub>4</sub> döngüsünün sağlanması başarılmıştır ve böylelikle sürdürülebilir (elektrik) enerjisi dönüşümü sağlayan bir sistemin geliştirilmiştir.

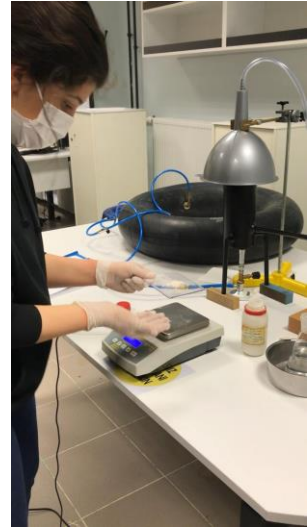
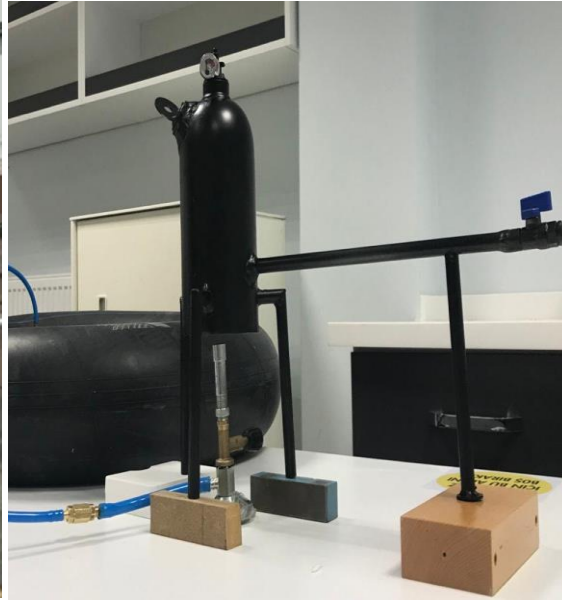
#### 4. Yöntem

Şekil 1



Şekil 2





Şekil 3| 1. Aşama Düzenegi

- |   |   |
|---|---|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Katı Atıklardan Metanın Elde Edilmesi</li> <li>2. Metanın Taşınması ve Depolanması</li> <li>3. Metanın Yanma Reaksiyonunun Gerçekleştirilmesi</li> <li>4. Yanma Reaksiyonu Sonucu Çıktıların Toplanması ve Sıfır Atık Çerçevesinde Dönüşümlerinin Gerçekleştirilmesi:             <ol style="list-style-type: none"> <li>A. Isı Eldesi – Isı-Elektrik Dönüşümü</li> <li>B. CO<sub>2</sub> ve H<sub>2</sub>O Eldesi</li> </ol> </li> </ol> | <p>1. Aşama<br/>(Gerçekleştirildi.)</p> |
|---|---|

- |   |                 |
|---|-----------------|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Cu-ZnO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Katalizörü Kullanılarak Methanol Eldesi</li> <li>b. Hidrojenotrof Organizmaların Bioreaktör Olarak Kullanılması ile Methan Eldesi ve CH<sub>4</sub>-CO<sub>2</sub>-CH<sub>4</sub> Döngüsünün Sağlanması</li> </ol> | <p>2. Aşama</p> |
|---|-----------------|

Maltepe Üniversitesi  
Kimya Laboratuvarında  
gerçekleştirilecek.  
[Haziran-Temmuz (2021)]

5. **Yenilikçi (İnovatif) Yönü:** Projemiz kapsamında atık metan gazından sıfır atıklı dönüşümlerle yenilenebilir enerji elde etmek üzere geliştirdiğimiz iki farklı optimize sistem ile hava kirliliği ve küresel iklim değişikliğine en çok katkı sağlayan iki gaz olan metan ve karbondioksik gazının sıfır atıklı biçimde dönüştürüldüğü entegre sistemler teorik olarak tasarlanmış ve hayata geçirilmiştir, geliştirilen yöntemlerin özgünlüğü ve hazırlanan düzeneklerin tarafımızca geliştirilmesi projenin inovatif yönünü ön plana çıkarmaktadır. Özellikle hidrojenotrof organizmaların bioreaktör olarak kullanılması ile methan eldesinin gerçekleştirildiği yöntemde CH<sub>4</sub>-CO<sub>2</sub>-CH<sub>4</sub> döngüsünün sağlanmasıyla sürdürülebilir (elektrik) enerjisi dönüşümü sağlayan, kendi kendini devam ettirebilen ve böylelikle yenilenebilir elektrik enerjisi elde edilmesini sağlayan sisteme ulaşılır. Bu tarafımızca projenin özgünlüğü, güncelliği açısından önemli olarak değerlendirilir. Sonuç olarak geliştirilen iki yöntem ile sürdürülebilir yaşam, çevre, yenilenebilir enerji kaynakları ve teknolojileri, sıfır atık, verimli doğal kaynak kullanımı ile kaynakların gelecek nesillere aktarılması, hava kirliliği kontrolü, gibi birçok yarışma temasını kapsayan projemiz teorik olarak tasarlanıp pratiğe aktarılmıştır.

6. **Uygulanabilirlik:** Projemiz kapsamında geliştirdiğimiz yöntemlerin uygulanabilirliğini test etmek için tasarladığımız düzeneği kurarak projemizin 1. aşamasını hayata başarıyla geçirdik ve proje tanıtım videosunda gösterildiği üzere hedeflediğimiz sonuçlara ulaştık. 2. aşamayı gerçekleştirmek adına Maltepe Üniversitesinin kimya laboratuvarının kullanılması için kurum ile iletişime geçilerek tarihler ayarlanmıştır. Projemizde metan elde etmede başlıca inek dışkısı kullanılarak hayvan çiftliklerinden 9.5 kilogram taze inek dışkısı toplanmış, sulandırılarak 1 metre uzunluğunda ve 35 cm yarı çaplı bir bidonda depolanmış, 2.5 kilogram atık meyze ve sebze kabukları, metan eldesi sürecinde verimliliği arttırmak amacıyla kurumuş ekmek ve atık mısır kabukları ile karıştırılmıştır; bu minvalde de toplanan atmosfere salınacak metan gazı sıfır atıklı dönüşümler ile ileri dönüşüm geçirmiştir. Bu açıklamadan hareketle projemiz örneğin hayvan çiftlikleri, fabrikalar gibi atmosfere atık metan gazı salınımı yapılan bölgelerde metanın toplanması ve sıfır atıkla dönüştürülerek enerji elde etmek için hayata geçirilebilir; bu durum, uygulanabilirliği test edilerek gösterilmiştir.

### 7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Durum	Adet	Ekipman	Maaliyet (TL)
Üretim- Mevcut	1	Yangın Tüpü (Buhar Tribünü)	119
Mevcut	10	Kablolar ve Bağlantı Aparatları	240
Mevcut	-	Atık Dışkı (Gübre)	0
Mevcut	-	Atık Gıda	0
Mevcut	1	Araba Lastiği (Metan Depolama)	140
Mevcut	1	Bidon (Metan Elde Etme)	0
*BİLSEM:	1	Bunsen Brülör	0
*BİLSEM:	1	DC Motor	0
*BİLSEM:	1	Pervane	0
*BİLSEM:	1	LED	0
*BİLSEM:	-	Ca(OH) <sub>2</sub> Çözeltisi	0
**Laboratuvar	-	Cu (Katalizör)	0
**Laboratuvar	-	ZnO (Katalizör)	0
**Laboratuvar	-	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (Katalizör)	0
**Laboratuvar	-	Hidrojenotrof Organizmalar (Bioreaktör)	0
		<b>Toplam</b>	<b>499</b>

\*BİLSEM: İstanbul Bilim ve Sanat Merkezi Laboratuvarından Temin Edildi.

\*\*Laboratuvar: Maltepe Üniversitesi Kimya Laboratuvarından Temin Edilecek.

Tabloda gösterildiği üzere, projemiz sıfır atıklı dönüşümler hedeflediği için üretim aşamasında harcanan düşük bir maliyet sonrasında tekrardan bir maliyet gerektirmeksizin sürdürülebilir bir şekilde devam edebilmektedir. Bunun nedeni projemizin özgün yanlarından biri olan CH<sub>4</sub>-CO<sub>2</sub>-CH<sub>4</sub> döngüsünün sağlanmasıdır. Bu doğrultuda piyasada benzer örnekleri sayılıdır ve bu örneklerin ortalama olarak 1/10'u kadar maliyete sahiptir.

METO KİLOMETRE TAŞLARI	TAKVİM											
	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül		
İşin Tanımı												
ARGE, Takım Organizasyonu	x											
Literatür Taraması	x	x	x	x	x	x						
Proje Ana Probleminin Belirlenmesi		x	x									
Çözüm Algoritmalarının Geliştirilmesi			x	x								
Saha Araştırması   Akademisyen ve Uzman Görüşleri		x	x	x	x	x	x	x	x			
En Optimize Algoritmaların Belirlenmesi ve Uygulama Süreçlerinin Aşamalandırılması			x	x	x							
1. Aşama olan "Yanma Reaksiyonu Sonucu Çıktıların Toplanması ve Sıfır Atık Çerçevesinde Dönüşümlerinin Gerçekleştirilmesi" kısmına yönelik düzeneğin tasarlanması ve malzemelerin tedariki			x	x								
Teorik olarak tasarlanan "Hidrojenotrof Organizmaların Bioreaktör Olarak Kullanılması ile Methan Eldesi ve CH <sub>4</sub> -CO <sub>2</sub> -CH <sub>4</sub> Döngüsünün Sağlanması" konusunun üniversite laboratuvarında uygulanması için görüşmelerin gerçekleştirilmesi				x	x	x						
1. Aşama Düzeneklerinin Kurulması ve Test Edilerek Geliştirilmesi				x	x							
1. Aşamanın Uygulanması ve Çıktıların Elde Edilmesi					x	x						
Maltepe Üniversitesi Kimya Laboratuvarında 2. Aşamanın Uygulamaya Geçirilmesi							x	x				
2. Aşamanın Verimliliğin Test Edilerek Geliştirilmesi							x	x				
2. Aşamanın Uygulanması ve Çıktıların Elde Edilmesi							x	x				
1 ve 2. Aşama Düzeneklerinin Entegre Edilmesiyle Optimize 2 Yönteme Yönelik Son Çıktıların Alınması								x	x			
Projenin Makaleleştirilmesi									x	x		
Proje Sunumunun Hazırlanması											x	

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

Küresel ısınma ve iklim değişikliğinin dünya ekosistemlerini hızlı ve vurucu bir şekilde etkilemesi; bu bağlamda etkilediği kitlenin tüm dünya popülasyonu olması nedeniyle proje hedef kitlesi, hayvan ve gıda atıklarına sahip olan ve bu problemlere yönelik duyarlılığa sahip herkeştir. Ancak hedef kitle incelendiğinde bu proje, öncelikle endüstriyel hayvancılık faaliyetleri gerçekleştiren, atmosfere salınan karbondioksit ve metan gazının %30'undan sorumlu olan şirketler ve çiftlikler için yüksek derecede kar sağlama potansiyeline sahiptir ve uygulanmasıyla küresel ısınma ve iklim değişikliğinin meydana gelmesinde etkili rol oynayan karbondioksit ve metan gazı salınımına karşı etkili bir çözüm niteliği taşımaktadır.

## 9. Riskler

Proje hayata geçirilirken, stabil koşullar altında 1. aşamada karşılaşılabilecek herhangi bir risk ön görülmemektedir. 2. Aşama sürecinde reaktif maddelerle çalışılacağı için meydana gelebilecek patlama, alevlenme gibi riskler nedeniyle öncelikle laboratuvar şartlarında hedeflenen dönüşümlerin sağlanması ve çıktılarının elde edilmesi planlanmıştır. Bu süreç ile elde edilen çıktılar minvalinde sistem ürünselleştirilecek ve lojistiği sağlanacaktır.

## 10. Kaynakça

- Demirel, B., & Scherer, P. (2008). The roles of acetotrophic and hydrogenotrophic methanogens during anaerobic conversion of biomass to methane: a review. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*, 7(2), 173–190. <https://doi.org/10.1007/s11157-008-9131-1>
- Guil-López, R., Mota, N., Llorente, J., Millán, E., Pawelec, B., Fierro, J. L. G., & Navarro, R. M. (2019). Methanol Synthesis from CO<sub>2</sub>: A Review of the Latest Developments in Heterogeneous Catalysis. *Materials*, 12(23), 3902. <https://doi.org/10.3390/ma12233902>
- Wu, Y., Jiang, Z., Lu, X., Liang, Y., & Wang, H. (2019). Domino electroreduction of CO<sub>2</sub> to methanol on a molecular catalyst. *Nature*, 575(7784), 639–642. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1760-8>
- Demirel, B., & Scherer, P. (2008). The roles of acetotrophic and hydrogenotrophic methanogens during anaerobic conversion of biomass to methane: a review. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*, 7(2), 173–190. <https://doi.org/10.1007/s11157-008-9131-1>
- Guil-López, R., Mota, N., Llorente, J., Millán, E., Pawelec, B., Fierro, J. L. G., & Navarro, R. M. (2019). Methanol Synthesis from CO<sub>2</sub>: A Review of the Latest Developments in Heterogeneous Catalysis. *Materials*, 12(23), 3902. <https://doi.org/10.3390/ma12233902>
- Liu, J., Qin, Z., Wang, G., Hou, X., & Wang, J. (2003). Critical Properties of Binary and Ternary Mixtures of Hexane + Methanol, Hexane + Carbon Dioxide, Methanol + Carbon Dioxide, and Hexane + Carbon Dioxide + Methanol. *Journal of Chemical & Engineering Data*, 48(6), 1610–1613. <https://doi.org/10.1021/je034127q>
- Patil, P. D., Gude, V. G., Mannarswamy, A., Deng, S., Cooke, P., Munson-McGee, S., Rhodes, I., Lammers, P., & Nirmalakhandan, N. (2011). Optimization of direct conversion of wet algae to biodiesel under supercritical methanol conditions.
- Stratejik Enerji Kaynağı: "Biyogaz."* (n.d.). [www.youtube.com](https://www.youtube.com/watch?v=0CWM-A1T034). Retrieved January 4, 2021, from <https://www.youtube.com/watch?v=0CWM-A1T034>
- Wu, Y., Jiang, Z., Lu, X., Liang, Y., & Wang, H. (2019). Domino electroreduction of CO<sub>2</sub> to methanol on a molecular catalyst. *Nature*, 575(7784), 639–642. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1760-8>