

DOI: 10.7596/taksad.v1i4

Depo Gazı Enerji Üretim Tesisi Baca Gazı Atık Isısının Seralarda Değerlendirilmesi: İstanbul Örneği*

Volkan Enç¹, Musa Kasırga²

Özet

Evsel atık düzenli depolama sahaları kullanım ömrü dolduktan sonra yararlı kullanım alanları sınırlı sahalardır. Çoğunlukla yeşil alan olarak kullanılan bu yerler ekonomik ve çevresel anlamda atıl durumda bulunmaktadır. Depolama sahalarının İstanbul gibi arazi sıkıntısı çeken bir şehirde yararlı amaçlar için kullanılması elzemdir.

Depolama sonrası sahalarda metan gazı oluşmakta ve farklı yöntemlerle kontrol altına alınmaktadır. Bu gazların toplanması, taşınması ve özel motorlarda yakılması ile elektrik enerjisi üretilmektedir. Tesislerde gazın yakılması, depo gazı içerisinde bulunan CH₄ (metan) gazının CO₂'e indirgenmesini sağlayarak sera etkisini azaltmakta, elektrik enerjisi üreterek ekonomiye katkı sağlamaktadır. Çevresel ve ekonomik yarar göz önüne alındığında, depo gazından enerji üretim tesislerinde, enerji üretiminde mümkün olabilecek maksimum verime ulaşılmalıdır. Bu düşünce ile bakıldığında, depo gazı enerji üretim tesisinde oluşan atık ısının değerlendirilemeden atmosfere verilmesi önemli bir sorun olarak ortaya çıkmaktadır. Oldukça yüksek debi ve sıcaklığa sahip bu ısı, enerji bakımından önemli bir potansiyele sahiptir. Bu

* Bu makale Karabük Üniversitesi tarafından düzenlenmiş olan "Tüketim Toplumu ve Çevre" konulu Ulusal Sempozyumda sunulan tebliğin geliştirilmiş şeklidir.

¹ İSTAÇ A.Ş., İstanbul Çevre Yönetimi Sanayi ve Ticaret A.Ş., Şişli-İSTANBUL

² İSTAÇ A.Ş., İstanbul Çevre Yönetimi Sanayi ve Ticaret A.Ş., Şişli-İSTANBUL

sıcaklıktaki ve debideki ısının değerlendirilmeden atmosfere verilmesi, çevreyi olumsuz etkilemesinin yanında ekonomik kayıplara yol açmaktadır.

Seralarda mevsimlik çiçek üretimi, maliyeti yüksek bir faaliyettir. Maliyetlerin önemli bir kısmını sera ısıtılması ve gübre kullanımı oluşturmaktadır. Isıtma işlemi için Türkiye'nin büyük bir bölümünde kömür ve doğalgaz kullanılmaktadır. Kışın seraların ısıtılması için kullanılan fosil yakıtların hem maliyeti yüksek, hem de çevresel standardı düşüktür.

Bu çalışma, İstanbul Kalkınma Ajansı (İSTKA) tarafından desteklenen "Depo Gazı Enerji Üretim Tesisi Atık Isının ve Kompostun Seralarda Kullanımı Projesi" kapsamında yürütülmüştür. Bu kapsamda; çevre, tarım ve enerji sektörü için, atık ısı ve atık maddelerin değerlendirilmesini içeren çevresel ve ekonomik açıdan sürdürülebilir eko yenilikçi bir sistemin oluşturulması amaçlanmıştır. Bu çalışmada İBB Odayeri Düzenli Depolama Sahasında depo gazından elektrik enerjisi üretim tesisinden çıkan baca gazının değerlendirilmesine ve mevsimlik çiçek üretim serasının kurulmasına ilişkin süreçler yer almaktadır.

Kurulması düşünülen seranın ısı hesaplamaları yapılmıştır. Yapımda kullanılacak her malzemenin sebep olduğu ısı kayıpları ve hacim kaynaklı hava değişimine bağlı ısı kayıplar göz önüne alınarak gerekli ısı miktarı belirlenmiştir.

Depo Gazı Enerji Üretim Tesisinden elektrik üretim faaliyeti sonucu egzoz gazı atmosfere verilmektedir. Bu gazın değerlendirilmesi için baca gazı emisyon ölçümü ve analizi yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre yaklaşık 470 °C sıcaklıktaki gazın geri kazanımı için gerekli ısı hesaplamalar yapılmıştır. Egzoz gazının emisyon ölçümü için CO, CO₂, O₂, SO₂, NO, NO₂ ve NO_x Tayini Elektrokimyasal Hücre Metodu ile, Bacada Hız ve Debi Tayini ise S Tipi Pitot Tüpü ile gerçekleştirilmiştir.

Bacalarda oluşan atık ısının kullanımı için sistem alternatifleri araştırılmıştır. Proje ile ilgili olarak hava-su ısı değiştiriciler incelenmiştir. Analiz sonuçları ve seranın ihtiyacı olan enerji miktarına göre ekonomizer ya da eşanjör ölçüleri hesaplanmış, malzeme çeşidi tespit edilmiş, sistemin dizaynı ve imalatı yapılmıştır.

Atık ısı geri kazanım ünitesinde ısıtılan su, pompalar vasıtasıyla seraya iletilecektir. Isı İletim sistemi ısı kayıpları minimuma düşürecek şekilde dizayn edilecek, sera içinde bulunan otomasyon sistemi vasıtasıyla ihtiyaç duyulan zaman dilimlerinde seraya sıcak su beslemesi yapılacaktır.

Odayeri Düzenli Depolama Sahasında uygun alan tespiti ve yetiştirilecek ürün tespiti yapıldıktan sonra sera kurulumuna geçilmiştir. Seralarda yetiştirilecek ürünler için uygun

koşulların sağlanması için iklimlendirme, sulama ve gübreleme sistemi dizayn edilmiş ve sistemlerin tamamı tam otomasyonlu yapılmıştır.

Depo gazı Enerji Üretim Tesisinde depo gazı yakılarak elektrik enerjisi üretiminde kullanılmakta, çok yüksek sıcaklıkta baca gazı atmosfere verilmektedir. Bu gazın değerlendirilmesinin önemli ekonomik faydalar sağlayacağı tespit edilmiştir.

Seracılık, ülkemizde ve dünyada önemli bir tarım faaliyeti olmakta ve bu sürecin gelişimde ısıtma maliyeti önemli bir kısıt olarak karşımıza çıkmaktadır. Ülkemizde ısıtmaya bağlı olarak seracılık sıcak iklim bölgelerinde ve jeotermal enerjiye sahip bölgelerde yapılabilmektedir. Kış ısıtması genel itibari ile yetersiz kalmakta ya da hiç yapılamamaktadır.

Proje sonucunda ortaya konan sistem, atık yönetiminin önemli sıkıntılarına çözümler getirmektedir. Belediyeler ve çok farklı sektörlerden işletmeler için problem teşkil eden atıl durumdaki depolama sahaları, değerlendirilemeyen atık ısı, seracılık alan sıkıntısı, sera ısıtma giderleri ve işsizlik gibi konular proje sayesinde bütüncül bir şekilde ele alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Depo gazı, atık ısı, sera, enerji

Utilization of Waste Heat in Energy Production Plant from Landfill Gas at Greenhouses – Case Study in Istanbul

Abstract

After the lifetime of regular landfill ended, the rest of useful field becomes very limited. This areas used for green field are inactive in terms of environmental respect. The usage of the storage fields is critical for Istanbul where the empty lands are limited.

Methane comes out from landfill and is controlled with different methods. Electricity is generated after the process of collecting, transferring, and burning of methane gas. Consuming methane gas in the plants leads to reduce the amount of greenhouse gases by conversion of methane to carbon dioxide, and increase economic benefits by energy generation. Considering the environmental and economic benefits, maximum efficiency of the production plant should be aimed. Therefore, exposition of waste heat created in the plant to air is a serious problem. This high capacity heat has a potential. Otherwise, it will cause environmental problems in addition to economical lose.

Seasonal flower raise in greenhouse is a high cost business. The biggest portion of this cost is caused by heating and use of fertilizer. Coal and natural gas are used to heat the greenhouses. Fossil fuels used for this goal are costly and not environmentally friendly.

This work is involved in the project of “Use of waste heat produced at energy production plant in greenhouses” supported by the “Istanbul Development Agency”. Goal of this project is to create a system that has environmental and economic benefits based on the utilization of waste material and heat in agriculture and energy sectors.

In this project, the process of utilization of waste gas emerged in the “IBB Odayeri Landfill”, and establishment of seasonal flower greenhouses.

Heat calculations of proposed greenhouse have been performed. The required amount of heat has been determined considering the heat loss of each material, and volume based heat loss caused by air change.

Flue Gas emission has been as a result of electricity generation from landfill gas. Flue Gas emission measurement and analysis are done for the evaluation of landfill gas. Thermal calculations for the recovery of gas at 470 ° C are done. Exhaust gas emissions of CO, CO₂, O₂, SO₂, NO, NO₂ and NO_x are determined with Electrochemical Cell Method while Speed and Flow Determination in chimney was carried out with the S-Type Pitot Tube Method.

System alternatives for the use of the waste heat from chimneys and Air-water heat exchangers are investigated. Economizer, heat exchanger dimensions and material types are determined by considering the results of the analysis and the amount of the energy needed.

Water which is heated by waste heat recovery unit will be delivered to the greenhouse by pumps. Heat transmission system designed to minimize the heat losses. The optimal hot water supply will be provided by the automation system in the greenhouse.

After identification of product which will be grown and installation area of the hothouse, the installation has started. Fully automated air conditioning, irrigation and fertilization system have been designed to ensure the proper conditions for products proposed to grown in greenhouse.

High temperature flue gas emission is provided from Landfill Gas Energy Production Plant. Significant economic benefits will be gained with evaluation of this gas.

Greenhouses, in our country and around the world become an important agricultural activity and heating costs appears to be the biggest constraint for the development of this sector. Considering the heating process greenhouse are installed in geothermal areas and hot climate regions of our country. In winter heating generally inadequate or cannot be done at all.

This project brings many solutions for the waste management problems. Unused landfill areas, unvalued waste heat, greenhouse area shortages, and unemployment issues of municipalities and businesses are discussed in a holistic manner in this project.

Keywords: Landfill gas, waste heat, green house, energy

1. Giriş

İstanbul Avrupa Yakası, Odayeri Düzenli Depolama sahasında oluşan metan gazı, gaz toplama sistemiyle tahliye edilmektedir. Gaz toplama sistemi depolanan atığın içine yerleştirilen yatay ve dikey borulardan oluşmaktadır. Toplanan gaz blowerlar vasıtasıyla emilerek enerji üretim tesisine iletilmektedir. Yoğuşma sonucunda suyu alınan ve arıtılan gaz “Depo Gazı Enerji Üretim Tesisinde” elektrik üretiminde kullanılmaktadır. Tesis 1,4MW gücünde 15 adet motordan oluşmaktadır. Elektrik üretim faaliyeti sonucunda gaz motorlarından son derece yüksek sıcaklık ve debide baca gazı çıkışı olmakta ve değerlendirilmeden atmosfere verilmektedir.

Bu çalışmada, Depo Gazı Enerji Üretim Tesisinde oluşan ve atmosfere verilen atık ısının değerlendirilmesi araştırılmıştır. Dizayn edilen atık ısı geri dönüşüm sistemiyle ısı geri kazanımı sağlanmış ve bu ısı Odayeri Düzenli Depolama Sahası'nda inşa edilen 3.100m²'lik seranın ısıtılmasında kullanılmıştır. Böylece, seraların işletilmesindeki en önemli gider olan ısıtma maliyetinin ortadan kaldırılması ve sera ısıtılması için fosil yakıt kullanımının engellenmesi sağlanmıştır.

2. Atık Isı Geri Kazanımı

Endüstriyel prosesler, önemli miktarlarda enerji harcarlar. Enerji tüketimindeki ve dolayısıyla enerji fiyatındaki artış, enerjinin giderek daha verimli kullanılmasını gerektirmektedir. Bu nedenle, enerji kayıplarının azaltılması ve enerji verimliliğinin iyileştirilmesi, gitgide büyüyen bir önem arz etmektedir. Pek çok endüstriyel proseste atık ısı açığa çıkmaktadır. Bu atık ısıların geri kazanılıp kullanılması, sadece ülke ekonomisine katkı sağlamayacak, ayrıca üretilen ürünün birim maliyetini de azaltacaktır. Farklı sektörlerde atık ısı geri kazanım sistemleri kullanıldığında, kurulan sistemlere ve atık ısının miktarına bağlı olarak genellikle maliyetlerini mühendislik ekonomisi açısından makul bir sürede karşılayabilmektedir.

Atık ısı geri kazanımı; birincil enerji tüketimini azaltarak ülke ekonomisine katkı sağlar, yerli kaynaklar daha verimli kullanıldığı için rezerv ömürlerini artırır, enerji açısından dışarıya olan bağımlılığı (özellikle de doğalgaza) önemli ölçüde azaltır, ihracatı azaltacağı için İhracat-ithalat dengesine olumlu katkı yapar, enerji kullanım kaynaklı çevreye atılan emisyon miktarlarını ve aynı zamanda termal ve kimyasal kirlenmeleri azaltır, özellikle bölgesel ısıtma için konforlu, ucuz, güvenilir ve güvenli enerji sağlar, yeni iş sahaları ve imkânlarını artırarak istihdam sağlar, sanayinin üretim maliyetlerini azaltarak rekabet gücünü artırır (Erdem, 2010).

2.1. Atık Isı Geri Kazanım Araçları

Rejeneratörler

İçinden sıra ile arka arkaya sıcak ve soğuk yani ısı veren ve ısı alan akışkanların geçtikleri ısı değiştiricileridir.

Gaz akışkan olarak kullanma gayesine göre genellikle çürük gazlar, baca gazları, azot, hava ve benzeri akışkanlar söz konusudur. Kanallardan geçen gazların ısıları kanal malzemeleri tarafından yutulur ve sonra geçen gazlara verilir.

Isıyı yutma ve ısı geçişi yönünden kanal malzemelerinin seçimi ile geometrileri çok önemlidir. Periyodik bir şekilde ısı yutan ve geri veren rejeneratörleri çalışma şekline göre genellikle sadece rejeneratör olarak adlandırılan Sabit Kanallı Rejeneratör ve Döner Rejeneratörler olmak üzere iki grupta toplamak mümkündür.

Rekuperatörler

Rekuperatörler yüzeyli ısı değiştiricilerden farklı olmayıp, muhtelif gayelerle ısıtılacak havanın baca gazları ile ısıtılmaları söz konusudur.

Rekuperatörleri ısı geçiş şekline göre; Isı Taşınım Ağırlıklı Rekuperatörler, Isı Işınımı Ağırlıklı Rekuperatörler ve ısı taşınımı ve ışınımı olan Kombine Rekuperatörler olarak sınıflandırılabilir.

Isı Borulu Sıcaklık Değiştiricileri

Kurutma ve ısıtma tekniğinde proses sonunda dışarı atılan sıcak hava ve gazların enerjilerinin geri kazanılmasında çoğu kez ısı boruları tercih edilir.

Spiral Isı Değiştiricileri

Spiral ısı değiştiricileri iki adet spiral olarak kıvrılmış levhadan ibaret olup alın yüzeyleri iki düzlemsel levha ile kapanmıştır. Küçük bir hacim içinde çok büyük ısı geçiş yüzeyi elde edilmesi yönünden çok avantajlıdır. 1 m³ hacim içinde 80 m ye kadar ısı geçiş yüzeyi elde edilebilmektedir.

Hava-Su Isı Değiştiricileri

Hava-su ısı değiştirgeçleri, atık bir gazdaki ısıyı direkt olarak sıvı bir ortama aktaran sistemlerdir. Gaz-sıvı ısı değiştirgeçleri düşük veya orta sıcaklık aralığındaki egzost gazlarından atık ısı geri kazanımı amacıyla kullanılırlar. Başlıca uygulama alanları arasında; proseslerde sıvıların ısıtılması, su ısıtma, buhar kazanlarında besleme suyunun ön ısıtılması, sayılabilir. Kanatçıklı Borulu Isı Değiştiricileri, *Atık* Isı Kazanları, Ekonomizerler ve Kızdırıcılar olmak üzere dört ana türü bulunmaktadır.

Hava-su ısı değiştirgeçlerinin kullanıldığı yerlerde atık gaz sıcaklığının çiğlenme noktasının altına düşmemesine özen gösterilmelidir. Aksi takdirde, özellikle kullanılan yakıtların kükürt ihtiva ettiği hallerde, asit oluşumuna bağlı olarak yüzeylerde korozyonlar ortaya çıkabilir (Tarakçıoğlu, 2006).

Yapılan araştırmalarda atık ısının kullanımında ısı kaynağının ve ısıtılacak malzemenin fazının önemli olduğu görülmüştür. Bu çalışmada, enerji üretim tesisi atık ısının değerlendirilmesinde hava-su ısı değiştiriciler grubundan Ekonomizer kullanılmıştır.

Baca gazlarının ısisından yararlanarak besleme suyunun ısıtılmasını sağlayan ekipmanlara ekonomizer denilmektedir. Atık ısı kazanlarının verimliliğini arttırmak ve kazanlar içindeki aşırı sıcaklık değişmelerini önlemek için besleme suyu ekonomizerde ısıtılarak kazana gönderilir. Ekonomizerin tesiste kullanılmasının bir faydası da suyun ısıtılması sırasında, kazanda birikime yol açacak maddelerin çökmesine ve kazana gitmeden sudan ayrılabilmesine olanak vermektir.

3. Sera

Ülkemizin de içinde bulunduğu Akdeniz havzasında toplam örtü altı alanının 300.000 ha'dan fazla olduğu; sera ve yüksek tünel alanlarının ise 170.000 ha dolaylarında olduğu bilinmektedir. Türkiye, bu ülkeler içerisinde alçak plastik tünel alanları bakımından Mısır'dan sonra ikinci., sera alanlarının büyüklüğü bakımından ise İspanya ve İtalya'dan sonra üçüncü sırada yer almaktadır (Gül ve Diğerleri, 2005).

Türkiye'de örtü altı yetiştiriciliği 1940'lı yıllarda Antalya'da kurulan seralar ile başlamıştır. 1940-1960 yılları arasında seracılığın gelişimi çok yavaş olmuş ve özellikle Antalya ve İzmir civarında yayılma göstermiştir. Bu yıllardan sonra plastiğin örtü materyali olarak kullanılmaya başlanması ile sera alanlarında hızlı bir artış görülmüştür. Sera alanlarındaki en hızlı artış 1975-1985 yılları arasında gerçeleşmiştir, bundan sonraki yıllarda artış devam etmekle birlikte daha yavaş olmuştur (Sevgican, 2002). Son yıllarda tarımsal alandaki gelişmeler, bakanlıklar tarafından verilen destekler ve meyve sebze üretiminde oluşan sıkıntılar seracılığın tekrar ivme kazanmasına sebep olmuştur.

Seracılığın gelişimini etkileyen faktörlerden en önemlileri arazi maliyetleri ve işletme giderleridir. İşletme giderleri; işçilik, hammadde ve sarf malzemeleri, enerji (ısıtma), pazar ulaştırma maliyetleridir. Isıtma maliyetleri bölgelere göre değişmekle beraber %30-60 arasında değişmektedir. Maliyetin yüksek oluşu sebebiyle seracılık ülkemizde sadece belli bölgelerde yapılabilmekte ya da kiş üretimi yapılamamaktadır. Ayrıca ısıtma genel itibari ile geleneksel yöntemlerle ya da fosil yakıtlar kullanılarak yapılmaktadır.

Ülkemizde başlangıçta seracılık, geleneksel yöntemler ve aile içinde yapılarak başlanmış, daha sonraları modern seraların kurulmasıyla teknolojik kriterleri sağlamaya başlamıştır. Çok farklı sera şekil ve ölçüleri olmasına karşın genellikle cam ve plastik sera olmak üzere iki şekilde inşa edilmektedir.

4. Odayeri Enerji Üretim Tesisi Atık Isısının Sera Isıtmada Kullanılması

Depolama sahalarında depolanmış olan büyük miktardaki organik atıkların havasız ortamda çürümesi sonucunda depo gazı oluşmaktadır. Depo gazı genellikle metan (%50-60),

karbondioksit (%35-40) ve azot gibi bileşenlerden (%3-10) oluşur. Bu gazın kompozisyonunda ayrıca iz (trace) miktarda oksijen, çeşitli organik kükürt bileşenleri, amonyak ve su bulunur. Depo gazı içerisinde bulunan metan gazı CO₂'e göre yaklaşık 21 kat daha fazla sera etkisi oluşturmaktadır.

Depo gazı oluşumunu pH, atık karakterizasyonu, nem içeriği, çöp tane boyutu ve sıkıştırma oranı besi maddeleri ve sıcaklık gibi etkenler artırmakta ya da azaltmaktadır. Oluşan depo gazı 50 metre aralıklarla açılan kuyulardan çıkarılmaktadır. Kuyulardan çekilen depo gazı manifoldlar vasıtasıyla emilerek enerji üretim tesislerine getirilir. Buralarda yoğunlaştırılarak nem oranı azaltılan gaz, özel motorlar vasıtasıyla yakılarak enerji üretiminde kullanılmaktadır.

İstanbul Büyükşehir Belediyesi Odayeri Katı Atık Düzenli Depolama Sahasında toplanan depo gazı 1.4 MW kapasitesindeki 15 adet motorda elektrik enerjisi üretiminde kullanılmaktadır. Bu tesiste depo gazı yakılmakta ve çok yüksek sıcaklıkta baca gazı atmosfere verilmektedir. Yapılan baca gazı analizleri sonucunda ortalama 470 °C ve 12.500 m³ fiili debide egzoz gazı atmosfere verildiği tespit edilmiştir. Enerji üretim tesisi genel görünümü Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1: Odayeri enerji üretim tesisi genel görünümü

Ön araştırma faaliyeti sonucunda seranın ölçüleri tespit edilmiştir. Ölçülerin karşılaştırılmasında TSE standartları, mevsimlik çiçek üreten sera işletmecileri ve sera yapan firmalardan gelen veriler kullanılmıştır. Yine aynı kaynaklar vasıtasıyla sera kurulumunda kullanılacak malzemeler ve özellikleri tespit edilmiş, elde edilen veriler doğrultusunda sera ile ilgili detaylar netleştirilmiştir.

Odayeri düzenli depolama sahasında yapılan plastik seralar oluk altı yükseklikleri 4,5 metre, çatı yüksekliği 7 metre ve tünel genişliği 9,6 metre şeklinde yapılmaktadır. Çatı şekli gotik olan bu seralarda yan duvarlar polikarbon, çatı polietilen malzemeden yapılmaktadır. Seranın ebatları işletme şartları da göz önüne alınarak 65×48 metre 5 adet tünelden oluşması

planlanmış ve imalatı bitirilmiştir. Seranın depolama alanındaki yerleşim yeri Şekil 2’de genel görünümü de Şekil 3’te verilmiştir.



Şekil 2: Depolama alanı sera yerleşim yeri



Şekil 3: Sera genel görünümü

Kurulacak atık ısı geri kazanım sisteminin dizayn edilmesi için seranın ısı ihtiyacı ve egzoz gazı özellikleri önemli unsurlardır. Odayeri Enerji Üretim Tesisi baca gazı özellikleri Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1: Odayeri Enerji Üretim Tesisi Baca Gazı Özellikleri

Emisyon Kaynağı Adı/Kod	SKHKKY (Ek-5'de Yer Aldığı Grup)	Açıklama	Parametre (mg/Nm ³)									
			CO		NO		NO ₂		SO ₂		İsiliik/Toz	
			Ort.	S.D.	Ort.	S.D.	Ort.	S.D.	Ort.	S.D.	Ort.	S.D.
1/Gaz Motoru-1 Bacası	A/7.1	Gerekli bütün parametreler sağlanmıştır.	471,13	755	343,73	-	26,85	581	7,46	69,7	-	151,1
2/Gaz Motoru-3 Bacası	A/7.1	Gerekli bütün parametreler sağlanmıştır.	479,17	755	327,29	-	26,84	581	24,89	69,7	-	151,1
3/Gaz Motoru-4 Bacası	A/7.1	Gerekli bütün parametreler sağlanmıştır.	447,03	755	296,35	-	23,38	581	1,2	69,7	-	151,1
4/Gaz Motoru-5 Bacası	A/7.1	Gerekli bütün parametreler sağlanmıştır.	449,9	755	388,27	-	31,64	581	15,43	69,7	-	151,1
5/Gaz Motoru-6 Bacası	A/7.1	Gerekli bütün parametreler sağlanmıştır.	473,52	755	396,55	-	33,13	581	23,63	69,7	-	151,1

Sera ölçüleri, şekli ve kullanılacak malzemelere karar verilmesiyle birlikte ısı hesaplamaları yapılmaya başlanmıştır. Sera ısı ihtiyacının hesaplanmasında, yapımda kullanılacak her malzemenin sebep olduğu ısı kayıpları ve hacim kaynaklı hava değişimine bağlı ısı kayıplar göz önüne alınarak gerekli ısı miktarı belirlenmiştir. Toprakten kaybolan ısı ve ışıma yolu ile kazanılan ısı, hesaplamada ihmal edilmiştir. Isıl ihtiyaç hesaplamalarının yapılmasında çok fazla yöntem olmasına rağmen net ve anlaşılabilir olması açısından 2007 Ashrae Handbook (Ashrae Handbook, 2007) kitabından yararlanılmıştır.

Sera yan duvarları polikarbon ve çatısı polietilen olan seranın iki malzeme türünün ısı geçirgenlik katsayıları ve alanlarına göre yüzeyden oluşacak ısı kaybı (Q_c) ve serada hava değişimi ile meydana gelecek ısı kaybı (Q_i) hesaplanarak seranın toplam ısı ihtiyacına ulaşılmıştır.

$$Q_t = Q_c + Q_i$$

$$Q_c = U.A.\Delta t$$

$$Q_i = 0,5.V.N.\Delta t$$

Hesaplamalar sonucunda 3.120 m²'lik bir seranın İstanbul şartlarında ısı ihtiyacı 800.000 kcal olduğu ortaya çıkmıştır. Sera ısıtma ihtiyacı doğrultusunda gerekli sıcak su debisi hesaplanmıştır.

İhtiyaç duyulan enerji miktarını sağlayacak geri kazanım sistemi dizayn edilmiştir. Baca gazının içeriği ve ısı gereklilikler göz önüne alınarak malzeme seçimi, ebat ve şekil belirlenerek ekonomizer üretimine başlanmıştır. Ekonomizer bacaya monte edilecek motordan atılan sıcak egzoz gazını alacak, içerisine yerleştirilen kanatlı borular vasıtasıyla borunun içerisinde bulunan suyu ısıtacaktır. Yerleştirilen boruların çapı 20 mm dikişsiz ST37 kalitedir. Boruların dış kısmına yüzey alanını artırmak maksadıyla kanatlar kaynatılmıştır.

Enerji üretim tesisi baca çıkış noktasına yakın bir noktaya yerleştirilen ekonomizerin ürettiği sıcak su 90-70 °C çevrimi ile sıcak su üretmektedir. Üretilen sıcak suyun sera kalorifer tesisatına taşınması yer altından geçen borular vasıtasıyla yapılacaktır. Ön izolasyonlu DN 150 iç çapındaki borular, toprak altında boruların korozyona uğramaması, minimum ısı kaybını sağlaması yönünden tercih edilmiştir.

Seralarda ısıtma sistemi bölgelere, yetiştirilecek ürün çeşidine ve yetiştirme ortamının yapısına göre farklılık göstermektedir. Odayeri düzenli depolama sahasında kurulan mevsimlik çiçek üretim serasında çelik borulu ısıtma sistemi tercih edilmiştir. Ekonomizerde ısıtılan su sirkülasyon pompası, genleşme tankı ve kolektör yardımıyla serada belli bir düzen dahilinde monte edilmiş boru hattına verilerek ısıtma sağlanacaktır. Sera içerisinde 50 mm kalınlığında borularla ısıtma işlemi yapılacaktır.

5. Sonuç ve Değerlendirme

Çalışma kapsamında geri kazanılan ısı, kurulan seranın ısıtılmasında kullanılmıştır. Sera işletme maliyetlerinin en önemli kalemi olan ısıtma giderleri böylece ortadan kaldırılmıştır. Atık ısının transfer edilmesi sonucu seranın ısıtılmasıyla, enerji verimliliği sağlanmış enerjiye olan talep azaltılmış, seranın ısıtılması için geleneksel olarak kullanılan fosil yakıtlara bağlılık ortadan kaldırılmış ve hammadde tasarrufu sağlayan, çevre dostu bir sistem ortaya konulmuştur.

Düzenli depolama sahaları ve içerisinde atıl durumda bulunan bölgeler bu sahaların kullanım ömrü sonunda kısıtlı değerlendirme olanakları olan bölgelerdir. Seranın atık yığınları üzerine kurulması çalışmanın en önemli kazanımlarından biridir. Pazar olanakları bakımından gelişmiş büyükşehirlerde sera kurmak-işletmek oldukça masraflı bir süreçtir. Arazi sıkıntısının bu yolla çözülmesi önemli sonuçlar doğuracaktır.

Atık ısının atmosfere verilmesinin önlenmesi, küresel ısınmaya olumlu katkısı ve aynı zamanda sera ısıtmada fosil yakıt kullanımını yok etmesi ile çarpan etkisi oluşturmaktadır.

Atık ısının değerlendirilmesi sadece atık yönetim sektörünü ilgilendiren bir konu olmayıp demir çelik, termik ve doğalgaz santralleri, boyahaneler vb. birçok sektör için incelenmesi gereken bir konudur.

Belediyelerin atık yönetim sistemlerini planladığı ve uygulamaların başladığı günümüzde atık bertarafının getirdiği ekonomik yükün azaltılması açısından son derece dikkate değer bir çalışmadır.

Kaynaklar

Erdem, H. H. (2010). R6.1 Termik Santral Atılan Enerji El Kitabı, Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Fakültesi İstanbul.

Tarakçıoğlu, A. (2006). Sanayide Atık ısıdan Yararlanma Yöntemleri Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Y. Lisans Tezi.

Gül, A. - Tüzel, Y. - Tüzel, İ. H. (2005). Örtü altı Sebze Yetiştiriciliği, İyi Tarım Uygulamaları Ders Notları, Ege Üniversitesi, İzmir.

Sevgican, A. (2002). Örtü altı Sebze Yetiştiriciliği Cilt I. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi.

Ashrae Handbook (2007). Heating, Ventilating and Air-Conditioning APPLICATIONS.