



**Akyaka Kaymakamlığı
Köylere Hizmet Götürme Birliği**

EKOLOJİK YERLEŞİM MODELİ FİZİBİLİTESİNİN YAPILMASI TRA2/16/DFD/0010

Yüklenici Firma

Intertradepro Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kemal İsmail Cengiz

Bu proje Serhat Kalkınma Ajansı'nın TRA2/16/DFD/0010 sözleşme numarası ile desteklediği "Ekolojik Yerleşim Modeli Fizibilitesinin Yapılması" kapsamında hazırlanmıştır. İçerik ile ilgili sorumluluk Intertradepro Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kemal İsmail Cengiz ve Akyaka Kaymakamlığı Köylere Hizmet Götürme Birliği'ne aittir. Kalkınma Bakanlığı ve Serhat Kalkınma Ajansı'nın görüşlerini yansıtmaz.

Şekiller

Şekil 1 Yukarı Akışlı Anaerobik Çamur Yatak (UASB) Reaktörün Çalışması, Şematik Gösterim	13
Şekil 2 Tam Karıştırmalı sürekli reaktörler (CSTR), Şematik Gösterim	14
Şekil 3 Kuru Fermantasyon (DF) teknolojisi, Şematik Gösterim	15
Şekil 4 Avrupa Birliği destekli, Avrupa'da biyogaz teknolojinin geliştirilmesi için yapılan EU Agro-Biogas (26) çalışmasında incelenen bazı biyogaz tesisleri	16
Şekil 5 Biyogaz oluşumu aşamaları	18
Şekil 6 Üretilen birim ısı enerjisi başına gereken toplam yatırım	107
Şekil 7 Pasif ev	110
Şekil 8 Almanya'nın Potsdam şehrinde 1 m derinlikte yer sıcaklıklarının yıllık değişimi	128
Şekil 9 GE J312 GS-C25 biyogaz motoru ısı geri kazanımı	132
Şekil 10 Türkiye mısır üretim haritası	135
Şekil 11 Çürütücü Duvar Kesiti	138
Şekil 12 Toplam ısı ihtiyacı (sıhhi sıcak su dahil) ve Kojenerasyon ısısının aylara göre değişimleri	142
Şekil 14 Toplam ısı ihtiyacı (sıhhi sıcak su hariç) ve Kojenerasyon ısısının aylara göre değişimleri	144
Şekil 15 Heizomat RHK – AK 990 biyokütle doğrudan yakma ünitesi teknik verileri	146
Şekil 16 Çaplarına göre gaz deposu kapasiteleri	150
Şekil 17 Türkiye hane başına elektrik tüketimi dağılımı	154

Tablolar

Tablo 1 Birinci kat doğalgaz tüketimleri	27
Tablo 2 İkinci kat doğal gaz tüketimleri	31
Tablo 3 Bahçe içinde ev, diğer biyogaz tüketimi	35
Tablo 4 Sha çalışmasında inceleme yapılan evlerdeki ısıtma yükleri	50
Tablo 5 Çamçavuş köyünde bulunan 3000 büyükbaş hayvanın dışkısı ile üretilebilecek elektrik, ısı debisi, gübre miktarları	51
Tablo 6 Pelet, LPG ve kömür maliyetleri	96
Tablo 7 Kars ısıtma gün dereceleri	116
Tablo 8 Çamçavuş Köyü iskan konutu özgül ısı kaybı hesaplama çizelgesi	118
Tablo 9 K8 ve K9 iskan konutlarının ısıtma enerjisi ihtiyaçları	119
Tablo 10 Isıtma enerjisi ihtiyaçları, hane başına	121
Tablo 11 Bazı büyük şehirlerin kişi başına su tüketimleri	123
Tablo 12 Brugg marka ısı yalıtımlı esnek borunun ısı kaybı verisi	127
Tablo 13 Mekan ısıtma ve sıhhi sıcak su için ısı ihtiyaçları	130
Tablo 14 GE J312 GS-C25 biyogaz motoru ve elektrik jeneratörün ve ısıyı geri kazanan ısı değiştiricilerden oluşan ünite teknik verileri	131
Tablo 15 sadece dışkı ile üretilebilen elektrik, ısı ve gübre	134
Tablo 16 Dışkı ve mısır silajı ile üretilebilen elektrik, ısı ve gübre	136
Tablo 17 Çürütücü ısı kayıpları	139
Tablo 18 Çürütücülerin ısı kayıpları	140
Tablo 19 Tüm yıllık ısı ihtiyaçları	141
Tablo 20 Aylara göre ısı kayıpları, sıhhi sıcak su dahil	141
Tablo 21 Aylara göre ısı kayıpları, sıhhi sıcak su hariç	144

Tablo 22 Senaryo 1 ve 4 karşılaştırma	152
---	-----

Fotoğraflar

Fotoğraf 1 İncelenen ev, 1969 yılında yapılmıştır. Ev yapıldığı zamanın şartlarında lüks kabul ediliyormuş.	21
Fotoğraf 2 Oturma odasından sofa ve ilerde yatak odası. Zemin daha önce rabıta tahta kaplıymış. Daha sonra üzeri kaplama yapılmış.	22
Fotoğraf 3 Duvar kalınlığının iki tarafına iki ayrı ahşap doğrama yapılarak ısı yalıtımı iyileştirilmiş.	23
Fotoğraf 4 İçerden tavan görünüşü (hol)	23
Fotoğraf 5 2002 yılında inşa edilen 2013 yılında mantolama yapılan her katında bağımsız birer daire bulunan 2 katlı yapı	26
Fotoğraf 6 Genel görünüş	33
Fotoğraf 7 Toprak damlı kullanılmayan ahır	33
Fotoğraf 8 Kullanılmayan ahır, yıkılmış kısım	34
Fotoğraf 9 Çatı aralığında doğrama yerleştirilmemiş pencere boşluğu	34
Fotoğraf 10 Çamçavuş Köyünde bir ev	37
Fotoğraf 11 Ahır.....	38
Fotoğraf 12 Çamçavuş Köyünde bazı evler	38
Fotoğraf 13 Çamçavuş Köyü taslak imar planı.....	39
Fotoğraf 14 Boğazköy yeni köy alanı	40
Fotoğraf 15 Yeni alanda otlayan büyükbaş hayvanlar.....	40
Fotoğraf 16 Boğazköy muhtarlığında toplantı	42
Fotoğraf 17 Boğazköy'de bir ev	43
Fotoğraf 18 Aynı ev, diğer bir açıdan	43
Fotoğraf 19 Aynı ev, uzaktan	44
Fotoğraf 20 Boğazköy'de sağda ev ve solda ahır	45
Fotoğraf 21 Yere yayılarak kurutulan ve sonra kesip çıkartılan tezekler	45
Fotoğraf 22 Yol kenarından yeni köy alanı, sol	46
Fotoğraf 23 Yol kenarından yeni köy alanı, orta	46
Fotoğraf 24 Yol kenarından yeni köy alanı, sağ	47
Fotoğraf 25 Boğazköy yeni köy imar planı	47
Fotoğraf 26 Tahta talaşı peletleri	96
Fotoğraf 27 Zeolit tüpleri	104
Fotoğraf 28 Zeolit tüpleri, konteyner yerleşimi	104
Fotoğraf 29 Su ile temizleme tesisi	105
Fotoğraf 30 Membran gaz temizleme ünitesi	106
Fotoğraf 31 Finlandiya, Helsinki yakınlarında müstakil pasif evler	109
Fotoğraf 32 Finlandiya, Helsinki yakınlarında müstakil pasif aile evler, iç ve dış görünüm	111
Fotoğraf 33 Norveç'te Oslo'nun 30 km güneyinde bulunan, modern ve geleneksel mimari özellikleri bir arada bulunduran pasif ev	112
Fotoğraf 34 Gaziantep Belediyesi İnsan Kaynakları Merkezi	114
Fotoğraf 35 Çürütücü ısı değiştirici boruları	123
Fotoğraf 36 Isıtma borularının yer altına döşenmesi	129
Fotoğraf 37 Çaplı ısıtma boruları montajı	129

Fotoğraf 38 Heizomat RHK – AK serisi biyokütle doğrudan yakma ünitesi	147
Fotoğraf 39 Isı depolama ünitesi	148
Fotoğraf 40 Biyogaz çürütücü tankı ve üzerinde yarın küre formunda biyogaz depolama ünitesi.....	149
Fotoğraf 41 Triesdorf biyogaz ve biyokütle doğrudan yakma tesisi.....	155
Fotoğraf 42 Biyokütle (tahta talaşı) deposu	155
Fotoğraf 43 Çürütücüler ve önce kojenerasyon ünitesi	155
Fotoğraf 44 Kojenerasyon ünitesi	156
Fotoğraf 45 Üstü örtülü silaj deposu	156
Fotoğraf 46 Silaj.....	156
Fotoğraf 47 kalabalığın arkasında çürütüclere silaj besleyen ünite görülebilir.....	157
Fotoğraf 48 Sindirilmiş bulamacı katı ve sıvı kısımlarına ayıran seperatör ünitesi	157
Fotoğraf 49 Seperatörden geçmiş sindirilmiş bulamaç, katı kısım.....	157
Fotoğraf 50 Doğrudan yakma ünitesi.....	158
Fotoğraf 51 Avrupa'da kırsal yerleşkeler.....	159

Kısaltmalar

a	: Yıl, annum
EBİT	: Vergi ve Faiz Öncesi Kazanç, Earning Before Interest
EBİTDA	: Vergi, Faiz ve Amortisman Öncesi Kazanç, Earn. Bef. Int.,Tax, Depreciation & Amortisation
KM	: Kuru Madde
NPV	: Net Şimdiki Değer, Net Present Value
NCF	: Net Nakit Akışı, Net Cash Flow
NWC, NÇS	: Net işletme Sermayesi, Çalışma Sermayesi, Net Working Capital
OEAT	: Vergi Sonrası operasyon Kazancı, Operational Earnings After Tax
OEBT	: Vergi Öncesi operasyon Kazancı, Operational Earnings Before Tax
OKM	: Organik Kuru Madde
PI	: Karlılık Endeksi, Profitability Index
PB	: Geri Ödeme (süres)+, Payback (period)
PVIF	: Şimdiki Değer Çarpanı, Present Value Faiz Çarpanı

İÇİNDEKİLER

1	Yönetici Özeti	8
2	Çalışma Hakkında Genel Bilgi	9
2.1	Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	9
2.2	Çalışmanın metodolojisi	9
2.3	Projenin arka planı.....	9
2.3.1	Sosyo - ekonomik durum (genel, sektörel veya bölgesel)	9
2.3.2	Sektörel, Bölgesel Politikalar ve Programlar	10
2.3.3	Kurumsal Yapılar ve Yasal Mevzuat	10
2.3.4	Proje Fikrinin Kaynağı ve Uygunluğu	10
2.3.4.1	Projenin Sektörel veya Bölgesel Kalkınma Amaçlarına (politika, plan ve programlar) Uygunluğu	11
2.3.4.2	Projenin Geçmiş, Yürüyen ve Planlanan Diğer Projelerle İlişkisi	11
2.3.4.3	Proje Fikrinin Ortaya Çıkışı.....	11
2.3.4.4	Projeyle İlgili Geçmişte Yapılmış Etüt, Araştırma ve Diğer Çalışmalar	11
2.3.5	Projenin gerekçesi	11
2.3.5.1	Ulusal ve Bölgesel Düzeyde İhtiyaç Analizi	11
2.3.5.1.1	İhtiyacı belirleyen temel nedenler ve göstergeler	11
2.3.5.1.2	İhtiyacın geçmişte büyüme eğilimi	12
2.3.5.1.3	Mevcut ihtiyaç düzeyi hakkında bilgiler	12
3	Biyogaz ile bilgiler	13
3.1	Biyogaz teknolojileri	13
3.1.1	Upward flow Anaerobic Sludge Blanket, UASB teknolojisi	13
3.1.2	Tam karıştırmalı sürekli reaktörler (CSTR)	13
3.1.3	Kuru fermentasyon	14
3.1.4	Teknoloji seçimi	17
3.1.5	Biyogaz oluşumu	17
4	Saha çalışması	19
4.1	Giriş	19
4.1.1	Proje hakkında genel bilgi.....	19
4.1.2	Saha çalışmasından beklenen sonuçlar	19
4.1.3	Saha çalışması ön hazırlığı	19
4.2	Kars Şehir Merkezinde Ev İncelemesi (3 Adet, bahçe içinde)	20
4.2.1	Bahçe içinde tek katlı ev	20

4.2.1.1	Genel	20
4.2.1.2	Hesaplamalar, değerlendirmeler:	24
4.2.2	Bahçe içinde her katında bağımsız daireler olan 2 katlı yapı.....	25
4.2.2.1	Genel	25
4.2.2.2	Hesaplamalar, değerlendirmeler:	27
4.2.3	Bahçe içinde tek katlı ev, diğer	32
4.2.3.1	Genel	32
4.2.3.2	Hesaplamalar, değerlendirmeler:	35
4.3	Baraj gölü havzasında kalan, taşınacak köylerin incelemesi	36
4.3.1	Çamçavuş Köyü:	36
4.3.2	Çamçavuş Köyü yeni yerleşkesi	40
4.3.3	Boğazköy Köyü	41
4.3.4	Boğazköy yeni yerleşim alanı:.....	46
4.4	İl Çevre ve Şehircilik Müdürlüğü ile yapılan görüşmeler	48
4.5	Saha Çalışması sonuçları	49
5	Mevzuat Taraması	53
5.1	Genel	53
5.2	Değerlendirmeler	54
5.2.1	Binalarda enerji performansı mevzuatı	54
5.2.2	Çevre mevzuatı	62
5.2.3	İş sağlığı ve güvenliği mevzuatı	72
5.2.4	Yenilenebilir Enerji Mevzuatı	76
1	<u>5346, yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi amaçlı kullanımına ilişkin kanun,</u> <u>10.05.2005, sayı: 25819.....</u>	76
5.3	Mevzuat Taraması Sonuçları	91
5.3.1	Bina enerji performansı ile ilgili	91
5.3.2	Çevre ve iş güvenliği ile ilgili	91
5.3.3	Yenilenebilir enerji ile ilgili	92
6	Kars Biyokütle potansiyeli	93
7	Tesis senaryoları:	98
7.1	Giriş	98
7.2	Senaryo 1: Biyogazın doğal gaz kalitesinde arıtılması, dağıtık ısıtma	100
7.3	Senaryo 2: Biyogazın kojenerasyon tesisinde yakılması, dağıtık ısıtma	100
7.4	Senaryo 3: Biyogazın kojenerasyon tesisinde yakılması, merkezi ısıtma ve sıhhi sıcak su ..	101

7.5	Senaryo 4: Biyogazın kojenerasyon tesisinde yakılması, merkezi ısıtma	102
7.6	Tüm senaryolar için geçerli varyasyonlar:	102
7.7	Değerlendirme	103
8	Biyogazın doğal gaza dönüştürülmesi	104
8.1	Teknolojiler	104
8.2	Biyogaz ile çalışan ısıtma ve pişirme donanımları	107
9	Pasif ev.....	109
9.1	Teknoloji	109
9.2	Yurtdışında uygulama örnekleri	110
9.3	Türkiye'nin İlk Pasif Binası Gaziantep'te	113
10	Teknik Analiz	115
10.1	Isınma ihtiyacının hesaplanması	115
10.1.1	Isınma gün derece sayıları	115
10.1.2	Özgül ısı kaybı	117
10.1.3	Yıllık ısı kayıpları	119
10.1.4	Mekan ısıtma enerjisi ihtiyacı	120
10.2	Birincil enerji ihtiyacı:	122
10.3	Sihhi sıcak su enerji ihtiyacının hesaplanması	122
10.4	Kalorifer suyu dağıtım ısı kayıpları	126
10.5	Sihhi sıcak su dağıtım ısı kaybı	129
10.6	Kojenerasyon ısı	130
10.7	1 MWh biyogaz tesisi tasarımı	133
10.7.1	Kojenerasyon ısı üretiminin ile evlerin ısı ihtiyacının karşılaştırılması	133
10.7.2	Birlikte çürütme	135
10.7.3	Çürütücü hacmi	136
10.7.4	Çürütücü ısı kayıpları	137
10.7.5	Toplam ısı kaybı	141
10.7.6	Biyokütle doğrudan yakma tesisinin kapasitesi	145
10.7.7	Pelet tüketimi	147
10.7.8	Termal depolama Ünitesi	148
10.7.9	Biyogaz depolama Ünitesi	149
10.8	Mera zamanı - biyogaz tesisi	150
10.9	Biyogazın doğal gaza dönüştürülmesi	151
10.10	Hane elektrik ihtiyacı	153

11	Yurtdışı incelemeler	154
12	Modelin Türkiye genelinde uygulanabilirliği	158
13	Köy Mimari tasarımları ve biyogaz tesisleri	159
14	Ekonomik ve Finansal değerlendirmeler	160
	Referanslar	163

Ekler

- EK A Ekonomik ve Finansal Fizibilite: Hedef Proje Parametreleri Değerleri ile
- EK B1 Duyarlılık Analizi – 1: Proje Maliyetinin Tahmin Edilenden %10 Daha Fazla Gerçekleşmesi
- EK B2 Duyarlılık Analizi – 2: Tesis İnşaatının Tahmin Edilenden 3 Ay Daha Geç Tamamlanması
- EK B3 Duyarlılık Analizi – 3: TL /USD Kurunun Tahmin Edilenden Daha Hızlı Artması

1 Yönetici Özeti

Çalışma Kars, Akyaka Kaymakamlığı Köylere Hizmet Götürme Birliği için, Serka 2016 Doğrudan Faaliyet Desteği kapsamında yapılmıştır.

Çalışmanın amacı, Akkaya İlçesinde ısı ve elektrik tüketimi açısından kendi kendisine yeterli ekolojik bir yerleşim modeli fizibilitesinin hazırlanmasıdır. Bölgede geleneksel olarak kurutularak tezek yapılan ve yakılarak ısıtmada kullanılan hayvan dışkılarının, modern teknoloji kullanılarak biyogaz üretiminde kullanılması, biyogazın ise kojenerasyon yolu ile hem ısı hem de elektrik üretiminde kullanılması hedeflenmiştir.

Çalışma sırasında tesisin;

- çevreyi ve insan sağlığını koruması,
- yönetilmesinin basit olması,
- bölge ekonomisine katkıda bulunması,
- ısı ve elektrik tüketimlerinin tamamını karşılayabilmesi,
- Ekonomik ve finansal fizibiliteye sahip; olmasına öncelik verilmiştir.

Çalışma sonunda; biyokütle doğrudan yakma ünitesi ile ısı üretimi desteklenmiş, büyükbaş hayvan dışkıları ve mısır silajı ile beslenecek bir biyogaz tesisinin en uygun çözüm olduğu gösterilmiştir. Tesis, köy evlerinin ısıtılması, sıcak su ve pişirme için gerekli enerji ile elektrik ihtiyaçlarının tamamını karşılamakta ve artan yaklaşık 5,7 milyon kWh elektriği şebekeye satmaktadır.

Tesis maliyeti 2016 rakamlarıyla 8 602 795 TL bulunmuştur. Yatırımın geriye dönüş süresi 12,24 yıl, iç getiri oranı %14,8'dir.

Tesisin gerçekleştirilmesi bölgede bir örnek yaratacak, tarımın, istihdamın ve yaşam şartlarının geliştirilerek bölgeden göçün önlenmesine katkıda bulunacaktır.

2 Çalışma Hakkında Genel Bilgi

2.1 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Serhat Kalkınma ajansı 2016 Yılı Doğrudan Faaliyet Desteği (TRA2-16-DFD) çerçevesinde desteklenen, Akkaya Kaymakamlığı, Köylere Hizmet Götürme Birliğine ait "ekolojik yerleşim modeli fizibilitesinin çalışmasının yapılmasıdır.

2.2 Çalışmanın metodolojisi

Çalışma metodolojisi, saha ziyareti kapsamında Kars'da incelemeler yapılmasını daha sonrasında ise mevzuat ve literatür taraması ile elde edilen bilgilerin bir fizibilite çalışması haline getirilmesidir.

2.3 Projenin arka planı

2.3.1 Sosyo - ekonomik durum (genel, sektörel veya bölgesel)

2011 Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi (ADNKS) sonuçlarına göre Kars ilinin nüfusu 305.755 kişidir. İldeki kadın nüfusu 146.576 kişi (%47,9) olup erkek nüfusu il nüfusunun %52,1'ini (159.179 kişi) oluşturmaktadır. Kars ilinde 2011 yılı itibariyle kilometrekareye 30 insan düşerken, bu sayı Türkiye genelinde 97'dir. 1990 yılından sonra il nüfusu 2010 yılına kadar sürekli bir azalma göstermiştir. 2011 yılında ilin nüfusu önceki yıla göre %1,32 (3.889 kişi) artmıştır. Türkiye genelinde nüfusun yarısından fazlası çalışabilir iken Kars'ta %40'ı toplam çalışabilir nüfustur. Teorik olarak bu durum ilde her 2 kişinin 3 kişiye bakmakla yükümlü anlamına gelmektedir. Bu husus ayrıca göçün verdiği sonuçlar arasında değerlendirilebilir.

Nüfus içinde 2011 yılı verilerine göre okuma –yazma bilmeyenler %9,93, ilkokul mezunları, %25,57, lise mezunları %16,57 ve Üniversite mezunları %6,52lik kesimi oluşturmaktadır.

İşsizlik oranı 2011 yılı verilerine göre %7,5'dir.

Kağızman ve Digor ilçeleri hariç, iklim koşulları nedeniyle bitki yetiştirme sezonu kısadır. Gerek iklim koşulları gerekse geleneksel üretim alışkanlıkları nedeniyle ilde tarıma elverişli arazinin önemli bir kısmı tarla ürünleri üretiminde kullanılmaktadır.

İlde tarım arazisi olarak kullanılan arazinin tamamına yakın bir kısmında tarla tarımı yapılmakta olup, sebze ve meyve amaçlı tarım alanının payı ise %0,35 civarındadır. Tarla tarımı yapılan alan 358.039 hektar olup, kullanılan tarım alanının yaklaşık olarak %99,65'ini oluşturmaktadır.

İlde tarım arazilerinin alanı toplam yüzölçümün %34'ünü oluşturmaktadır. Tarım arazilerinin yüzde 43,8'i sulanabilir olmasına rağmen, hâlihazırda bu arazilerin ancak yüzde 27,3'ü sulanmaktadır.

Et ve süt hayvancılığı gelişmiştir. Peynir üretimi önemli bir geçim kaynağıdır. İlde 6089 ton kaşar peyniri üretilmektedir. Yine 2011 yılı rakamlarına göre ilde 402 499 adet büyükbaş hayvan bulunmaktadır. Bu miktar Türkiye ortalamalarının çok üstündedir.

Kars ilindeki mevcut 653 imalat sanayi sektörü işletmesinin %26,8'i gıda ürünleri ve içecek imalatı, %22,2'si metal ürünleri, %17,3'ü orman ve orman ürünleri, %11,92'u tekstil ürünleri ve giyim eşyası, %5,5'i makine ve teçhizat alt imalat kollarında, %16,2'si ise diğer imalat alanlarında üretim yapmaktadır.

2.3.2 Sektörel, Bölgesel Politikalar ve Programlar

2012 yılı itibarıyla Kars'a gerçekleştirilen yatırımların %23,8'i eğitim, %18,2'si tarım,%13,6'sı sağlık ve% 23,3'ü ulaştırma-haberleşme sektörlerinde yapılmıştır. Ulaştırma-haberleşme sektöründe yer alan Bakü-Tiflis-Kars Demiryolu Hattı yatırım miktarının bu kadar yüksek olmasının başlıca sebebidir. Turizm, madencilik ve enerji sektörlerine yapılan yatırımların oranı %1'i geçmezken 2012 yılında imalat sanayi sektörüne kamu harcamaları adına herhangi bir kaynak aktarılmamıştır.

İllerimiz 2011 yılında Kalkınma Bakanlığı tarafından hazırlanan Sosyo- Ekonomik Gelişmişlik Endeksi (SEGE) çalışması sonuçlarına göre gruplandırılarak teşvikler açısından altı bölgeye ayrılmıştır. Bu düzenlemeye göre Kars, bölgesel teşviklerin en fazla sunulduğu 6. Bölgede yer almaktadır. Ancak enerji yatırımları bölgesel teşvik kapsamına girmemektedir.

Genel Teşvikler kapsamında, bölgesel teşvik kapsamı dışında yer alan ve 6. Bölgede yapılan asgari 500.000 TL tutarındaki sabit yatırımlar için (örneğin enerji yatırımları veya kamu kurum ve kuruluşlarının altyapı veya hizmet yatırımları)

- KDV istisnası,
- Gümrük vergisi muafiyeti ve
- Gelir vergisi stopajı (sadece 6. Bölgede) desteğinden yararlanılabilmektedir.

Katma Değer Vergisi (KDV) İstisnası, yatırım Teşvik Belgesi kapsamında yurt içinden ve yurt dışından temin edilecek yatırım malı makine ve teçhizatın için KDV ödenmemesi şeklinde uygulanır.

Gümrük Vergisi Muafiyeti, yatırım Teşvik Belgesi kapsamında yurt dışından temin edilecek yatırım malı makine ve teçhizat için Gümrük Vergisinin ödenmemesi şeklinde uygulanır.

Mevzuat ile ilgili diğer konular mevzuat taraması başlığı altında incelenmiştir.

2.3.3 Kurumsal Yapılar ve Yasal Mevzuat

Kars'ta 19 Tarım Kredi Kooperatifi ve üç adet yetiştiriciler birliği bulunmaktadır. Hayvansal üretimin geliştirilmesi amaçlı faaliyet gösteren bu birlikler, veterinerlik hizmetleri, yem ve malzeme satışı, ırk ıslahı ve kayıt tutma gibi faaliyetlerde bulunmaktadır.

Son yıllardaki örgütlenmelerin bir kısmı Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı ve Avrupa Birliği'nin tarımsal desteklerinden faydalanmak için gerekli olan yasal zorunluluklardan kaynaklanmaktadır. Buna rağmen, kooperatif ve birlik gibi örgütler hem sayı hem de nitelik olarak yeterli olduğu söylenemez.

Sanayi ve ticaret alanında Ticaret ve Sanayi Odası, Esnaf ve Sanatkarlar Odaları Birliği, Ticaret Borsası, Organize Sanayi Bölgesi Müdürlüğü işletmelere iktisadi, sınai ve ticari faaliyetlerine desteklerini sürdürmektedir. Bununla birlikte SERKA, KOSGEB ve TKDK gibi kurumların işletmelerin mevcut kapasitelerini artırmaya ve girişimcilik kültürünü geliştirmeye yönelik faaliyetleri bulunmaktadır.

Mevzuat ile ilgili konular mevzuat taraması başlığı altında incelenmiştir.

2.3.4 Proje Fikrinin Kaynağı ve Uygunluğu

2.3.4.1 Projenin Sektörel veya Bölgesel Kalkınma Amaçlarına (politika, plan ve programlar) Uygunluğu

Kars, Ağrı, Iğdır ve Ardahan illerinde faaliyet gösteren Serhat Kalkınma Ajansı, kalkınmada yatırımların rolü ve öneminden hareketle bölge illerinde öne çıkabilecek potansiyel yatırım alanları ve bölgenin sosyo-ekonomik bir analizinin ortaya konması için "Kars'ın sosyo-ekonomik durumu ve uygun yatırım alanları başlığı altında bir çalışma yayınlamıştır. (22) Bu çalışmada, biyogaz tesislerine ilde yapılabilecek yatırımlar arasında yer verilmiş ve tesisler "sorunsuz olarak düşünülmeyle birlikte kuruluş yeri, pazarlama, kapasite, işgücü vb. unsurlar açısından daha ayrıntılı çalışmayı gerektiren girişim alanları" sınıfında değerlendirilmiştir.

2.3.4.2 Projenin Geçmiş, Yürüyen ve Planlanan Diğer Projelerle İlişkisi

Kars barajı su tutma havzasında kalacak olan köylerin yerlerinin değiştirilecek olması dolayısı ile, saha çalışması kapsamında, bu köylerin bölgedeki köyleri temsil ettiği düşünülerek, köyler ziyaret edilmiş ve yeni yerleşkeleri çalışılmıştır.

Yeni yerleşkeler için il şehircilik ve çevre il müdürlüğü tarafından hazırlanan taslak imar planları ve iskan konutu mimari planları ile mekanik projeleri verilerinden fizibilite çalışması kapsamında yararlanılmıştır.

2.3.4.3 Proje Fikrinin Ortaya Çıkışı

Kars'da iklimin sertliği ve bunun yaşam şartları üzerinde yarattığı baskı, göç sebepleri arasında en önde gelenlerdendir. Evlerin sorunsuz ve iyi ısıtılması, içerde teneffüs edilen havanın konfor şartlarını sağlaması arzu edilmektedir.

Öte yandan ilde yapılan süt ürünleri ve özellikle peynir üretiminden dolayı çok sayıda büyükbaş hayvan bulunması ve bunların dışkılarının insan ve çevre sağlığını korumak üzere bertaraf edilmeleri gerekliliği projeyi çağrıştırmıştır.

İlin Türkiye'de mısır silajı üretiminde söz sahibi illerden biri olması ve kullanılabilecek geniş ve sulak tarım arazilerine sahip olması da biyogaz tesislerine işaret etmiştir.

Bölgede köylerin alt ve üst yapılarının kalitelerinin çok düşük olması ve bazı köylerin yerlerinin değiştirilmesi gerekmesi ve yeni köylerde gerekli alt yapının daha kolay gerçekleştirilebilecek olması, projenin öncelikli olarak yeni yapılacak köyler yerleşkeleri için bir model olabileceği fikrini doğurmuştur.

2.3.4.4 Projeyle İlgili Geçmişte Yapılmış Etüt, Araştırma ve Diğer Çalışmalar

Bölgede biyogaz üretimi ile ilgili akademik ve etüd çalışmaları yapılmış, ancak ekolojik yerleşim modeli fizibilite çalışması, yerleşim merkezlerinin enerji öz yeterliliğini önceleme bağlamında konunun yeni bir boyutunu çevresel bir bakış açısı ile çalışmıştır.

2.3.5 Projenin gerekçesi

2.3.5.1 Ulusal ve Bölgesel Düzeyde İhtiyaç Analizi

2.3.5.1.1 İhtiyacı belirleyen temel nedenler ve göstergeler

Evsel ve endüstriyel atıkların doğal çevre ve bir bütün olarak ekosistem üzerinde olumsuz etkisi her geçen gün

artmaktadır. Sözkonusu atıklar atmosfer ve yeraltı sularına karışması nedeniyle ciddi sağlık sorunlara sebep olmaktadır. Doğal çevrenin insan eliyle tahribatı da her geçen gün artmaktadır. Sürdürülebilir bir çevre, atıkların etkili ve uygun yöntemlerle bertaraf edilmesi günümüzün en önemli çevre sorunu haline gelmiştir.

Diğer taraftan ülke ekonomisinin hızla büyümesine paralel olarak, Türkiye'nin enerji ihtiyacının yılda ortalama %7 düzeyinde arttığı gözlenmektedir. Enerji üretimi ve tüketiminde dış kaynaklı ve fosil kökenli hammaddelere bağımlılığımızın ise %72 düzeyine ulaştığı gözlenmektedir. İthal edilen fosil kökenli hammaddelerin maddi tutarı 50 milyar USD'nin üzerinde olup toplam cari açığın %70'e yaklaşan bir bölümünü oluşturmaktadır. Üretim maliyetleri içerisinde enerjinin payını göz önünde bulundurduğumuzda ülkemizin enerji bağımlılığının azaltılması, sürdürülebilir üretim ve rekabet edebilme konusunda oldukça önemli ve belirleyici bir konudur.

Enerji maliyetlerinin artması, girdi maliyetler içerisinde Enerjinin payını da arttırmaktadır. Bu durum işletmelerinin rekabet koşullarını zorlaştırmaktadır.

Geniş ve sulak tarım arazilerinin ve sağlanabilir işgücünün kullanılarak, Türkiye'nin güçlü olduğu tarımın, enerji kaynaklarının zayıflığını gidermek için kullanılması ekonomik, sosyal ve politik açıdan doğru görülmektedir.

2.3.5.1.2 İhtiyacın geçmişte büyüme eğilimi

Diğer taraftan ülke ekonomisinin hızla büyümesine paralel olarak, Türkiye'nin enerji ihtiyacının uzun vadede bakıldığında yılda ortalama %7 düzeyinde arttığı gözlenmektedir. Türkiye Enerji açığının ve dolayısı ile cari açığın kapatılması açısından yerleşim birimlerinin enerji ihtiyaçlarını kendilerinin karşılamaları giderek daha çok önem kazanmaktadır.

İlde son 11 yılda büyükbaş hayvan sayısı %60 artışla 269.560'dan 432.499'a yükselmiştir. Buna bağlı olarak hayvanlara ait dışkıların ber taraf edilmesi ihtiyacı da büyümüştür.

Bölgede modern yaşam standartlarında yaşama beklentisi artmış, buna bağlı olarak kişi başına tüketilmesi arzu edilen enerji miktarı da artmıştır. İlden göçün engellenmesi için insan ve çevre sağlığına uygun modern yaşam standartlarının sağlanması ihtiyacı geçmişe göre artmıştır.

2.3.5.1.3 Mevcut ihtiyaç düzeyi hakkında bilgiler

Köylerde mevcut durumda Isınma ihtiyaçları ocak ve sobalarda kısmen tezek ve kısmen kömür yakılarak karşılanmaktadır. Elektrik ihtiyaçları şebekeden karşılanmakta, pişirme için genellikle tüp gaz kullanılmaktadır.

Büyükbaş hayvan dışkıları tezek yapılmak üzere yere serilmekte, böylece idrar ve dışkının sıvı kısmı toprağı kirletmekte ve toprak altı sularını kirletmektedir.

3 Biyogaz ile bilgiler

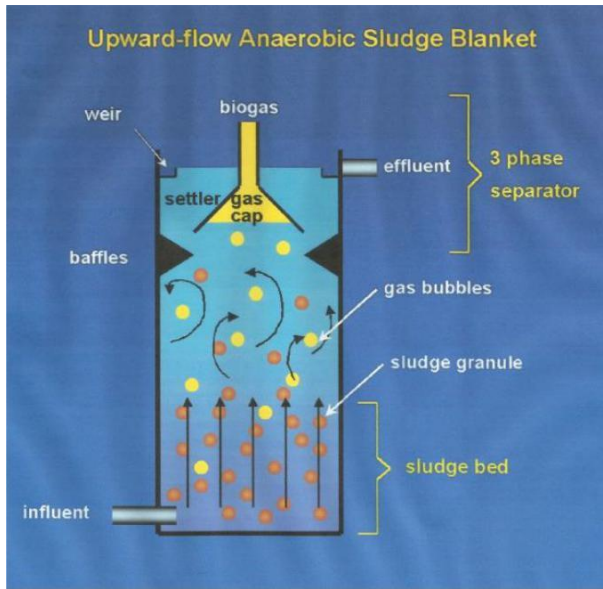
3.1 Biyogaz teknolojileri

Organik kökenli olan atıklardan biyogaz elde edilmesinde kullanılan yaş biyogaz üretme teknolojileri;

- Anaerobik Lagün
- Tam Karıştırmalı sürekli reaktörler (CSTR) ve kontak reaktörleri
- Yukarı Akışlı Anaerobik Çamur Yatak (UASB) Reaktörleri
- Genleşmeli Granül Çamur Yatak (EGSB) Reaktörleri
- Membran Reaktörleri
- Biyofilm Reaktörleri, olarak sıralanabilir. (24)

3.1.1 Upward flow Anaerobic Sludge Blanket, UASB teknolojisi

Upward flow Anaerobic Sludge Blanket, UASB teknolojisi 1980'li yıllarda geliştirilmiştir ve ismini bakteri kolonilerinin zamanla granüller halinde süstratın alt kademelerinde bir tabaka oluşturmasından almaktadır. (25)



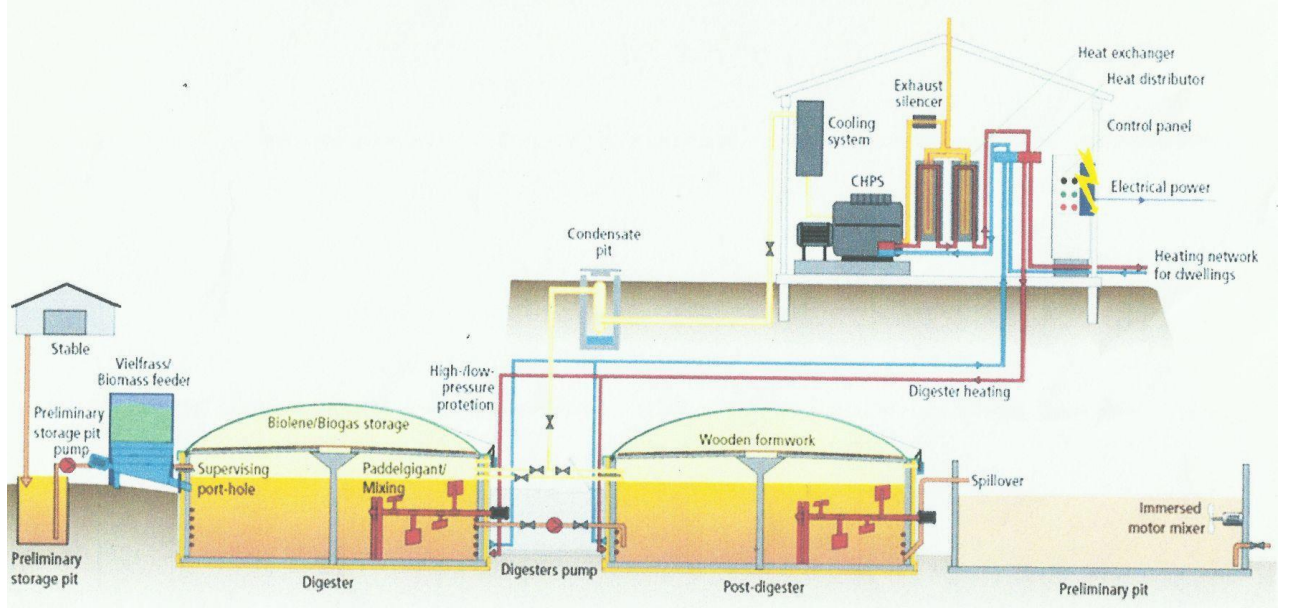
Şekil 1 Yukarı Akışlı Anaerobik Çamur Yatak (UASB) Reaktörün Çalışması, Şematik Gösterim

UASB reaktörleri genellikle endüstriyel uygulamalarda büyük ölçekli pis su arıtılmasında kullanılmaktadır.

3.1.2 Tam karıştırmalı sürekli reaktörler (CSTR)

Tam Karıştırmalı sürekli reaktörler (CSTR) ve kontak reaktörleri, avrupa'da çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Bugün sadece Almanya'da 7000 üzerinde tam karıştırmalı sürekli reaktör mevcuttur.

Tam karıştırmalı çürütücüler sadece tarımsal atıklar ve hayvan gübresi için değil endüstriyel atık sularında arıtılmasında çok yaygın olarak kullanılan reaktörlerdir. (24)



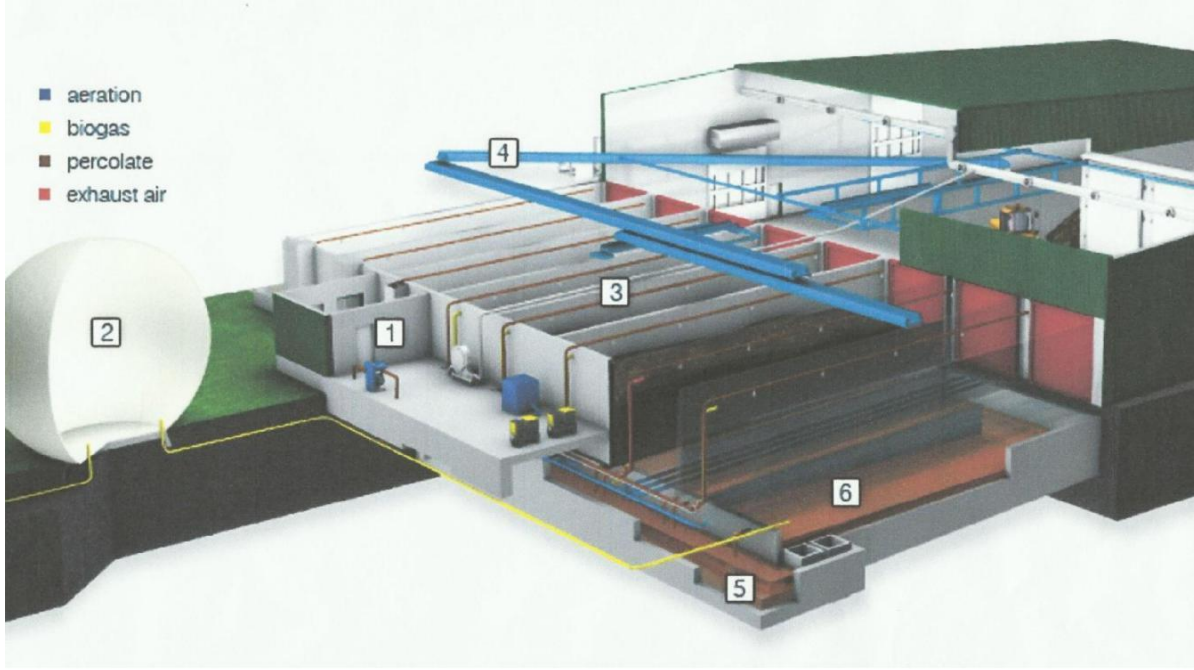
Şekil 2 Tam Karıştırmalı sürekli reaktörler (CSTR), Şematik Gösterim

3.1.3 Kuru fermentasyon

Diğer taraftan kuru fermentasyon (dry fermentation) olarak bilinen kuru madde oranları yüksek tarımsal atıkların anaerobik olarak çürütülmesi için kullanılan bir teknoloji daha vardır. Genellikle kullanılan sübstratların KM oranı %12 üzerinde olduğunda kullanılan teknolojiler kuru fermentasyon, %12 üzerinde olduğu zaman ise yaş fermentasyon olarak bilinir.

Yaş fermentasyon teknolojisi patent koruması altında değilken, kuru fermentasyon teknolojisi, bu teknolojiyi geliştiren firmaların patent koruması altındadır. Bu yüzden kuru fermentasyon teknolojisinin kullanımı aynı teknolojiyi birden fazla firmadan temin etme serbestliğine sahip olunmadığı için daha yüksek maliyetli olmaktadır.

Teknoloji genel olarak yan yana hava geçirmez koridorlarda kuru sübstratların yukarıdan bakteri duşu yaptırılarak ve periyodik olarak tabanda bulunan nozıllardan biyogaz püskürtülerek sübstratların karıştırılması esasına dayanır.



Şekil 3 Kuru Fermantasyon (DF) teknolojisi, Şematik Gösterim

1. Mühendislik odası
2. Biyogaz depolama ünitesi
3. Çürütücü koridoru, gaz geçirmez kapılı
4. Otomatik yükleme
5. Kum tutucu
6. Bakterili sıvı



Website www.eu-agrobiogas.net

Photos of selected biogas plants for the demonstration activities:

AUSTRIA:



GERMANY:



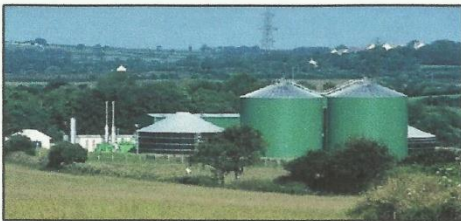
POLAND:



ITALY:



UNITED KINGDOM:



CZECH REPUBLIC:



Şekil 4 Avrupa Birliği destekli, Avrupa'da biyogaz teknolojinin geliştirilmesi için yapılan EU Agro-Biogas (26) çalışmasında incelenen bazı biyogaz tesisleri

3.1.4 Teknoloji seçimi

Uygulanabilecek;

- Tam Karıştırmalı sürekli reaktörler (CSTR)
- Yukarı Akışlı Anaerobik Çamur Yatak (UASB) Reaktörleri
- Kuru fermentasyon

teknolojilerinden Tam Karıştırmalı sürekli reaktörler (CSTR),

- Ucuz yatırım maliyetleri
- Küçük ölçekli gerçekleştirilebilmeleri
- Patent koruması altında olmamaları
- Kolay yönetilebilirlikleri ile

öne çıkmaktadır.

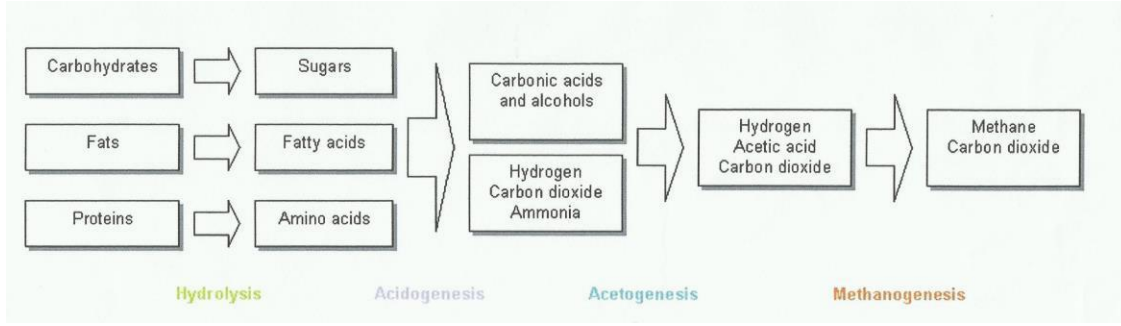
Tam Karıştırmalı sürekli reaktörler (CSTR) çalışma sıcaklıklarına göre, tek ya da çift kademeli çürütücü tasarımına sahip olmalarına göre alt gruplara ayrılmaktadır. Mezofilik sıcaklıklarda (37-39°C) çalışan çürütücüler termofilik (55-70°C) olanlara göre daha yavaş çalışsalar da sürecin idare edilmesi açısından daha kolay ve daha istikrarlıdır.

3.1.5 Biyogaz oluşumu

Biyogaz oluşumu;

- 1) Hidroliz
- 2) Asitogeneze
- 3) Asetogeneze
- 4) Metanogeneze

olmak üzere 4 aşamadan oluşur. Bunlardan son üçü bakteriyel aktivitelerdir. Hidroliz aşaması genellikle bir dar boğaz teşkil eder ve biyogaz üretiminin genelini geciktirir. Bu yüzden hidroliz aşamasının gerekli olduğu sübstratlar için ayrı bir hidroliz tankının kullanılması dar boğazın önlenmesi için faydalı olacaktır. Örneğin; hayvan dışkılarının anaerobik olarak çürütülmesinde hidroliz aşaması zaten hayvanların kendi sindirim sistemlerinde gerçekleştirildiği için ayrı bir hidroliz tankı kullanılması gerekli değildir. Dışkı ağırlıklı dışkı ve silaj karışımlarında da hidroliz tankı gerekli değildir. Ancak hidrolik alıkonulma süresinin daha uzun tutulması önerilir. Sadece mısır silajı, saman gibi bitki kökenli girdilerin işlendiği tesislerde hidroliz tankı yapılmalıdır.



Şekil 5 Biyogaz oluşumu aşamaları

4 Saha çalışması

4.1 Giriş

Serhat Kalkınma ajansı 2016 Yılı Doğrudan Faaliyet Desteği (TRA2-16-DFD) çerçevesinde desteklenen, Akkaya Kaymakamlığı, Köylere Hizmet Götürme Birliğine ait "ekolojik yerleşim modeli fizibilitesinin yapılması" projesi alt yüklenicisi olarak tarafımızdan 21, 22, 23 Haziran 2016 tarihlerinde Akyaka ilçesinde bir saha çalışması gerçekleştirilmiştir.

4.1.1 Proje hakkında genel bilgi

Proje konusu, Akkaya ilçesinde enerji tüketimi açısından öz yeterli ekolojik bir yerleşim modeli fizibilitesinin hazırlanmasıdır. Proje çerçevesinde bölgede hayvancılık ve ziraat atıkları ile düşük maliyetli olarak yetiştirilebilecek bitkilerin yerleşim biriminde tüketilecek elektrik ve ısının üretilmesinde ham madde olarak kullanılması ön görülmektedir. Yüksek performanslı ısı yalıtımı ve biyogaz teknolojileri kullanılarak, bölgede hakim olan ağır kış şartlarında, konforlu, sürdürülebilir, çevre ile uyum içinde bir modern, örnek bir köyün modelini oluşturmak amaçtır. Böylece bölgede geleneksel olarak kurutularak tezek yapılan ve yakılarak ısıtmada kullanılan hayvan dışkılarının, modern teknoloji kullanılarak biyogaz üretiminde kullanılması, biyogazın ise kojenerasyon yolu ile hem ısı hem de elektrik üretiminde kullanılması düşünülmektedir.

Proje çerçevesinde biyogazın üretilmesi, taşınması, doğal gazla çevrilmesi, elektrik ve ısı üretiminde kullanılması, konusunda mevcut teknolojiler incelenecek ve en iyi çözüm ortaya konacaktır. Bu çerçevede ekolojik yerleşim biriminin ideal büyüklüğü çeşitli kriterler gözetilerek belirlenecektir.

4.1.2 Saha çalışmasından beklenen sonuçlar

Saha çalışmasından beklenen sonuçlar aşağıdaki maddelerle özetlenebilir.

- Sözleşme makamının proje hedeflerinin karşılıklı görüşmelerle tespit edilmesi
- Halkın projeden beklentilerinin karşılıklı görüşmelerle tespit edilmesi
- Hal-i hazırdaki köy şartlarının belirlenmesi
- Yeni köy yerleşkelerinde yapılması planlanan köy evlerinin yapısı itibari ile enerji ihtiyaçlarının tespiti amacıyla bu evlere yakın fiziksel özellikleri haiz örnek köy evlerinin yapısal ve termal özelliklerinin incelenerek yapılacak evlerin enerji ihtiyaçlarının tespit edilmesi
- İlçede taşınacak köylerin eski ve yeni yerlerinin incelenmesi neticesinde biyogaz tesisi planlaması için bilgi edinilmesi
- Köylerdeki büyükbaş hayvan varlığının nitelik ve nicelik olarak incelenmesi
- Yöredeki hayvancılık uygulamalarının tespit edilmesi

4.1.3 Saha çalışması ön hazırlığı

Yapılan temaslar sonucunda bölgede yeni yapılmakta olan sulama barajının su toplama havzası içinde kalacak olan Çamçavuş ve Boğazköy köylerinin taşınması için bir süredir çalışmalar yürütüldüğü öğrenilmiş ve incelemelerin bu köylerde yapılması kararı verilmiştir.

Bu köylerde bulunan büyükbaş hayvan varlığının kaymakamlık tarafından ilgili mercilere resmi yoldan sorularak doğru rakamlara ulaşılabilme olanağından yararlanılmasına karar verilmiştir.

Köy evlerinin yapısal ve termal özelliklerinin belirlenmesi için kaymakamlık tarafından tespit edilen üç evin incelenmesine karar verilmiştir. Kars merkezde, ancak çok geniş bahçe içinde bulunan bu evlerin ikisinde hal-i hazırda doğal gaz kullanılmaktadır.

Gerek köylerde gerekse yapısal ve termal özellikleri incelenen evlerde muhataplara sorulacak sorular ve incelenmesi gerekli konular önceden tespit edilerek listelenmiştir.

Bu incelemeler sonucunda evlerin toplam yıllık ısı gereksinimlerinin bulunması hedeflenmiştir. Bu sebeple çatı yapıları, duvar kalınlıkları ve kullanılan malzemeler, doğrama tipleri, pencere başına kullanılan doğrama sayısı, doğrama başına kullanılan cam sayısı gibi yapısal özellikler ve enerji kullanım miktarlarının belirlenmesi hedeflenmiştir. Yapısal özellikler görsel ve ölçülerek tespit edilmiş, enerji kullanım miktarları ise kömür, odun gibi kaynaklardan kullanılıyor ise ev sahibinden sorularak öğrenilmiştir. Kömür ve odun her sene bir kere ve hemen hemen aynı miktarda alındığı için ev sahibinden alınan bilginin güvenilirliği oldukça yüksektir. Doğal gaz kullanılıyor ise abonelik numaralarının alınarak doğal gaz kullanımlarının kaymakamlık tarafından ilgili mercilere resmi yoldan sorulması yoluna gidilmiştir. Böylece doğal gaz kullanımlarının doğru olarak tespiti mümkün olacaktır.

Yıllık ısı gereksinimlerinin ve yapısal özelliklerin ortaya konması, yeni yapılacak köy evlerinde gerekli olan yapısal özelliklerin ve ısı yalıtım gereksiniminin belirlenmesinde yol gösterici olacaktır.

4.2 Kars Şehir Merkezinde Ev İncelemesi (3 Adet, bahçe içinde)

4.2.1 Bahçe içinde tek katlı ev

4.2.1.1 Genel

İncelenen ilk ev 1969 yılında yapılmış ve 2002 yılına kadar ev olarak kullanılmış, 2002 yılından sonra ise depo olarak kullanılmıştır. Ev olarak kullanıldığı dönemde evi ısıtmak için kullanılan kömür ve tezek miktarı ev sahibinden öğrenilmiştir.

Ev Sahibi: İsak Kaya

Ev Tipi: Kömür ile ısınan tek katlı bahçe evi

Bina Yapım Yılı: 1969

Evin girişi iki tarafında tuvalet ve banyonun bulunduğu bir holdir. Bu holden iki tarafında yatak ve oturma odalarının bulunduğu sofaya geçilmektedir.

Bina Bölümleri: 3 Oda + Hol + Mutfak + Tuvalet (Net: 67,1 m² kullanım alanı)

Oturma Odası:	4,5 x 4 metre (18 m ²)
Sofa:	3,2 x 4 metre (12,8 m ²)
Yatak Odası:	4,5 x 4 metre (18 m ²)
Hol:	3,2 x 3 metre (9,6 m ²)
Mutfak:	1,75 x 3 metre (5,25 m ²)
Banyo:	1,15 x 3 metre (3,45 m ²)

Ev sakinleri sayısı: 6 kişi

Bina Yapısı:

- 1 metre yüksekliğinde taş yığma temel
- 60 cm kalınlığında yığma taş duvarlar
- 2 adet ahşap doğrama duvar kalınlığının iki tarafına yerleştirilmiş
- Ahşap doğramalar üstünde tek cam kullanılmış
- Altı kalas ve toprak ile desteklenmiş, oluklu sac ile kaplanmış çatı
- Isı yalıtımı yapılmamış

Evin kış başında ve sonunda tezek ile kışın ağır olduğu aylarda ise kömür ile ısıtıldığı belirtildi.

Aralık - Mart aylarında sofada yakılan kömür sobası, yıllık 3 ton kok kömürü tüketiyormuş.

Ev sahibi tarafından tüketilen kok kömürünün zamanında Ereğli Demir Çelik fabrikasından temin edildiği, tesiste demir üretiminde kullanılan kok kömürlerinin tam yanmamış kısımlarından meydana geldiği ve ısınma amaçlı ikinci defa yakılması sonucunda 7000-8000 kcal/kg kalorifik değere sahip olduğu belirtildi.

Ekim-Kasım ve Nisan-Mayıs aylarında da (2 Kalak Tezek, yaklaşık 4 m³) toplamda yaklaşık 8 m³ yakılıyormuş.

Banyo yapmak için gerekli sıcak su odunlu termosifon ile sağlanıyormuş.



Fotoğraf 1 İncelenen ev, 1969 yılında yapılmıştır. Ev yapıldığı zamanın şartlarında lüks kabul ediliyormuş.



Fotoğraf 2 Oturma odasından sofa ve ilerde yatak odası. Zemin daha önce rabıta tahta kaplıymış. Daha sonra üzeri kaplama yapılmış.



Fotoğraf 3 Duvar kalınlığının iki tarafına iki ayrı ahşap doğrama yapılarak ısı yalıtımı iyileştirilmiş.



Fotoğraf 4 İçerden tavan görünüşü (hol)

4.2.1.2 Hesaplamalar, değerlendirmeler:

Isınma için yılda 3 ton 7000 - 8000 kcal/kg ısı değere sahip kok kömürü ve 8 metreküp tezek kullanıldığı belirtilmiştir.

Ereğli Demir Çelik fabrikasına tam yanmamış kömürlerin satışı ile ilgili bilgi sorulmuştur. Fabrikanın ilk kurulduğu yıllarda Zonguldak taş kömüründen elde edilen kok kullanılıyormuş ve personele taş kömürü veriliyormuş. Ancak verilen kömürün fabrikada kullanılan kömürlerin yanmamış kısımları olduğu ile ilgili bir bilgi alınamamıştır. Kullanılan kömür kokunun potada cevher ile birlikte yakılarak demir eriği içine karıştığı belirtilmiştir.

Kömür koku aslında doğal bir kömür değildir. Taş kömürünün 1000 °C sıcaklıkta fırında ısıtılarak içindeki uçucu gazların bertaraf edilmesi sonucu üretilir. Ev sahipleri tarafından bahsedilen birinci yanma taş kömürünün ısıtılarak kok kömürü haline getirilmesi işlemi olabilir.

Taş kömürü ısı değeri 7800 kcal civarındadır ve bundan elde edilen kok ise çok değişkenlik göstermekle birlikte 10 000 kcal üzerinde ısı değere sahiptir. Kömür kokunun imali sırasında duman çıkartan gazlar uzaklaştırıldığı için, sobalarda ve fırınlarda yakılması uygundur. Kok yakılması sırasında çok az veya hiç duman çıkmazken, taş kömürünün yakılması sırasında kalın bir duman çıkar. Taş kömürü sobada yakmak için uygun değildir.

Ev sahiplerinin bahsettiği daha önce yakılmış kok, endüstriyel amaçla yakılan taş kömürünün yanmamış fakat koklaşmış kısımları da olabilir. Bu durumda kömürün maruz kaldığı ısı kok imalatı için çoğunlukla kullanılan 800 – 1100 °C aralığından fazla olduğu için koklaştırma işlemi ile karşılaştırıldığında kalorifik değerinin ev sahiplerini doğrular şekilde daha düşük olacağını söyleyebiliriz. Güvenli tarafta kalmak ve evin ısınma ihtiyacını olandan daha az bulmamak için kullanılan kömürün ısı değerini 8000 kcal / kg olarak kabul edeceğiz ki bu en kaliteli kömür olan antrasit'in yaklaşık 8600 kcal / kg'lık ısı değerine yakındır.

Tezek ısı değeri yaklaşık olarak 2300 kcal / kg kabul edilir. Tezek kurutulduğunda ağırlığı dörtte bire iner. Bir kg dışkının 140 gr'ı katı madde 860 gr'ı ise sudur. Tezek kurduğunda ise 140 gr katı madde ve 120 gr su kalır. Katı maddenin özgül ağırlığı yaklaşık 800 kg/ m³ dür. Bu durumda kurumuş tezek yoğunluğu;

$$[140 \text{ gr} / (140 \text{ gr} + 120 \text{ gr})] \times 800 \text{ ton} / \text{m}^3 + [120 \text{ gr} / (140 \text{ gr} + 120 \text{ gr})] \times 1000 \text{ ton} / \text{m}^3 = 0,89 \text{ ton} / \text{m}^3 \text{ olarak bulunur.}$$

Kullanılan tezek ağırlığı;

$$8 \text{ m}^3 \times 0,89 \text{ ton/m}^3 = 7,12 \text{ ton bulunur.}$$

Tezekten yılda elde edilen ısı;

$$7,12 \text{ ton/a} \times 2300 \text{ kcal/kg} \times 1000 \text{ kg/ton} \times 0.001163 \text{ kWh} / \text{kcal} = 19045,3 \text{ kWh} / \text{a bulunur.}$$

Ortalama ısınma yükü

$$19045,3 \text{ kWh} / (8 \text{ ay} \times 30 \text{ gün/ay} \times 24 \text{ h/gün}) = 3,31 \text{ kW olarak bulunur.}$$

4.2.2 Bahçe içinde her katında bağımsız daireler olan 2 katlı yapı

4.2.2.1 Genel

Yapı 2002 – 2012 döneminde mantolama yapılmadan daha sonra ise mantolama yapılarak kullanılmış. İki dönemde de evin enerji ihtiyacı ve bu dönemlerde evde yaşayan hane halkı sayısı ev sahibi ile karşılıklı yapılan görüşme ile öğrenilmiştir.

Ev sahibi: Murat Kaya (0 532 652 29 65)

Ev tipi: Doğal gaz ile ısınan iki katlı ev, her kat bağımsız daire

Bina yapım yılı: 2002

Katlar:

1. Kat: 4 +1 (Brüt: 160 m² - 12 x 13,33 metre, dıştan)

2. Kat: 4+1 (Brüt: 160 m² - 12 x 13,33 metre, dıştan)

Ev sakinleri sayısı: Toplam 8 kişi, her dairede 4 kişi (2002 – 2012)

Bina yapısı:

- 140 cm yüksekliğinde temel (70 cm temel + 70 cm su basmanı) üzerine
- 24 cm kalınlığında yığma tuğla duvar (12,5 cm yığma tuğla + 2 cm strafor + 8,5 cm tuğla + sıva)
- Çift camlı plastik - alüminyum doğrama
- Çok katmanlı çatı, aşağıdan yukarıya: Beton + 15 cm saman + 10 cm cam yünü + sık döşeme ağaç + saç kaplama

Mantolama 2013 yılında yapıldı.

- 5 cm kalınlığında strafor ile mantolama
- 7 kat uygulama: Strafor + çivi + yapıştırma harçları + boya

Kullanılan enerji kaynakları (2002 – 2012): Her iki kat için Ekim - Mayıs aylarında yıllık 5 ton linyit kömürü + 1,5 ton odun kullanılıyormuş.

Pişirme amaçlı her 22-23 günde kat başına 1 adet 12 kg'lık tüp gaz kullanılıyormuş.

2012 sonrası doğal gaz kombisi kullanılmaya başlanmış. Böylece hem ısınmada, hem sıcak su temininde hem de pişirme için enerji ihtiyacı doğal gazdan temin edilmeye başlanmış.

2016 yılı aylık 270-405 TL arası doğal gaz ödemeleri yapıldığı belirtildi.

1. Kat Doğal Gaz Abonman numarası: 10024949

2. Kat Doğal Gaz Abonman numarası: 10024948



Fotoğraf 5 2002 yılında inşa edilen 2013 yılında mantolama yapılan her katında bağımsız birer daire bulunan 2 katlı yapı

4.2.2.2 Hesaplamalar, değerlendirmeler:

Birinci kata ait doğal gaz tüketimi 2015 yılı başından itibaren aşağıda verilmiştir.

Tablo 1 Birinci kat doğalgaz tüketimleri

Tesisat No	Tüketici Adı	Tarife Tipi	Fatura Tarihi	Tüketim (Kwh)	Tutar	KDV	Toplam Tutar
10024948	İSAK KAYA	Konut	7.1.2015	2.499,00	220,30	39,65	259,95
10024948	İSAK KAYA	Konut	7.2.2015	1.903,00	167,88	30,22	198,10
10024948	İSAK KAYA	Konut	4.3.2015	796,00	70,36	12,66	83,02
10024948	İSAK KAYA	Konut	5.4.2015	2.533,00	224,63	40,43	265,06
10024948	İSAK KAYA	Konut	7.5.2015	1.615,00	143,80	25,88	169,68
10024948	İSAK KAYA	Konut	8.6.2015	641,00	57,19	10,29	67,48
10024948	İSAK KAYA	Konut	7.7.2015	210,00	18,77	3,38	22,15
10024948	İSAK KAYA	Konut	5.8.2015	387,00	34,58	6,22	40,80
10024948	İSAK KAYA	Konut	7.9.2015	379,00	33,89	6,10	39,99
10024948	İSAK KAYA	Konut	7.10.2015	476,00	42,72	7,69	50,41
10024948	İSAK KAYA	Konut	10.11.2015	1.686,00	152,06	27,37	179,43
10024948	İSAK KAYA	Konut	9.12.2015	2.364,00	241,66	43,50	285,16
10024948	İSAK KAYA	Konut	8.2.2016	4.032,00	423,83	76,29	500,12
10024948	İSAK KAYA	Konut	9.4.2016	1.581,71	166,08	29,89	195,97
10024948	İSAK KAYA	Konut	7.5.2016	2.419,59	254,11	45,74	299,85
				14.176,30			1.681,36

Tabloda gösterildiği üzere 7.5.2015 ile 7.5.2016 tarihleri arasında son bir yıla ait 14.176,30 kWh enerji kullanımı için 1.681,36 TL doğal gaz ücreti ödenmiştir.

Bu enerji kullanımı kışın dairenin ısıtılması, sıcak su ve pişirme içindir. Yedi Temmuz 2015 tarihinde yapılan ölçüm ile 8 Haziran ve 7 Temmuz tarihleri arasındaki bir aylık süre için belirlenmiş 210 kWh'lik tüketimin bu tarihlerde ısınma ihtiyacı olmadığı için sadece pişirme amaçlı olduğu düşünülebilir.

Doğalgaz kullanımına geçilmeden önce, pişirme amacıyla her 22-23 günde bir 12 kg'lık tombul tüp gaz kullanıldığı belirtilmişti. Türkiye'de evlerdeki tüplerde kullanılan LPG'nin bileşimi %70 bütan, %30 propandan oluşmaktadır ve ısı değeri 12,76 kWh / kg'dır. Bu durumda pişirmede kullanılan enerji (30 gün / 22,5 gün) x 12 kg x 12,76 kWh / kg = 204,16 kWh bulunur. LPG ve doğalgazın yanma verimleri ikisinin de % 92'dir. Böylece tüp gaz kullanımı ve doğalgaz kullanımının benzer sonuçlar verdiği söylenebilir.

Pişirmede kullanılan enerji ihtiyacının yaz ve kış aylarında aynı olduğu, sıcak su ihtiyacından kaynaklanan enerji tüketiminin ise kışın arttığı ve yazın azaldığı aşıkardır. Kış aylarında sıcak su ihtiyacından kaynaklanan enerji tüketimi ise aşağıdaki formül ile hesaplanabilir.

$$Q = m \cdot c \cdot (t_2 - t_1)$$

Q: ısı miktarı, (kWh)

m: su miktarı, (kg)

c: suyun özgül ısısı, (kWh/kg.K), $c = 0.0011639 \text{ kWh/kg.K}$

t_2 : ısıtılmış su sıcaklığı, K

t_1 : suyun ilk sıcaklığı, K

Banyo:

Banyo için aylık gerekli sıcak su miktarı ise kışın haftada 2 kere 5 dakikalık duş yapılacağı varsayılarak hesaplanabilir.

$4 \text{ kişi} \times 2 \times (52 \text{ hafta} / \text{yıl} \div 12 \text{ ay} / \text{yıl}) \times 5 \text{ dk/kişi} \times 0.16 \text{ lt/s} \times 60 \text{ s/dk} = 1664 \text{ lt}$ 41°C 'deki gerekli olan sıcak su miktarı olarak hesaplanır. Bu durumda banyo için kullanılacak sıcak su için gerekli enerji

$1664 \text{ lt} \times 1 \text{ kg/lt} \times 4,19 \text{ kj/kg.K} \times 0,000278 \text{ kWh/kj} \times (41 \text{ K} - 3 \text{ K}) = 73,65 \text{ kWh}$ bulunur.

Mutfak:

Mutfakta her gün 1 dk süre ile 20°C sıcaklığında suyun 10 kere kullanılacağı düşünülürse aylık tüketilecek su miktarı;

$30 \text{ gün/ay} \times 10 \text{ defa/gün} \times 1 \text{ dk/defa} \times 0.16 \text{ lt/s} \times 60 \text{ s/dk} = 2880 \text{ lt}$, 20°C 'de su bulunur. Bu durumda mutfak için kullanılacak sıcak su için gerekli enerji

$2880 \text{ lt} \times 1 \text{ kg/lt} \times 4,19 \text{ kj/kg.K} \times 0,000278 \text{ kWh/kj} \times (20 \text{ K} - 3 \text{ K}) = 57,03 \text{ kWh}$ bulunur.

Temizlik:

Temizlik için haftada 10 litrelik 10 kova 20°C sıcaklığında suyun kullanıldığı düşünülürse aylık tüketilecek su miktarı

$10 \text{ kova} \times 10 \text{ lt/kova} \times (52 \text{ hafta} / \text{yıl} \div 12 \text{ ay} / \text{yıl}) = 433,33 \text{ lt}$, 20°C de su bulunur.

Bu durumda temizlik için kullanılacak sıcak su için gerekli enerji

$433,33 \text{ lt} \times 1 \text{ kg/lt} \times 4,19 \text{ kj/kg.K} \times 0,000278 \text{ kWh/kj} \times (20 \text{ K} - 3 \text{ K}) = 8,58 \text{ kWh}$

Tuvalet ve el yıkama:

Tuvalet, el yıkama ve benzer ihtiyaçlar için gerekli sıcak su miktarı ise kişi başı günde 5 kere 0,5 dakika çeşmenin açık tutulacağı varsayılarak hesaplanabilir.

$4 \text{ kişi} \times 5 \text{ defa/kişi.gün} \times 30 \text{ gün/ay} \times 0,5 \text{ dk/defa} \times 0.16 \text{ lt/s} \times 60 \text{ s/dk} = 2880 \text{ lt}$ 20°C 'deki gerekli olan sıcak su miktarı olarak hesaplanır. Bu durumda bu kalemde kullanılacak sıcak su için gerekli enerji

$2880 \text{ lt} \times 1 \text{ kg/lt} \times 4,19 \text{ kj/kg.K} \times 0,000278 \text{ kWh/kj} \times (20 \text{ K} - 3 \text{ K}) = 57,03 \text{ kWh}$ bulunur.

Bulaşık:

Hergün bulaşık makinasının bir defa çalıştırılacağı düşünülerek günde 15 lt 50°C de su tüketileceğini düşünebiliriz. Bu durumda su tüketimi

30 gün x 15 lt/gün = 450 lt, 50°C olarak bulunabilir. Bu durumda bu kalemde kullanılacak sıcak su için gerekli enerji

$450 \text{ lt} \times 1 \text{ kg/lt} \times 4,19 \text{ kj/kg.K} \times 0,000278 \text{ kWh/kj} \times (50-3) = 24,64 \text{ kWh}$ bulunur.

Çamaşır:

Ayda çamaşır makinasının 10 kere çalıştırılacağı varsayılarak her çalıştırmada yaklaşık 150 lt ortalama 50°C de su tüketeceği düşünülerek su tüketimi;

$10 \text{ defa/ay} \times 150 \text{ lt/defa} = 1500 \text{ lt, } 50^\circ\text{C}$

Enerji tüketimi;

$1500 \text{ lt} \times 1 \text{ kg/lt} \times 4,19 \text{ kj/kg.K} \times 0,000278 \text{ kWh/kj} \times (50-3) = 82,12 \text{ kWh}$ bulunur.

Soğuk olarak kullanılacak ayda 7 ton sifon suyu ile beraber toplam aylık su tüketimi;

$7000 \text{ lt} + 1664 \text{ lt} + 2 \text{ 880 lt} + 433,33 \text{ lt} + 2 \text{ 880 lt} + 450 \text{ lt} + 1500 \text{ lt} = 16 \text{ 807,33 lt}$ bulunur.

Suyun ısıtılması için tüketilen toplam enerji ise;

$73,65 \text{ kWh} + 57,03 \text{ kWh} + 8,58 \text{ kWh} + 57,03 \text{ kWh} + 24,64 \text{ kWh} + 82,12 \text{ kWh} = 303,05 \text{ kWh}$ olarak bulunur.

Bu enerji doğal gaz ile karşılandığında, doğal gaz yanma verimi % 92 olduğu için

$303,05 / 0,92 = 329,4 \text{ kWh}$ ısı enerji ihtiva eden miktarda doğal gaz tüketilmesi gereklidir.

Bu hesaplar neticesinde pişirme için 12 ay boyunca 200 kWh ve su ısıtma için Ekim – Mayıs aylarında ortalama 330 kWh ısı enerji içeren doğal gaz tüketildiğini söyleyebiliriz.

Bu durumda ısınma için yıllık harcanan enerjiyi toplam enerji kullanımından bu kalemleri düşerek bulabiliriz.

$14 \text{ 176,30} - (12 \times 200 + 8 \times 330) = 9 \text{ 136,3 kWh}$

Ortalama ısınma yükü

$9 \text{ 136,3 kWh} / (8 \text{ ay} \times 30 \text{ gün/ay} \times 24 \text{ h/gün}) = 1,59 \text{ kW}$ olarak bulunur.

Basite indirgemek için 1600 Watt'lık bir elektrik sobasının gece gündüz 8 ay boyunca yakılarak bu evin ısıtılabilmesini söyleyebiliriz. Ağır kış şartları düşünüldüğünde, buradan evin yalıtımının iyi olduğu sonucunu çıkartabiliriz. Bu sonucun çıkmasında evin mantolanmış olmasının, mantolamadan önce ilk yapılırken duvar içinde strafor levha kullanılmış olmasının, pencerelerin küçük olmasının ve su basmanı yüksekliğinin 70 cm olmasının etkisi vardır.

R – değeri yapı ve inşaat endüstrisinde kullanılan bir termal direnç göstergesidir. Bir yalıtım malzemesinin kalınlığının iki tarafındaki sıcaklıkların farkının yalıtım malzemesi kalınlığı boyunca akan ısı debisine oranıdır. Yalıtıcının R-değeri arttıkça yalıtıcının iki tarafındaki sıcaklıkların arasındaki fark sabit olduğu durumda ısı debisi azalır.

$$R = \Delta T / q$$

$$R: R \text{ değeri, } K. m^2 / W$$

ΔT : sıcaklık farkı, K (Kelvin) (ör: duvarın iç yüzey ve dış yüzeyleri arasındaki sıcaklık farkı)

$$q: \text{Isı debisi } W/m^2$$

Çok katmanlı bir elemanın R – değeri, tüm katmanların R değerlerinin toplamına eşittir. Örneğin dışarıdan içeri dış cephe boyası, sıva, tuğla, sıva ve boya katmanlarından oluşan bir duvarın R değeri tüm bu katmanların R – değerlerinin toplamına eşittir.

U - değeri, R değerinin tersidir.

$$U = 1/R = q / \Delta T$$

U değeri azaldıkça yalıtımının daha etkin yapılmış olduğunu söyleyebiliriz. U – değeri birimi W / K. m² dir. Bir binanın farklı yapısal özellikler taşıyan ve dolayısı ile farklı yalıtım etkinlikleri olan çatı, dış cephe duvarları, zemin, pencereler gibi farklı yüzeyleri için farklı U – değerleri söz konusudur. U değeri hesaplanırken kullanılan alan bu yüzeylerin alanıdır. Binanın çeşitli yüzeyleri için kullanılan ekipman ve malzemelerin bilinen U değerlerinden yola çıkarak binanın içi ve dışı arasındaki sıcaklık farkının korunması için gereken ısı debisi hesaplanabilir.

Yıllık ısınma ihtiyacı, bir binanın bir yıl için zemin alanı başına gereken ısı enerjisidir. Yıllık ısınma ihtiyacı birimi kWh / m².a dır.

Birinci kat için yıllık ısınma ihtiyacı 9 136,3 kWh / 160 m².1 yıl = 57,1 kWh / m².a olarak bulunur.

Aynı şekilde ikinci kata ait tüketim değerleri aşağıda verilmiştir.

Tablo 2 İkinci kat doğal gaz tüketimleri

Tesisat No	Tüketici Adı	Tarife Tipi	Fatura Tarihi	Tüketim (Kwh)	Tutar	KDV	Toplam Tutar
10024949	İSAK KAYA	Konut	7.1.2015	2.543	224	40	265
10024949	İSAK KAYA	Konut	7.2.2015	3.264	288	52	340
10024949	İSAK KAYA	Konut	4.3.2015	2.677	237	43	279
10024949	İSAK KAYA	Konut	5.4.2015	2.058	183	33	215
10024949	İSAK KAYA	Konut	7.5.2015	1.615	144	26	170
10024949	İSAK KAYA	Konut	8.6.2015	907	81	15	96
10024949	İSAK KAYA	Konut	7.7.2015	210	19	3	22
10024949	İSAK KAYA	Konut	5.8.2015	199	18	3	21
10024949	İSAK KAYA	Konut	7.9.2015	189	17	3	20
10024949	İSAK KAYA	Konut	7.10.2015	244	22	4	26
10024949	İSAK KAYA	Konut	10.11.2015	1.520	137	25	162
10024949	İSAK KAYA	Konut	9.12.2015	2.253	230	41	272
10024949	İSAK KAYA	Konut	8.2.2016	6.992	735	132	867
10024949	İSAK KAYA	Konut	9.4.2016	6.145	645	116	761
10024949	İSAK KAYA	Konut	7.5.2016	614	65	12	76
				19.273			2.323

Beklendiği gibi üstünde çatı olan ikinci katın doğal gaz tüketiminin, birinci kata göre daha çok olduğu görülüyor. Birinci kat topraktan yaklaşık 70 cm yüksek olduğu için zeminden olan ısı kaybı, çatıdan olan ısı kaybına göre daha azdır. Eğer bu iki katın arasında bir üçüncü daire olsaydı muhakkak ki o dairenin doğal gaz tüketimi bu iki daireden de daha az olacaktı.

Pişirme ve sıcak su tüketimleri her iki dairede aynı olduğu için ısınma için enerji ihtiyacı

$19.273 - (12 \times 200 + 8 \times 330) = 14.233$ kWh olarak bulunur.

Ortalama Isınma yükü

$14.233 \text{ kWh} / (8 \text{ ay} \times 30 \text{ gün/ay} \times 24 \text{ h/gün}) = 2,47 \text{ kW}$ olarak bulunur.

Basite indirgemek için 2 500 Watt'lık bir elektrik sobasının gece gündüz 8 ay boyunca yakılarak bu evin ısıtılabilirliğini söyleyebiliriz. Ağır kış şartları düşünüldüğünde buradan evin yalıtımının iyi olduğu sonucunu çıkartabiliriz. Bu sonucun çıkmasında evin mantolanmış olmasının, mantolamadan önce ilk yapılırken duvar içinde yalıtım kullanılmış olmasının, pencerelerin küçük olmasının ve çok katmanlı çatı yapısının etkisi vardır.

İkinci kat için yıllık ısınma ihtiyacı

$14.233 \text{ kWh} / 160 \text{ m}^2 \cdot 1 \text{ yıl} = 88,95 \text{ kWh} / \text{m}^2 \cdot \text{a}$ olarak bulunur.

4.2.3 Bahçe içinde tek katlı ev, diğer

4.2.3.1 Genel

Isınma enerji kaynağı: Doğal gaz

Banyo ısınma: Doğal gaz

Ev sahibi: Saime Senem - Göksal Senem (0 537 207 82 05)

Ev tipi: Doğal gaz ile ısınan tek kat bahçe evi

Bina yapım yılı: 1969

Bina bölümleri: 3 + 1 (Brüt: 110 m², 11 x 10 metre)

Ev sakinleri sayısı: 4 kişi

Bina Yapısı:

- Taş yığma temel
- Tuğla duvar
- Dış cephede bulunan doğramalar; çift camlı, plastik - alüminyum doğrama (tadilat yapılmış)
- Çatı: Ahşap döşeme üzeri saç çatı, yan duvarlar briket. Yan duvarlarda doğrama yerleştirilmemiş, pencere boşluğu var. Dolayısı ile çatı ısı yalıtımına bir katkıda bulunmuyor.
- Yalıtım yapılmamış.

Isınma, sıcak su ve pişirme için doğal gaz ile çalışan kombi kullanılıyor. Aylık 500-600 TL civarında doğal gaz faturası ödendiği belirtildi.

Evin bahçesinde daha önce 70 büyük baş hayvan için kullanılan ahır mevcut

Bina yapım tekniği itibariyle yalıtımı çok zayıf görünüyor.

Elektrik abone no: 40005480 (Hasım Senem)



Fotoğraf 6 Genel görünüş



Fotoğraf 7 Toprak damlı kullanılmayan ahır



Fotoğraf 8 Kullanılmayan ahır, yıkılmış kısım



Fotoğraf 9 Çatı aralığında doğrama yerleştirilmemiş pencere boşluğu

4.2.3.2 Hesaplamalar, değerlendirmeler:

Bu eve ait tüketim değerleri aşağıda verilmiştir.

Tablo 3 Bahçe içinde ev, diğer biyogaz tüketimi

Tesisat No	İsim	Tarife Tipi	Fat. Tarihi	Tüketim (Kwh)	Tutar	KDV	Toplam Tutar
10014951	N. SENEM	Konut	7.1.2015	4.302,00	379,25	68,27	447,52
10014951	N. SENEM	Konut	6.2.2015	4.525,00	399,17	71,85	471,02
10014951	N. SENEM	Konut	5.3.2015	3.727,00	329,49	59,31	388,80
10014951	N. SENEM	Konut	4.4.2015	3.009,00	266,82	48,03	314,85
10014951	N. SENEM	Konut	7.5.2015	1.880,00	167,40	30,13	197,53
10014951	N. SENEM	Konut	8.6.2015	796,00	71,02	12,78	83,80
10014951	N. SENEM	Konut	7.7.2015	321,00	28,68	5,16	33,84
10014951	N. SENEM	Konut	5.9.2015	539,00	48,17	8,67	56,84
10014951	N. SENEM	Konut	7.10.2015	343,00	30,78	5,54	36,32
10014951	N. SENEM	Konut	10.11.2015	1.730,00	156,03	28,09	184,12
10014951	N. SENEM	Konut	5.12.2015	2.187,00	222,48	40,05	262,53
10014951	N. SENEM	Konut	7.1.2016	4.771,00	502,25	90,41	592,66
10014951	N. SENEM	Konut	7.2.2016	4.453,00	467,50	84,15	551,65
10014951	N. SENEM	Konut	11.3.2016	3.309,41	347,36	62,53	409,89
10014951	N. SENEM	Konut	9.4.2016	2.319,98	243,68	43,86	287,54
10014951	N. SENEM	Konut	7.5.2016	1.228,70	129,04	23,23	152,27
				21.998,09			2.651,46

Pişirme ve sıcak su tüketimleri her iki dairede aynı olduğu için ısınma için enerji ihtiyacı

$21.998,09 - (12 \times 200 + 8 \times 330) = 16.958,09$ kWh olarak bulunur.

Ortalama Isınma yükü

$16.958,09 \text{ kWh} / (8 \text{ ay} \times 30 \text{ gün/ay} \times 24 \text{ h/gün}) = 2,94 \text{ kW}$ olarak bulunur.

Basite indirgemek için 2 950 Watt'lık bir elektrik sobasının gece gündüz 8 ay boyunca yakılarak bu evin ısıtılabilirliğini söyleyebiliriz. Bu ev daha küçük olmasına rağmen diğerlerinden daha çok enerji kullanılarak ısıtılmaktadır. Bunda gerek tek katlı olmasının gerekse zayıf yapısal özellikleri ve ısı yalıtımının iyi yapılmamış olmasının etkisi vardır.

Genel olarak evlerin ısınmasında içinde yaşayanlar, kullanılan elektrik ev aletleri, yemek pişirilmesi, fırın yakılması, aydınlatmada kullanılan lambalar gibi diğer ısı kaynakları da ol oynamaktadır.

Bu ev için yıllık ısınma ihtiyacı

$16.958,09 \text{ kWh} / 110 \text{ m}^2 \cdot 1 \text{ yıl} = 154,16 \text{ kWh} / \text{m}^2 \cdot \text{a}$ olarak bulunur.

4.3 Baraj gölü havzasında kalan, taşınacak köylerin incelemesi

4.3.1 Çamcavuş Köyü:

Köy adı: Çamcavuş Köyü

Muhtar: Levent İlyasoğlu - Cep 0 554 635 36 36

Bağlı olduğu merkez: Susuz Kaymakamlığı

Köy tipi: İnce ve uzun yerleşim, evler uzun bir alana yayılı olarak inşa edilmiş.

Hane sayısı: 80 Ev

Toplam köy halkı: 450 Kişi

Ortalama ev halkı sayısı: 5 Kişi

Toplam büyükbaş hayvan: 2350 Adet (Kayıtsız buzağılar hariçtir)

Ortalama büyükbaş sayısı: 10 - 170 Adet / Hane

Yayla zamanı: 15 Mayıs - 15 Eylül

Süt veren inekler ortalama 2 ay yaylada kalıyor

Sağmallar dışındakiler ortalama 3 ay yaylada kalıyor

Gübre Kullanımı: Tezekleri ağırlıklı yakıyorlar, toprakta gübre olarak kullanmıyorlar. Kimyasal gübre kullanımı yaygın

İnek Türleri: Simental ve montofon

Süt üretimi: Günde 6-8 lt, ağırlıklı eti için hayvan yetiştiriyorlar. Bu yüzden sütlerin bir kısmını da buzağılarının içmesine izin veriliyor.

Ev tipleri: 2 Oda + 1 aralık (giriş ve sofa görevini beraber gören hacim)

Bina yapısı: Basit tip köy binaları

Tuvalet / banyo: Dışarda

Hayvan ağılları: Bahçe içinde

Ot / yem depolama: Bahçe içinde

İzolasyon: Yok

Enerji kaynakları: Kış aylarında 24 saat tezek + az miktarda kömür takviyesi yapılıyor. Kömür köylülere pahalı geldiği için ihtiyaç miktarında alınamıyor. Mutfakta tüp gaz, tezekle ısınma yapılmayan dönemde kullanılıyor. Tezekle ısınılan dönemde yemek soba /kuzine üstünde pişiriliyor.

Görüşülen köy halkı:

- Binnet Pelen - 0 536 681 01 51
- İsmet Uçungan - 0535 504 38 89

Görüşme sonuçları:

- Hane başı 2000 m² yeni yerleşim yerinden arsa alınmış
- Biyogaz tesisi konusunda ön bilgileri var ve istekliler
- Tesisin klasik köy yerleşimi yapısı içinde olmasını istiyorlar
- Ev, ağıl, saman ve ot depolama, ekipman aynı avlu içinde olmalı
- Tesisin baraj gölüne daha yakın rezerve parsellerde olmasını daha uygun görüyorlar.
- Yeni yerleşim yerinde 10 x 30 metre kapalı ağır 300 m² olacak
- Ev 120 m² olacak
- Üstü kapalı samanlık saklama alanı
- Köy merkezinde cami, sağlık ocağı, taziye evi, çocuk parkı olsun istiyorlar.
- Ahır ve ev arası mesafenin kışın yürünebilen mesafe olan 5-10 metre arası olmasını istiyorlar.

Yeni Yerleşim Alanı imar planı muhtardan alınmıştır.

Yeni Yerleşim Alanı, ziyaret edildi. Aşağı eğimli bir arazi yapısı var.



Fotoğraf 10 Çamçavuş Köyünde bir ev



Fotoğraf 11 Ahır



Fotoğraf 12 Çamçavuş Köyünde bazı evler



Fotoğraf 13 Çamçavuş Köyü taslak imar planı

4.3.2 Çamçavuş Köyü yeni yerleşkesi



Fotoğraf 14 Boğazköy yeni köy alanı



Fotoğraf 15 Yeni alanda otlayan büyükbaş hayvanlar

4.3.3 Boğazköy Köyü

Köy Adı: Boğazköy Köyü,

Muhtar: Şakir Uyusun - Cep 0 532 798 75 27

Köy Kars merkez ilçesine bağlı

Köy Tipi: Dağınık yapıda evler

Hane Sayısı: 120 ev

Toplam köy halkı: 550 Kişi

Ortalama ev halkı sayısı: 4-5 Kişi

Toplam büyükbaş hayvan: 2000 Adet (Kayıtsız buzağılar hariçtir)

Ortalama büyükbaş sayısı: 10 - 60 Adet / Hane

Yayla Zamanı: 15 Mayıs - 15 Eylül

Süt veren inekler ortalama 2 ay yaylada kalıyor

Sağmallar dışındakiler ortalama 3 ay yaylada kalıyor

Gübre Kullanımı: Tezekleri ağırlıklı yakıyorlar, toprakta gübre olarak kullanmıyorlar. (Kimyasal gübre kullanımı yaygın)

İnek Türleri: Simental ve montofon

Süt üretimi: 6-8 lt , verim düşük hayvalara günde ortalama 15-20 kg kaba yem ve silaj veriyorlar. Sütün bir kısmını buzağılar içiyor.

Ev tipleri: 2 Oda + 1 aralık

Bina Yapısı: Basit Tip köy binaları, parça taştan örülmüş duvarlar, bazılarında çatı var ama çoğunun üstü kalas ve toprak ile düz kapatılmış.

Tuvalet / banyo: Dışarda

Hayvan ağılları: Bahçe içinde

Ot / Yem: Bahçe içinde

Yalıtım: Yok

Enerji kaynakları: Kış aylarında 24 saat tezek ve az miktarda kömür takviyesi yapılıyor. Kömür pahalı geldiği için ihtiyaç miktarında alınamıyor. Mutfakta tüp gaz, tezekle ısınma yapılmayan dönemde kullanılıyor.

Görüşme Sonuçları:

- Muhtarlık bürosunda 12 - 13 hane ile görüşüldü
- Hane başı 2000 m² yeni yerleşim yerinden arsa alınmış
- Biyogaz tesisi konusunda ön bilgileri var ve istekliler
- En önemli ihtiyacın biyogaz tesisi ile hem köylerinde ihtiyaç fazlası biriken tezeklerden kurtulmak, hem de ısınma ihtiyaçlarını karşılamak olduğunu söylediler.
- Biyogaz tesisi yapımı için kendileri herhangi bir harcama yapamayacaklarını ancak hayvan dışkılarını verebileceklerini ısınma dışında bir talepleri olmadığını söylediler.

Yeni Yerleşim Alanı imar planı muhtardan alınmıştır.

Yeni Yerleşim Alanı: Ziyaret edildi. Aşağı eğimli bir arazi yapısı var.

Notlar:

- Genel köy evleri yapısı çok kalitesiz
- Çocukların ayrı ders çalışabileceği ve yatabileceği mekanlar mevcut değildir.
- Tezek yığınları kontrolsüz şekilde depolanmış ve küçük tepecikler halini almış durumdadır.
- Yeni yerleşim alanına taşınırken biyogaz tesisinin de proje içinde yer almasına çok istekliler.



Fotoğraf 16 Boğazköy muhtarlığında toplantı



Fotoğraf 17 Boğazköy'de bir ev



Fotoğraf 18 Aynı ev, diğer bir açıdan



Fotoğraf 19 Aynı ev, uzaktan



Fotoğraf 20 Boğazköy'de sağda ev ve solda ahır



Fotoğraf 21 Yere yayılarak kurutulan ve sonra kesip çıkartılan tezekler

4.3.4 Boğazköy yeni yerleşim alanı:



Fotoğraf 22 Yol kenarından yeni köy alanı, sol



Fotoğraf 23 Yol kenarından yeni köy alanı, orta



Fotoğraf 24 Yol kenarından yeni köy alanı, sağ



Fotoğraf 25 Boğazköy yeni köy imar planı

4.4 İl Çevre ve Şehircilik Müdürlüğü ile yapılan görüşmeler

İl Çevre ve Şehircilik Müdürlüğünde görüşülen kişiler aşağıda verilmiştir.

Tuncer Tekin: İl Müdür Yardımcısı, 0 532 559 14 72

Ahmet Yazgan: Şehir Planlamacısı. 0539 832 87 18 Boğazköy projesinden sorumlu

Dogukan Aydın: şehir planlamacısı 0 539 832 87 18 Çamçavuş Köyü projesinden sorumlu

Yapılan görüşmeler sonucunda imar planları üzerinde aşağıdaki değişikliklerin yapılması gerektiği belirlenmiştir.

Üst yapı ile ilgili Çevre il Müdürlüğü tarafından yapılması gerekli değişiklikler

1. Hazırlanan ev projelerine benzer şekilde ahır projeleri çizilmeli ve köylülerle mutabık kalınan ahır projesi veya projeleri parsellere eklenmelidir. Her haneye ait büyükbaş hayvan sayıları farklı olduğu için bir kaç farklı kapasitede ahır projesi hazırlanması uygun olabilir.
- 2) Her ahırda, ahırın kapasitesine uygun bir dışkı toplama çukuru olmalıdır. Dışkı toplama çukurları ev kanalizasyon sisteminden ayrı ikinci bir kanalizasyon sistemi ile biyogaz tesisine bağlanmalıdır. Gübre toplama çukurları karıştırıcı ve pompa özelliği olan cihazlarla donatılarak gübrelerin etkin şekilde gübre toplama çukurlarından ahır kanalizasyon sistemine belli aralıklarla basılması sağlanmalıdır. Arazinin eğimine göre doğal cazibe (yerçekimi) ile akışın sağlanabileceği ahırlarda pompa sistemi kullanılmayabilir. Bahsedilen karıştırma ve pompalama sistemleri günümüz modern ahırların bir parçası olarak biriken atığın boşaltılması için ahırların alt yapısında artık bulunuyor.
- 3) Antibiyotik tedavisi gören hasta hayvanlar için ahırlarda ayrı bir göz yapılmalı, tedavi altındaki hayvanların antibiyotikli dışkılarının ayrıca toplanarak ev kanalizasyon sistemine verilebilmesi sağlanmalıdır. Böylece antibiyotiklerin biyogaz tesisinde biyogaz oluşumunu sağlayan bakterilere ulaşarak onları öldürmeleri ve böylece biyogaz oluşumunun baltalanması önlenmiş olacaktır.
- 4) Hayvanların sinek ve parazitlerden kurtulması için üzerlerine sıkılan ilaçların uygulanması ve hayvanların olası yıkanması sırasında bu zehir içeren suların ahır kanalizasyon sistemine karışmaması maksadıyla bu uygulamaların yapılması için ahır içinde ayrı bir yer tasarlanmalı burada oluşan ilaçlı yıkama suyu ev kanalizasyon sistemine aktarılmalıdır. Bu zehirlerin yıkama suyu yoluyla ya da atıklara karışarak biyogaz tesisine ulaşması, biyogaz tesisinde biyogaz oluşumunu sağlayan bakterilerin ölmesine sebep olarak biyogaz üretimini baltalayacaktır.
- 5) Ahırların yıkanması sırasında kullanılabilecek deterjan ve/veya dezenfektan içeren suların ev kanalizasyon sistemine aktarılması gereklidir. Bu amaçla ahırların genel kullanım alanlarının da gerektiğinde buradaki yıkama sularının ev kanalizasyon sistemine aktarılabilmesi için ev kanalizasyon sistemine bağlanması gereklidir. Bu alanlarda giderlerin suyun temizlik sırasında ev kanalizasyon sistemine diğer zamanlarda ise ahır kanalizasyon sistemine bağlanmasına olanak sağlayan şekilde donatılması gereklidir.
- 6) Gübrenin etkin ve zamanında toplanması için özellikle büyük ahırlarda mekanik sıyrıcı sistemlerden faydalanılması düşünülebilir.
- 7) Gübrelerin toplanmasında doğal cazibenin kullanılabilmesi için köye nispeten düşük kotta brüt 4 parsel (8 dönüm) bir alan biyogaz tesisine ayrılmalı ayrıca kojenerasyon tesisi için merkezde bir

dükkan büyüklüğünde bir alan ayrılmalıdır. Kojenerasyon sisteminin merkezde bulunması her eve hemen hemen eşit uzaklıkta olmasını böylece üretilen ısının tüm evlere aynı etkinlikte dağıtılmasını sağlayacaktır.

Alt yapı ile ilgili İl Özel İdaresi tarafından yapılması gereken değişiklikler

- 1) Ahırların dışı toplama çukurlarından biyogaz tesisine ev kanalizasyon sistemi dışında ikinci bir kanalizasyon sistemi yapılmalıdır. Kanalizasyon sistemi enerji kullanımının azaltılması için tercihen doğal cazibe ile atıkların biyogaz tesisine aktarılmasını sağlayabilecek şekilde tasarlanmalıdır.
- 2) Eğer fizibilite çalışması sonucunda biyogazın doğal gazla çevrilmeden kojenerasyon ünitesinde yakılması ön görülürse, kojenerasyon tesisinden evlere kalorifer suyu besleyecek termal yalıtımlı sıcak su borularının döşenmesi gereklidir. Bu amaçla bu boru hatları, altyapı planlanması sırasında düşünülmelidir.
- 3) Kojenerasyon ünitesinde elde edilecek elektriğin şebekeye beslenme noktasına aktarılması için, kojenerasyon ünitesi ile elektrik dağıtım şirketi tarafından işaret edilecek bağlantı (besleme) noktası arasında bir elektrik hattı çekilmesi gereklidir. Bu hattın güzergahında gerekli düzenlemeler, altyapı planlanması sırasında düşünülmelidir.
- 4) Biyogaz tesisinden kojenerasyon tesisine biyogazın yakılmak üzere aktarılması ve kojenerasyon tesisinden biyogaz tesisine biyogaz tesisinin ihtiyacı olan sıcak suyun aktarılması için boru hatları, altyapı planlanması sırasında düşünülmelidir.
- 3) Eğer fizibilite çalışması sonucunda biyogazın doğal gazla dönüştürülmesi benimsenir ise evlere ısınma, sıcak su ve pişirme amaçlı doğal gaz dağıtım yapılması için doğal gaz dağıtım şebekesi yapılmalıdır. Ancak bu durumda şebekenin beslenme noktası biyogaz tesisi olacaktır. Bu durumda yukarıda bahsedilen termal yalıtımlı borulara veya merkezde kojenerasyon tesisi için bir alan gerekmeyecektir. Bu durumda kojenerasyon tesisi biyogaz tesisi ile aynı alanda bulunabilir.

4.5 Saha Çalışması sonuçları

Bölgedeki köylerde ortalama hayvan ağırlıkları, günlük ortalama yedikleri yem miktarları, dışkıladıkları atık özellikleri konularında inceleme yapılmış, hayvan atıklarının modern teknoloji kullanılarak çevre sağlığına olumsuz etkiler oluşturmada enerji üretiminde kullanılması olanakları incelenmiştir. Bu çerçevede köy ahırlarında hayvanların parazitlere karşı ilaçlanması, yıkanması, sağlanması, hastalananların karantinaya alınması gibi konularda mevcut alışkanlıklar incelenmiş, oluşturulacak ekolojik yerleşim modeli çerçevesinde verilmesi gereken eğitimler ve bu alışkanlıkların iyileştirilmesi için gerekli altyapı unsurları belirlenmiştir..

Bölgedeki köylülerin, hayvanların bakımlarına ilişkin örnek bir köyde olmasını arzu ettikleri altyapı öğeleri konusunda görüşleri alınmıştır.

İnceleme yapılan evlerdeki ısıtma yükleri aşağıda verilmiştir.

Tablo 4 Sha çalışmasında inceleme yapılan evlerdeki ısıtma yükleri

	Isınma için kullanılan yıllık ısı miktarı (kWh)	Isınma Yüğü (kW)
Bahçe içinde tek katlı ev	19 045	3,31
Birinci Kat	9 136	1,59
İkinci Kat	14 233	2,47
Bahçe içinde tek katlı ev, diğer	16 958	2,94

Bu sonuçlara göre, yeni yapılacak 120 metrekare evlerin yıllık ısıtma ihtiyaçlarının 20 000 kWh olarak alınması uygun gözüküyor.

Su ısıtma için gerekli enerji hesaplanırken bulunan aylık 16 807,33 lt ya da 16,8 metreküp su tüketimi Türkiye standardı olan günlük kişi başı 150 lt su tüketimi ile uyuyor. Standarda göre 4 kişilik bir ailenin su tüketimi;

$4 \text{ kişi} \times 150 \text{ lt/gün.kişi} \times 30 \text{ gün/ay} = 18 000 \text{ lt}$ ya da 18 metreküp olarak bulunur.

Çamçavuş köyünde bulunan 3000 büyükbaş hayvanın dışkısı ile üretilebilecek elektrik, ısı debisi, gübre miktarları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 5 Çamçavuş köyünde bulunan 3000 büyükbaş hayvanın dışkısı ile üretilebilecek elektrik, ısı debisi, gübre miktarları

BİYOKÜTLE	Günlük (ton/gün)	Yıllık (ton/yıl) ²	Kuru Madde Oranı %	Kuru Madde (KM) Miktarı (ton/yıl)	Organik Kuru Madde Oranı %	Organik Kuru Madde (OKM) Miktarı (ton/yıl)	Birim OKM başına Metan çıkışı m ³ /ton	Metan Miktarı m ³	Biyogaz Miktarı m ³ ton	
Dışkı, B'baş ¹	90	26.100	14%	3.654	80%	2.923	240	701.568	1.169.280	1.435
Toplam				3.654		2.923		701.568	1.169.280	1.435
GELİRLER										
Biyogaz içinde beklenen metan yüzdesi								60%		
Elde edilecek metan (m ³ /yıl)								701.568		
Metan ısı değeri (kWh/m ³)								9,4		
Toplam Enerji (kWh/yıl)								6.594.739		
Elektriğe çevrim verimi								40%		
Biyogazdan elde edilen Elektrik (kWh/yıl)								2.637.896		
Tesis tarafından tüketilen elektrik (kWh/yıl)								263.790		
Elde edilen net elektrik miktarı (kWh/yıl)								2.374.106		
Jeneratör ortalama çıkış gücü (kW)³								382		
Elektrik Satış Fiyatı (TL/kWh) (0,1330 USD/kWh)								0,3857		
Elektrik geliri (TL/yıl)								915.693		
Kullanılabilen ısıya dönüştürme verimliliği								42%		
Kojenerasyon biriminden kullanılabilen ısı (kWh/yıl)								2.769.790		
Biyogaz tesisi tarafından kullanılacak ısı miktarı (kWh/yıl)								1.661.874		
Kullanılabilecek ısı miktarı (kWh/yıl)								1.107.916		
Üretilen gübre, %30 kuru (ton/yıl)								7.398		
<u>1.07.2016</u>										
USD/TL								2,9000		

1 Çamçavuş Köyü büyükbaş sayısı 3000 adet (kayıtsız buzağılar dahil) ve ortalama dışkı miktarı hayvan başına 30 kg alınmıştır.

2 Mera zamanı düşünülerek bir yıl 290 gün alınmıştır.

3 Arizi bakım ve mera süreleri çıkartılarak yıllık çalışma süreleri 6900 saat alınmıştır.

Tabloda görüldüğü üzere kullanılabilen ısı miktarı 1.107.916 kWh'dir. Bu üretilen ısıнын %40'ıdır. Üretilen toplam ısıнын %60'ının çürütücülerin ısıtılmasında kullanılacağı ön görülmüştür. Bu öngörü

genel bir yaklaşımdır ve daha sonra Kars iklimi ve uygun görülen yapısal tasarım çerçevesinde tekrar hesap edilecektir.

Bu yaklaşım çerçevesinde ısıtılacak hane sayısı

$1.107.916 \text{ kWh} / 20.000 \text{ kWh} = 55,4$ olarak bulunur. Yeni yapılacak köyde rezerv parsellerle birlikte ısıtılması gerekli hane sayısının 120 civarında olması ya daha çok ısı üretilmesi gerektiği ya da evlerin daha iyi yalıtılarak ısı ihtiyaçlarının incelediğimiz örneklerle göre çok daha iyileştirilmesi gerektiği sonucunu çıkartmaktadır. Isı üretiminin artması için biyogazın bir kısmının direk yakılması veya girdi olarak dışkının yanında mısır silajı gibi başka girdilerin kullanılması düşünülebilir. Yapılacak yeni evlerin ısı yalıtımlarının üretilen ısıya 120 hane için yetecek şekilde yapılması uzun vadede ekonomik olarak en iyi sonucu verecektir.

İl Çevre ve Şehircilik Müdürlüğüne yapılan gezi sırasında yeni yapılacak evlerin projeleri alınmıştır. Fizibilite çalışması sırasında bu projeler incelenecek ve buna göre biyogaz tesisi şekillendirilecektir.

Sıcak su ve pişirme için gerekli enerji hane başına 5 760 kWh ve 120 hane için;

$120 \text{ hane} \times 5.760 \text{ kWh} / \text{hane} = 691.200 \text{ kWh}$ olarak bulunur.

Elektrik üretimi bunun çok üzerinde 2.374.106 kWh'dir.

Yapılan saha çalışması ve değerlendirmeler sonucunda kurulacak bir biyogaz tesisi ile Çamçavuş Köyünün elektrik ve ısı enerjisi tüketimi açısından kendine yeterli hale getirilmesinin mümkün olduğu söylenebilir.

Fizibilite çalışması çerçevesinde Kars iklimini ve yapılacak köylerin yapısal özelliklerini dikkate alan hesaplamalar sonucunda ideal köy ve biyogaz tesisi yapısı ortaya çıkartılacaktır.

5 Mevzuat Taraması

5.1 Genel

Ekolojik Yerleşim Modeli fizibilite çalışması çerçevesinde, bina enerji performansı, çevre, iş güvenliği ve yenilenebilir enerji konularında mevzuat incelenmiş ve fizibilite çalışması sırasında önem arz eden ve uyulması gerekli yerleri verilmiştir.

İtalik verilen metinler mevzuat metinlerinden alıntıdır. Renklendirilen metinler fizibilite çalışması çerçevesinde önemli ve uyulması gerekli kısımlardır.

İncelenen ve ilgili görülen mevzuat öğeleri aşağıdaki gibidir.

Bina Enerji Performansı Mevzuatı

- Binalarda enerji performansı yönetmeliği
- TS 825: 2013 Binalarda ısı yalıtım kuralları
- TS EN 832, Binaların Isıl Performansı – Meskenlerde ısıtma amacıyla kullanılan enerjinin hesaplanması
- TS EN 13790 Binaların enerji performansı – Mekan ısıtılması ve soğutulması için enerji kullanımının hesaplanması
- EN 12831, Heating systems in buildings - Method for calculation of the design heat load: 2003 (Binalarda ısıtma sistemleri – Tasarım ısı yükünün hesaplanması için metot: 2003)
- prEN ISO 15927-5 Hygrothermal performance of buildings -- Calculation and presentation of climatic data -- Part 5: Data for design heat load for space heating (Binaların ısı ve nem hareketliliği performansı—İklim datasının hesaplanması ve sunumu—Kısım 5: Mekan ısıtma için tasarım ısıtma yükü datası):
- EN 15316-3-1 Heating systems in buildings - Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies - Part 3: Domestic hot water systems, 2007(Binalarda ısıtma sistemleri – Sistem enerji gereksinimleri ve sistem verimlilikleri için hesaplama yöntemi – Kısım 3: Sıhhi sıcak su sistemleri 2007):
- EN 15316-3-3 Heating systems in buildings - Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies - Part 3-3: Domestic hot water systems, generation, 2007(Sistem enerji gereksinimleri ve sistem verimlilikleri için hesaplama yöntemi – Kısım 3: Sıhhi sıcak su sistemleri, üretim 2007):
- EN 15316-4-4 Heating systems in buildings - Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies - Part 4-4: Heat generation systems, building-integrated cogeneration systems, 2007 (Binalarda ısıtma sistemleri – Sistem enerji gereksinimleri ve sistem verimlilikleri için hesaplama yöntemi – Kısım 4-4: Isı üretme sistemleri, binalara entegre edilmiş kojenerasyon sistemleri, 2007):
- EN 15217, Energy performance of buildings - Methods of expressing energy performance and for energy certification of buildings, 2007(Binaların enerji performansları – binaların enerji performansları ve enerji sertifikasyonlarının belirtilmesi yöntemleri):

Çevre Mevzuatı

- Atıkların Yakılmasına İlişkin Yönetmelik- 06 Ekim 2010- Sayı: 27721
- Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliği: 17.07.2008 Sayı: 26939

- Çevre Kanununca Alinması Gereken İzin ve Lisanslar Hakkında Yönetmelik 29.04.2009 Sayı: 27214
- Çevre Denetimi Yönetmeliği 5 Ocak 2002 - Sayı: 24631 (1. Mükerrer)
- Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği-14 Mart 2005 - Sayı : 25755
- Toprak Kirliliğinin Kontrolü Ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelik: 08/06/2010, Resmi Gazete Sayı 27605
- Yeraltı Sularının Kirlenmeye Ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik, 07/04/2012, Sayı: 28257

İş Sağlığı ve Güvenliği Mevzuatı

- Kanun No. 6331, iş sağlığı ve güvenliği kanunu, Kabul Tarihi: 20/6/2012

Yenilenebilir Enerji Mevzuatı

- 5346, yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi amaçlı kullanımına ilişkin kanun, 10.05.2005, sayı: 25819
- Kanun No. 6094, Yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi amaçlı kullanımına ilişkin kanunda değişiklik yapılmasına dair kanun, Kabul Tarihi: 29/12/2010
- Elektrik piyasası lisans yönetmeliği resmi gazete tarihi: 02.11.2013 resmi gazete sayısı: 28809
- Elektrik piyasasında lisanssız elektrik üretimine ilişkin yönetmelik, resmi gazete tarihi: 02.10.2013 resmi gazete sayısı: 28783
- Elektrik piyasasında lisanssız elektrik üretimine ilişkin yönetmeliğin uygulanmasına dair tebliğ, resmi gazete tarihi: 02.10.201, resmi gazete sayısı: 28783

5.2 Değerlendirmeler

5.2.1 Binalarda enerji performansı mevzuatı

Binalarda enerji performansı yönetmeliği

Yönetmelik çerçevesinde fizibilite çalışması sırasında dikkate alınması gerekli görülen hususlar aşağıdaki verilmiştir.

Ahır, ağıl gibi binaların bu yönetmeliğin kapsamı dışında olduğu;

Belediye hudutları ve mücavir alan sınırları dışında, köy nüfusuna kayıtlı ve köyde sürekli oturanların, köy yerleşik alanları civarında ve mezarlarda 2 kata kadar olan ve toplam döşeme alanı 100 m²'den küçük (dış havaya açık balkon, teras, merdiven, geçit, aydınlık ve benzeri yerler hariç) yeni binalarda konstrüksiyonların ve ayrıntıların mimari projede gösterilmesi şartıyla, "ısı yalıtım projesi" yapılmasının gerekmediği "ısı yalıtım raporu" düzenlenmesinin yeterli olacağı;

Kullanılacak ısı yalıtım malzemelerin TS 825 standardına uygun olması gerektiği;

Yönetmelikte bahsedilmeyen hususlarda TS 825 standardına uyulması gerektiği; belirtilmiştir.

Mekanik tesisatta meydana gelen ısı kayıp ve kazançları prEN ISO 12241:2008 standardına göre hesaplanacaktır.

Şartlandırılan mekanların içerisinde yer alan kanallar, ısı direnci 0,6 m²K/W'dan küçük olmayacak şekilde yalıtılır. Diğer mekanlarda yer alan ve yalıtılması gereken kanalların ısı direnci 1,2 m²K/W'dan küçük olmayacak şekilde yalıtılır.

Binalarda sıhhi sıcak su sistemlerinin düzenlenmesi hususunda TS EN 14336'ya uyulur. Sıhhi sıcak su sistemlerinin yıllık enerji ihtiyacının belirlenmesi için gerekli hesaplamalar prEN 15316-3-1'de verildiği şekilde yapılır.

Merkezi kullanım sıhhi sıcak su hazırlama amaçlı planlanan ve sıcak su depolanan sistemlerde, sıhhi sıcak suyun sıcaklığı 60°C geçmeyecek tasarımlar yapılır. Ancak lejyonella etkisi olmaması için depolanan sıhhi sıcak su sistemlerinde en az haftada 1 saat boyunca su sıcaklığı en az 60°C sıcaklıkta tutulur.

Mücadir alan dışında kalan ve toplam inşaat alanı 1.000 m²'den az olan binalar için Enerji Kimlik Belgesi düzenlenmesi zorunlu değildir.

Binanın ısıtma, soğutma, aydınlatma ve sıhhi sıcak su konularındaki enerji ihtiyaçları öncelikli olmak üzere, yıllık enerji ihtiyacının hesaplanması ile ilgili usul ve esaslar Bakanlık (Bayındırlık ve İskan) tarafından Resmî Gazete'de yayımlanan tebliğ ile belirlenir.

TS 825: 2013 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları

Bu standart genel olarak yıllık ısıtma ihtiyacı kabul edilebilir sınırlarını ve kullanılan malzemelerin yalıtım özelliklerini irdelemektedir.

Standartta yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı hesap yöntemi de verilmiştir.

2.2.1 Tek hacimli bina için yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının hesabı

Binalarda tek bina bölümü için yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı aşağıdaki eşitlik ile hesaplanır.

..binanın yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı $A_{top}/V_{brüt}$ oranına göre; Madde A.1 ve Madde A.2'de verilen değerleri aşmamalıdır.

Burada A_{top} binanın ısı kaybeden yüzeylerinin toplam alanı, $V_{brüt}$ ise binanın ısıtılan brüt hacmidir. A_n ise bina kullanım alanıdır.

A.1 En büyük ve en küçük $A_{top}/V_{brüt}$ oranları için ısıtma enerjisi değerleri

		$A/V < 0,2$ için	$A/V > 1,05$ için	
1. Bölge	A_n ile ilişkili $Q'_{1.DG} =$	19,2	56,7	kWh/m ² ,yıl
	$V_{brüt}$ ile ilişkili $Q'_{1.DG} =$	6,2	18,2	kWh/m ³ ,yıl
2. Bölge	A_n ile ilişkili $Q'_{2.DG} =$	38,4	97,9	kWh/m ² ,yıl
	$V_{brüt}$ ile ilişkili $Q'_{2.DG} =$	12,3	31,3	kWh/m ³ ,yıl
3. Bölge	A_n ile ilişkili $Q'_{3.DG} =$	51,7	116,5	kWh/m ² ,yıl
	$V_{brüt}$ ile ilişkili $Q'_{3.DG} =$	16,6	37,3	kWh/m ³ ,yıl
4. Bölge	A_n ile ilişkili $Q'_{4.DG} =$	67,3	137,6	kWh/m ² ,yıl
	$V_{brüt}$ ile ilişkili $Q'_{4.DG} =$	21,6	44,1	kWh/m ³ ,yıl

A.2 Bölgelere ve ara değer $A_{top}/V_{brüt}$ oranlarına bağlı olarak sınırlandırılan Q' 'nin hesaplanması

1. Bölge	A_n ile ilişkili $Q'_{1.DG} =$	$44,1 \times A/V + 10,4$	*kWh/m ² ,yıl+
	$V_{brüt}$ ile ilişkili $Q'_{1.DG} =$	$14,1 \times A/V + 3,4$	[kWh/m ³ ,yıl+
2. Bölge	A_n ile ilişkili $Q'_{2.DG} =$	$70 \times A/V + 24,4$	*kWh/m ² ,yıl+
	$V_{brüt}$ ile ilişkili $Q'_{2.DG} =$	$22,4 \times A/V + 7,8$	[kWh/m ³ ,yıl+
3. Bölge	A_n ile ilişkili $Q'_{3.DG} =$	$76,3 \times A/V + 36,4$	*kWh/m ² ,yıl+
	$V_{brüt}$ ile ilişkili $Q'_{3.DG} =$	$24,4 \times A/V + 11,7$	[kWh/m ³ ,yıl+
4. Bölge	A_n ile ilişkili $Q'_{4.DG} =$	$82,8 \times A/V + 50,7$	*kWh/m ² ,yıl+
	$V_{brüt}$ ile ilişkili $Q'_{4.DG} =$	$26,5 \times A/V + 16,3$	[kWh/m ³ ,yıl+

Yukarıda tablolarda bahsedilen bölgeler gün derecelerine göre Ek. D'de verilmiştir.

Ek D İllere göre derece gün bölgeleri

1. BÖLGE DERECE GÜN İLLERİ			
ADANA	AYDIN	MERSİN	OSMANİYE
ANTALYA	HATAY	İZMİR	
İli 2. Bölgede olupda kendisi 1.Bölgede olan belediyeler			
AYVALIK (Balıkesir)	DALAMAN (Muğla)	FETHİYE (Muğla)	MARMARİS(Muğla)
BODRUM (Muğla)	DATÇA (Muğla)	KÖYCEĞİZ (Muğla)	MİLAS (Muğla)
GÖKOVA (Muğla)			

2. BÖLGE DERECE GÜN İLLERİ				
SAKARYA	ÇANAKKALE	KAHRAMAN MARAŞ	RİZE	TRABZON
ADIYAMAN	DENİZLİ	KİLİS	SAMSUN	YALOVA
AMASYA	DIYARBAKIR	KOCAELİ	SİİRT	ZONGULDAK
BALIKESİR	EDİRNE	MANİSA	SİNOP	DÜZCE
BARTIN	GAZİ ANTEP	MARDİN	ŞANLI URFA	
BATMAN	GİRESUN	MUĞLA	ŞIRNAK	
BURSA	İSTANBUL	ORDU	TEKİRDAĞ	
İli 3. Bölgede olupda kendisi 2.Bölgede olan belediyeler				
HOPA (Artvin)	ARHAVİ (Artvin)			
İli 4. Bölgede olupda kendisi 2.Bölgede olan belediyeler				
ABANA(Kastamonu)	BOZKURT (Kastamonu)	ÇATALZEYTİN (Kastamonu)		
İNEBOLU (Kastamonu)	CİDE (Kastamonu)	DOĞANYURT (Kastamonu)		

3. BÖLGE DERECE GÜN İLLERİ				
AFYON	BURDUR	KARABÜK	MALATYA	
AKSARAY	ÇANKIRI	KARAMAN	NEVŞEHİR	
ANKARA	ÇORUM	KIRIKKALE	NİĞDE	
ARTVİN	ELAZIĞ	KIRKLARELİ	TOKAT	
BİLECİK	ESKİŞEHİR	KİRŞEHİR	TUNCELİ	
BİNGÖL	İĞDIR	KONYA	UŞAK	
BOLU	ISPARTA	KÜTAHYA		
İli 1. Bölgede olupda kendisi 3.Bölgede olan belediyeler				
POZANTI (Adana)	KORKUTELİ (Antalya)			
İli 2. Bölgede olupda kendisi 3.Bölgede olan belediyeler				
MERZİFON (Amasya)	DURSUNBEY (Balıkesir)	ULUS (Bartın)		
İli 4. Bölgede olupda kendisi 3.Bölgede olan belediyeler				
TOSYA (Kastamonu)				

4. BÖLGE DERECE GÜN İLLERİ				
AĞRI	ERZURUM	KAYSERİ		
ARDAHAN	GÜMÜŞHANE	MUŞ		
BAYBURT	HAKKÂRİ	SİVAS		
BİTLİS	KARS	VAN		
ERZİNCAN	KASTAMONU	YOZGAT		
İli 2. Bölgede olupda kendisi 4.Bölgede olan belediyeler				
KELES (Bursa)	ŞEBİNKARAHİSAR (Giresun)	ELBİSTAN (K.Maraş)	MESUDİYE (Ordu)	
ULUDAĞ (Bursa)	AFŞİN (K.Maraş)	GÖKSUN (K.Maraş)		
İli 3. Bölgede olupda kendisi 4.Bölgede olan belediyeler				
KIĞI (Bingöl)	PÜLÜMÜR (Tunceli)	SOLHAN (Bingöl)		

Not - Ek'te adı bulunmayan yerleşim birimleri, bağlı bulundukları belediyenin bölgesinde sayılır.

Standartta yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı hesap yöntemi de verilmiştir. Verilen hesap yönteminde yıl boyu dış hava sıcaklığı ve istenen iç ortam sıcaklıkları yanında, iç kazançlar ve güneş enerjisi kazanımları da hesaba katılmaktadır. İç kazançlar; evde yaşayan kişilerden, su ısıtma tertibatlarından, aydınlatma araçlarından ve diğer elektrik li ev aletlerinden kaynaklanan ısı kazanımlarıdır. İç

kazançlar sabit kabul edilmekle beraber evden eve değişmektedir. Benzer şekilde güneş enerjisi kazançları da iklimden iklime ve evden eve değişmektedir. Güneş enerjisi kazanımları, evin bulunduğu iklim, evin güney yönüne göre yerleşimi ve evin yapısal özelliklerine göre değişir. Fizibilite çalışmasının birçok iklimde ve evde geçerli olması için iç kazançlar ve güneş enerjisi kazanımları yok kabul edilecektir. Böylece evin ısıtma ihtiyacı güvenli tarafta kalınarak hesap edilmiş olacaktır. Gerekli yıllık ısıtma enerjisi miktarı, bu kazanımlar çerçevesinde elde edilecek ısı enerjisi miktarı kadar daha düşük olacaktır. Bu da sisteme ek bir güvenlik faktörü kazandıracaktır.

Bu durumda yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı aşağıdaki gibi olacaktır.

$$Q_{\text{yıl}} = Q_{\text{Ocak}} + Q_{\text{Şubat}} + \dots + Q_{\text{Aralık}}$$

$$Q_{\text{Ay}} = H \cdot (\theta_i - \theta_e) \cdot t$$

Burada;

$Q_{\text{yıl}}$: Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı (Joule)

Q_{Ay} : Aylık ısıtma enerjisi ihtiyacı (Joule)

H : Binanın özgül ısı kaybı (W/K)

θ_i : Aylık ortalama iç sıcaklık (°C)

θ_e : Aylık ortalama dış sıcaklık (°C)

t : Zaman (s)

Aylık ortalama iç sıcaklık aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Ek B

B.1 Farklı amaçlarla kullanılan binalar için hesaplamalarda kullanılacak aylık ortalama iç sıcaklık değerleri [θ_i (°C)]

	Isıtılacak binanın adı	Sıcaklığı (°C)
1	Konutlar	19
2	Yönetim binaları	
3	İş ve hizmet binaları	
4	Otel, motel ve lokantalar	20
5	Öğretim binaları	
6	Tiyatro ve konser salonları	
7	Kışlalar	
8	Ceza ve tutuk evleri	
9	Müze ve galeriler	
10	Hava limanları	
11	Hastaneler	22
12	Yüzme havuzları	26
13	İmalat ve atölye mahalleri	16

B.2 Farklı derece gün (dg) bölgeleri için ısı kaybı ve yoğuşma hesaplamalarında kullanılacak aylık ortalama dış sıcaklık değerleri [θ_e (°C)]

	1. Bölge	2. Bölge	3. Bölge	4. Bölge
OCAK	8,4	2,9	-0,3	-5,4
ŞUBAT	9,0	4,4	0,1	-4,7
MART	11,6	7,3	4,1	0,3
NİSAN	15,8	12,8	10,1	7,9
MAYIS	21,2	18,0	14,4	12,8
HAZİRAN	26,3	22,5	18,5	17,3
TEMMUZ	28,7	24,9	21,7	21,4
AĞUSTOS	27,6	24,3	21,2	21,1
EYLÜL	23,5	19,9	17,2	16,5
EKİM	18,5	14,1	11,6	10,3
KASIM	13,0	8,5	5,6	3,1
ARALIK	9,3	3,8	1,3	-2,8

TS EN 832, Binaların Isıl Performansı – Meskenlerde Isıtma Amacıyla Kullanılan Enerjinin Hesaplanması

Standardın yerini 2013 yılında TS EN 13790 Binaların Enerji Performansı – Mekan Isıtılması ve soğutulması için enerji kullanımının hesaplanması standardı almıştır.

TS EN 13790 Binaların Enerji Performansı – Mekan Isıtılması ve soğutulması için enerji kullanımının hesaplanması

İki temel hesaplama metodu vardır;

1. Yarı kararlı hal metotları, ısı dengesini yeterli uzunlukta (ay veya çeyrek yıl) bir süre üzerinde hesaplarlar, dinamik etkiler deneysel olarak belirlenmiş kazanç ve/veya kayıp kullanım faktörleri üzerinden hesaplanır;
2. Dinamik metotlar, ısı dengesini kısa zaman süreleri (tipik olarak bir saat) üzerinde hesaplar.

ISO 13790 dört değişik tip hesap yöntemi verir:

- Tamamen tarif edilmiş aylık yarı kararlı hal hesaplama metodu;
- Tamamen tarif edilmiş çeyrek yıllık yarı kararlı hal hesaplama metodu;
- Tamamen tarif edilmiş saat bazında dinamik metot; çeyrek yıllık yarı kararlı hal hesaplama metodu;
- Detaylı dinamik simülasyon metotları için hesaplama prosedürleri (hesaplama algoritmaları bu metot için verilmemiştir).

Bu metotlar içinde en yaygın olarak kullanılan ve müstakil evler için önerilen metot; tamamen tarif edilmiş aylık yarı kararlı hal hesaplama metodudur.

EN 12831, Heating systems in buildings - Method for calculation of the design heat load: 2003 (Binalarda ısıtma sistemleri – Tasarım ısı yükünün hesaplanması için metot: 2003)

Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacının hesaplanması için basit bir metot ve hesaplamalarla ilgili örnekler içerir.

Basamak a) Temel datanın belirlenmesi

- Dış tasarım sıcaklığı (bölgesel iklim verisi kullanılarak belirlenir)
- Yıllık ortalama dış sıcaklık

Basamak b) Binadaki tüm hacimlerin tanımlanması; hacim ısıtılacak mı? Evetse iç tasarım sıcaklığı ne olacaktır?

Basamak c) Tüm ısıtılan ve ısıtılmayan hacimlerde bulunan yapı elemanlarının boyutlarının ve termal karakteristiklerinin belirlenmesi

Basamak d) Bina zarfı, ısıtılmayan hacimler, bitişik hacimler ve zemin yoluyla, ısı transfer kayıplarının belirlenmesi

- Tasarım ısı transferi kaybı sabiti x tasarım sıcaklık farkı

Basamak e) Tasarım göre havalandırma kaynaklı ısı kaybının hesaplanması

- Tasarım göre havalandırma kaynaklı ısı kaybı sabiti x tasarım sıcaklık

farkı Basamak f) Tasarıma göre toplam ısı kaybının hesaplanması

- Isı transfer kaybı + tasarıma göre havalandırma kaynaklı ısı kaybı (d + e)

Basamak g) Aralıklı ısıtmadan kaynaklanan ek enerji ihtiyacının hesaplanması

Basamak h) Toplam tasarım ısı yükünün hesaplanması

- *Tasarıma göre toplam ısı kaybı + Aralıklı ısıtmadan kaynaklanan ek enerji ihtiyacı (f + g)*

Basamak f'de bahsedilen aralıklı ısıtma örneğinin evlerde ısıtma sisteminin gece kapatılmasıdır. Standart tüm basamaklardaki hesap yöntemlerini detaylı olarak incelemektedir. Standardın eklerinde ise bu hesaplamalarda kullanılması gereken veriler ve sabitler verilmektedir.

Dış tasarım sıcaklığının belirlenmesinde prEn ISO 15927 - 5 standardına başvurulması belirtilmiştir. Bir diğer seçenek olarak son 20 sene içinde en az 10 kere kaydedilmiş en soğuk 2 günlük dış sıcaklık ortalamasının kullanılması önerilmiştir.

prEN ISO 15927-5 Hygrothermal performance of buildings -- Calculation and presentation of climatic data -- Part 5: Data for design heat load for space heating (Binaların ısı ve nem hareketliliği performansı—İklim datasının hesaplanması ve sunumu—Kısım 5: Mekan ısıtma için tasarım ısıtma yükü datası):

Binaların ısıtılmasında konfor ve maliyet arasında bir denge kurulması gerekliliğinden yola çıkarak, termal atalet sahibi binalarda (kalın taş duvarlar, ağır yapı elemanları, iyi ısı yalıtımı) iki günlük dış sıcaklık ortalamasının kullanılabileceği, termal atalet sahibi olmayan binalarda ise saatlik dataların kullanılması gerektiği belirtilmiştir. Standartta iki günlük ortalama ve saatlik dış sıcaklık datalarının, bağıl nemin, rüzgar kuvvetinin uygun hesaplanma yöntemleri açıklanmakta ve sonuçların nasıl sunulması gerektiği açıklanmaktadır.

EN 15316-3-1 Heating systems in buildings - Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies - Part 3: Domestic hot water systems, 2007(Binalarda ısıtma sistemleri – Sistem enerji gereksinimleri ve sistem verimlilikleri için hesaplama yöntemi – Kısım 3: Sıhhi sıcak su sistemleri 2007):

Ek A'da EN 13203 – 2'ye referansla, tek ailenin yaşadığı müstakil evler için sıcak su ihtiyaçları, karşılık gelen enerji ihtiyaçları ve el yıkama, bulaşık makinası, duş veya banyo için hesaplarda kullanılması uygun su akış debileri verilmiştir. Avrupa ortalaması olarak kabul edilen ikinci tabloda ev başına sıcak su ihtiyacının karşılanması için gereken enerji 5,845 kWh ve buna karşılık gelen 60°C'de su ihtiyacı 100,2 lt olarak verilmiştir. Çeşitli armatürlerde önerilen su akış debileri aşağıdaki gibidir.

- Çeşme: 3lt/dk,
- Duş: 6lt/dk
- Banyo: 10lt/dk

Ek B'de Makx. sıcak su sıcaklığının 60 °C, soğuk su temin sıcaklığının 10 °C alınması belirtilmiştir. Evin kullanım alanına endeksli bir hesaplama yöntemi önerilmiştir. Buna göre metrekare başına 30 lt 60 °C'de su tüketimi kabul edilmesi önerilmiştir.

Standardın genelinde su ve sıcak su kullanımının ülkeden ülkeye, bölgeden bölgeye değiştiği ve ulusal standartların kullanılması gerekliliği üzerinde durulmuştur.

EN 15316-3-3 Heating systems in buildings - Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies - Part 3-3: Domestic hot water systems, generation, 2007(Sistem enerji gereksinimleri ve sistem verimlilikleri için hesaplama yöntemi – Kısım 3: Sıhhi sıcak su sistemleri, üretim 2007):

Evlerde ve diğer mekanlarda kullanılan sıcak su üretim donanımları ile ilgili bilgi vermektedir. Ek C’de devamlı çalışır durumda tutulan ev tipi depolu elektrikli su ısıtıcılarından meydana gelen ısı kayıplarının hesaplanması ile ilgili bilgi verilmektedir.

EN 15316-4-4 Heating systems in buildings - Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies - Part 4-4: Heat generation systems, building-integrated cogeneration systems, 2007 (Binalarda ısıtma sistemleri – Sistem enerji gereksinimleri ve sistem verimlilikleri için hesaplama yöntemi – Kısım 4-4: Isı üretme sistemleri, binalara entegre edilmiş kojenerasyon sistemleri, 2007):

Primary resource factor ya da Birincil Enerji kaynağı faktörü, ısıya çevrilen enerji kaynağının üretilmesi için kullanılan enerji miktarının ısı olarak kullanılan enerji miktarına bölünmesi ile bulunur.

Bu değer elektrik için, elektrik ortalama olarak %40 verimlilikle üretildiği için 2,5 olarak kabul edilmiştir. Biyokütle kaynaklı ısı için ise bu değer 0,10 olarak kabul edilmiştir. Her 100 birim biyokütle kaynaklı ısı kullanımı için ek 10 birim enerji kullanılacağı kabul edilmiştir.

Kojenerasyon ısısının kullanımı ile ilgili iki operasyon yöntemi uygulanabilir. Bunlardan birinde kojenerasyon ısısı baz yükü karşılamak için kullanılır ve pik yükler için ikinci bir boyler kullanılır. Ya da kojenerasyon ısısı tüm yükleri karşılamak üzere kojenerasyon ünitesi büyüklüğü tasarlanır. Bu standartta bu iki yöntem için hesaplama yöntemleri verilmiştir. Birinci metotta kojenerasyon ünitesinin karşılayacağı baz yükün belirlenmesi için bir metot önerilmemiştir. İkinci yöntem için yıllık yük profillerinin çıkartılarak kojenerasyon ünitesinin %100 yük koşullarında değil de daha düşük yük koşullarında çalıştırılması önerilmiştir. İkinci yöntem biyogaz ile çalışan ve biyogaz tesisinden gelen biyogazı belli bir zaman içinde yakması gereken bir biyogaz motoru ile çalışan kojenerasyon tesisi yerine, doğal gaz ile çalışan ve doğalgaz şebekesinden istediği zaman istediği miktarda gaz çekebilen doğal gaz motorlu bir kojenerasyon tesisi için daha uygun gözüküyor.

EN 15217, Energy performance of buildings - Methods of expressing energy performance and for energy certification of buildings, 2007(Binaların enerji performansları – binaların enerji performansları ve enerji sertifikasyonlarının belirtilmesi yöntemleri):

Binaların enerji performanslarına göre sınıflandırılmaları ve enerji sertifikası detaylandırılmıştır.

5.2.2 Çevre mevzuatı

2872 Sayılı Çevre Kanuna bağlı olarak çıkarılan çok sayıda yönetmelik bulunmaktadır. Aşağıda “Ekolojik Yerleşim Modeli fizibilitesi” ile doğrudan ilgilendiren yönetmeliklerin üzerine odaklanılmıştır. Aşağıdaki yönetmeliklerin uygulanması sırasında, bunlarla birlikte geçerli/ilgili olan diğer yönetmelik ve tebliğleri de içermesi açısından, hazırlanacak tüm şartname ve teknik verilerin “2872 Sayılı Çevre Kanuna Bağlı Tüm Yönetmelik ve Tebliğlere” gönderme yapması yararlı olacaktır.

Atıkların Yakılmasına İlişkin Yönetmelik- 06 Ekim 2010- Sayı: 27721

Bu yönetmeliğin amacı, atıkların yakılmasının çevre üzerine olabilecek olumsuz etkilerini, özellikle hava, toprak, yüzey suları ve yeraltı sularında emisyonlar sonucu oluşan kirliliği ve insan sağlığı için ortaya çıkabilecek riskleri uygulanabilir yöntemlerle önlemek ve sınırlandırmaktır.

Yönetmeliğin 5. Maddesinde **genel esaslar** belirtilmektedir. Buna göre;

- *Yakılacak atığın yanmadan önce, tehlikeli atık olup olmadığı, atık içeriğinde radyoaktif madde bulunup bulunmadığı belirlenmelidir. Yanma sonucu tehlikeli ve tehlikesiz atıkların yakılmasına veya beraber yakılmasına ilişkin aynı emisyon limit değerleri uygulanır.*
- *Yakma ve beraber yakma tesisleri, 7 nci maddede de verilen işletme koşullarını sağlamak amacıyla atık kabul ünitesi, laboratuvar, geçici depolama alanları ve atık besleme sistemine sahip olmak zorundadır.*
- *Kazalara karşı acil durum ve müdahale planları hazırlanır, bu konuda yeterli sayı ve nitelikte eğitilmiş personel ve ekipman bulundurulmalıdır.*
- *Tesislerden kaynaklanan cüruf ve baca gazı partiküllerinin ayrı ayrı toplanması ve çevreye duyarlı bertarafının Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmeliğin 9 uncu madde gereği lisans almış tesislerde sağlanması zorunludur.*
- *Yakma veya beraber yakma tesisi için Bakanlığa yapılan lisans başvurusu yapılır.*

Yakma tesisleri için yer seçimi izni verilmesi

Yakma tesisleri için öncelikle tesis yeri seçimi için izin alınması gerekmektedir. Yönetmeliğin 6. Maddesine göre: Yakma tesisi kurmak isteyen özel ve tüzel kişiler; yakma tesisi kurmak üzere seçtikleri yer için mevzuat çerçevesinde, Mahalli Çevre Kurulu kararı ve Bakanlığın uygun görüşü ile mahallin en büyük mülki idare amirinden izin almak ve imar planına işletmek zorundadır

Lisans Alınması

Yakma veya beraber yakma tesisleri Yönetmeliğin 7. Maddesine göre Bakanlıktan lisans almakla yükümlüdür. Yakma veya beraber yakma tesisi kurmak veya işletmek isteyen gerçek ve tüzel kişiler, Çevre Kanununca Alınması Gereken İzin ve Lisanslar Hakkında Yönetmelik hükümlerine göre müracaat etmeli ve lisans almalıdır. Ayrıca tesis aşağıda belirtilen limitler kapsamında projelendirilmelidir.

Bir atık yakma tesisinin işleticisi lisans almadan önce, tesiste yakılacak atığı analiz etmek, atık besleme hızına bağlı olarak ortaya çıkacak emisyon ve atık sularla ilgili standartları sağladığını ispat etmek amacıyla sürekli ölçüm cihazı ile üç ay süreyle deneme yakması yükümlüdür.

Yakma tesisleri işlemde kaynaklanan gazın, ikinci yanma odasında 850 °C sıcaklıkta en az iki saniye kalması zorunludur. Buna göre, yedek brülör ile donatılan ikinci yanma odası, brülörlerinin otomatik olarak devreye girmesi sağlanır.

İçeriğinde %1'den fazla halojenli organik maddeler bulunan tehlikeli atıklar beraber yakılırsa, sıcaklığın 1100 °C'ye yükseltilmesi zorunludur.

Ancak tesis, Ek-5'te TOK ve karbon monoksit (CO) için belirlenen emisyon limit değerlere ilişkin hükümleri sağlamak zorundadır.

Bir başvurunun değerlendirilmesinde aşağıda belirtilen hususlar dikkate alınır:

- a) Tesis, bertaraf edilecek atıkların türüne ve kategorisine göre tasarlanır, donatılır ve işletilir.

b) Yakma ve beraber yakma işlemi sırasında üretilen ısı, elektrik enerjisine dönüştürme, üretim sürecinde kullanma veya bölgesel ısıtmada kullanma gibi yöntemlerle en elverişli biçimde geri kazanılmasına öncelik verilir.

c) Kalıntıların miktarı, bunların çevreye verecekleri zararlar asgariye indirilir ve uygun olan hallerde geri dönüşümü yapılır.

ç) Yakma ve beraber yakma tesisinde oluşumu engellenemeyen, azaltılamayan veya geri dönüşümü mümkün olmayan kalıntılar Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmeliğin Ek 2-A'sına göre bertaraf edilir.

(8) Baca gazı emisyonları için başvuruda önerilen ölçüm teknikleri Ek-3'e, su kirleticileri için önerilen ölçüm teknikleri Ek-3'ün birinci ve ikinci paragrafına uygun olmalıdır.

(9) Bir yakma veya beraber yakma tesisine lisans alınabilmesi için, 31/12/2004 tarihli ve 25687 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, 26/11/2005 tarihli ve 26005 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Tehlikeli Maddelerin Su ve Çevresinde Neden Olduğu Kirliliğin Kontrolü Yönetmeliği (76/464/AB), 8/6/2010 tarihli ve 27605 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelik ve 3/7/2009 tarihli ve 27277 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliğinde belirtilen hükümler ile ayrıca aşağıda belirtilen hükümlere uyulması zorunludur.

a) Tesis yetkilisince yakma işlemi ile bertaraf edilecek atıkların kategorileri ve yakıldıklarında ortama verilecek emisyon parametreleri açık bir biçimde listelenir. Bu liste ayrıca, Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmeliğin Ek II-A'sı ile düzenlenen atık kataloğunda yer alan atık kategorileri ve kodları ile atığın miktarına ilişkin bilgileri de içerir.

b) Tesisin toplam atık yakma veya beraber yakma kapasitesi belirtilir. Ayrıca evsel atık yakma tesislerinde tehlikeli atık kesinlikle yakılmaz.

c) Hava ve su kirleticisi parametrelerin her biri için periyodik ölçüm yükümlülüğünü yerine getirmek için kullanılan örnekleme ve ölçüm teknikleri belirtilir. Ayrıca her bir parametre için teorik hesaplamalar yapılır.

ç) Atıkların yakılması veya beraber yakılması durumunda asgari ve azami kütle akışı, en düşük ve en yüksek kalorifik değerleriyle, bu atıklardaki PCB, PCP, klor, flor, kükürt, ağır metaller gibi kirleticilerin, azami içeriği belirtilir.

Baca gazı emisyon limit değerleri

Yönetmelik madde 14'e göre, Yakma tesisleri, baca gazı emisyonlarına ait olarak Ek-4'te belirlenen hava emisyonu limit değerleri aşılmayacak şekilde tasarlanır, donatılır, inşa edilir ve işletilir demektir. Planlanan tesis bu kapsamda projelendirilmelidir.

Beraber yakma tesisleri, baca gazı emisyonları, Ek-2'de belirlenen emisyon limit değerlerini aşmayacak şekilde tasarlanır, donatılır, inşa edilir ve işletilir. Bir beraber yakma tesisi ortaya çıkan yakıt anma ısı güç değerinin %40 veya daha azını atıktan sağlıyorsa, Ek-2'de belirlenen emisyon limit değerleri uygulanır. Yakıt anma ısı güç değerinin %40'dan fazlasını atıktan karşılıyor ise, bu tesis yakma tesisi olarak değerlendirilir. Ancak biyokütleyi katı yakıt olarak kullanan tesisler için bu sınırlama uygulanmaz

Baca gazlarının temizlenmesinden gelen atık suların deşarjı hakkında da gereklilikler bulunmaktadır. Buna göre;

Baca gazlarının temizlenmesinden kaynaklanan atık suların alıcı ortama deşarj kriterleri Ek-4'te verilen sınır değerleri aşamaz.

Yakılan atıkların tür ve miktarlarına (tesisin kapasitesine) bağlı olmaksızın, baca gazından çıkan dioksin ve furanların konsantrasyonları 0,1 ng/Nm³ TE (toksikite eşdeğeri) sınır değerini aşamaz.

Tehlikeli ve tıbbi atıkların yakılmasından oluşacak ağır metallerle ilişkin olarak 10mg/Nm³ toz emisyonu, tehlikeli atıkların yakılmasında 0,05 mg/Nm³ ve belediye atıklarının yakılmasında 0,08 mg/m³ civa emisyonu sınır değerini aşamaz.

Planlanan yakma tesisinin yer tesbiti ve ihalede istenecek teknik şartlar yukarıda özetlenen yönetmelik gereklerine uygun olarak hazırlanmalıdır. Yakılması planlanan atıkların radyoaktif madde içermediği analiz ettirilmelidir.

İzin başvuruları zamanında ve yönetmeliğe uygun şekilde yapılmalıdır.

Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliği: 17.07.2008 Sayı: 26939

Bu Yönetmeliğin amacı, Çevresel Etki Değerlendirmesi sürecinde uyulacak idari ve teknik usul ve esasları düzenlemektir. Bu manada Yönetmelik, ÇED kapsamına giren projelerin işletme öncesi, işletme sırası ve işletme sonrası dönemde izlenmesi ve denetlenmesi, ÇED Başvuru Dosyası, Çevresel Etki Değerlendirmesi Raporu ile Proje Tanıtım Dosyasının hangi tür projeler için isteneceği ve içereceği konuları, Çevresel Etki Değerlendirmesi sürecinde uyulacak idari ve teknik usul ve esasları anlatmaktadır.

Yönetmelik kapsamında çevresel etki değerlendirmesine tabi projeler 7. Maddede anlatılmaktadır.

MADDE 7 – (1) Bu Yönetmeliğin;

a) EK-I listesinde yer alan projelere,

b) Seçme Eleme Kriterlerine tabi olup "Çevresel Etki Değerlendirmesi Gereklidir" kararı verilen projelere,

c) Bu Yönetmelik kapsamında ya da kapsamı dışında bulunan projelere ilişkin kapasite artırımı ve/veya genişletilmesi halinde, kapasite artışı toplamı bu Yönetmeliğin EK-I'inde belirtilen eşik değer veya üzerindeki projelere, çevresel Etki Değerlendirmesi Raporu hazırlanması zorunludur.

Ancak yönetmelik 6. Maddesine göre, yönetmelik kapsamındaki bir projeyi gerçekleştirmeyi planlayan gerçek ve tüzel kişiler; Çevresel Etki Değerlendirmesine tabi projeler için; Çevresel Etki Değerlendirmesi Başvuru Dosyası, Çevresel Etki Değerlendirmesi Raporu, Seçme Eleme Kriterlerine tabi projeler için proje tanıtım dosyası hazırlamak, ilgili makamlara sunmak ve projelerini verilen karara göre gerçekleştirmekle yükümlüdürler.

Bu Yönetmeliğe tabi projeler için "Çevresel Etki Değerlendirmesi Olumlu" kararı veya "Çevresel Etki Değerlendirmesi Gerekli Değildir" kararı alınmadıkça bu projelere hiç bir teşvik, onay, izin, yapı ve kullanım ruhsatı verilemez, proje için yatırıma başlanamaz ve ihale edilemez. Bu nedenle proje başında bu değerlendirmenin sonuçlandırılması gerekmektedir.

Yönetmelik Madde 15'e göre; EK-II listesinde yer alan projeler, seçme eleme kistaslarına tabidir. Buna göre yapılması planlanan proje için Madde 16'da belirtildiği şekilde başvuru yapılmalıdır;

MADDE 16:

(1)Proje sahibi, projesi için Çevresel Etki Değerlendirmesi uygulamasının gerekli olup olmadığının araştırılması amacıyla bir dilekçe ekinde bu Yönetmeliğin Ek-IV'üne göre hazırlayacağı üç adet Proje tanıtım dosyası ile hazırladığı proje tanıtım dosyasında ve eklerinde yer alan bilgi belgelerin doğru olduğunu belirtir taahhüt yazısını ve imza sirkülerini Bakanlığa sunar.

(2) Bakanlık, proje için hazırlanan proje tanıtım dosyasını bu Yönetmeliğin Ek-IV'ündeyen alan kriterler çerçevesinde beş işgünü içinde inceler. Dosya kapsamındaki bilgi ve belgelerde eksikliklerin bulunması halinde bunların tamamlanmasını proje sahibinden ister.

(3) Eksiklikleri altı ay içerisinde Bakanlığa sunulmayan proje tanıtım dosyaları iade edilir başvuru geçersiz sayılır.

(4) Bakanlık gerekli gördüğü hallerde proje alanını yerinde inceleyebilir veya inceletebilir.

Bu incelemenin ardından proje için "Çevresel etki değerlendirmesi gereklidir veya çevresel etki değerlendirmesi gerekli değildir kararı" yönetmeliğin 17. Maddesinde belirtildiği şekilde alınmaktadır:

MADDE 17 – (1) Bakanlık 15 inci maddenin birinci fıkrasının (a) ve (b) bentlerinde yer alan projeleri, bu Yönetmeliğin Ek-IV'ündeki kriterler çerçevesinde inceler ve değerlendirir. Bakanlık, bu aşamada gerekli görülmesi halinde proje sahibinden projesi ile ilgili geniş kapsamlı bilgi vermesini, araç gereç sağlamasını, yeterliği kabul edilebilir kuruluşlarca analiz, deney ve ölçümler yapmasını veya yaptırmasını isteyebilir.

(2) Bakanlık on beş işgünü içinde inceleme ve değerlendirmelerini tamamlayarak proje hakkında "Çevresel Etki Değerlendirmesi Gereklidir" veya "Çevresel Etki Değerlendirmesi Gerekli Değildir" kararını beş işgünü içinde verir, kararı Valiliğe ve proje sahibine bildirir. Valilik bu kararı halka duyurur.

(3) Çevresel Etki Değerlendirmesi Gerekli Değildir kararı verilen proje için beş yıl içinde yatırıma başlanmaması durumunda Çevresel Etki Değerlendirmesi Gerekli Değildir kararı geçersiz sayılır.

(4) "Çevresel Etki Değerlendirmesi Gereklidir" kararı verilen projeler için gerekçeli karar Bakanlığa bildirilir. Bu Yönetmeliğin 7 nci maddesi uyarınca "Çevresel Etki Değerlendirmesi Gereklidir" kararı verilen projeler, Çevresel Etki Değerlendirmesine tabidir. Bir yıl içinde bu Yönetmeliğin 8 inci maddesine göre Çevresel Etki Değerlendirmesi sürecinin başlatılmaması durumunda başvuru geçersiz sayılır.

"Çevresel etki değerlendirmesi gereklidir veya çevresel etki değerlendirmesi gerekli değildir kararı" kararından sonra Bakanlık, kararı verilen projelerle ilgili olarak, Çevresel Etki Değerlendirmesi Raporu veya bu Yönetmeliğin Ek-IV'üne göre hazırlanan proje tanıtım dosyasında öngörülen ve proje sahibi tarafından taahhüt edilen hususların yerine getirilip getirilmediğini izlemekte ve kontrol etmektedir. Bu aşamada Proje sahibi veya yetkili temsilcisi "Çevresel Etki Değerlendirmesi Olumlu" kararını aldıktan sonra yatırımın başlangıç, inşaat dönemine ilişkin izleme raporlarını Bakanlığa iletmekle yükümlüdür. Proje sahibi veya yetkili temsilcisi, "Çevresel Etki Değerlendirmesi Olumlu" veya "Çevresel Etki Değerlendirmesi Gerekli Değildir" kararını aldıktan sonra projede yapılacak Yönetmeliğe tabii değişiklikleri Valiliğe iletmekle yükümlüdür.

Çevre Kanununa Alınması Gereken İzin ve Lisanslar Hakkında Yönetmelik 29.04.2009 Sayı: 27214

Bu Yönetmeliğin amacı, yönetmelikte Ek-1 ve Ek-2 listesinde yer alan faaliyet ve tesislerin 2872 sayılı Çevre Kanununa göre alması gereken izin ve lisanslara ilişkin tüm iş ve işlemleri tanımlamaktır.

Yönetmeliğin 4. Maddesine göre çevre iznine veya çevre izin ve lisansına tabi işletmeler:

MADDE 4 – (1) Bu Yönetmelik kapsamında çevre iznine veya çevre izin ve lisansına tabi işletmeler, çevresel etkilerine göre aşağıdaki biçimde sınıflandırılmıştır.

a) Çevreye kirlenici etkisi yüksek düzeyde olan işletmeler (Ek-1 Listesi)

b) Çevreye kirlenici etkisi olan işletmeler (Ek-2 Listesi)

(2) Ek-1 ve Ek-2 listelerinde yer alan işletmelerin, çevre izni veya çevre izin ve lisansı alması zorunludur

Bu amaçla yapılacak olan Çevre izin veya çevre izin ve lisansına e-başvuru dosyasının hazırlanması ve sunulması aşağıdaki şekilde yapılmalıdır:

MADDE 6 – (1) Çevre izin veya çevre izin ve lisansı başvurusu çevre yönetim birimi, istihdam edilen çevre görevlisi ya da Bakanlıkça yetkilendirilmiş çevre danışmanlık firmaları tarafından yapılır.

(2) Ek-1 ve Ek-2 listelerinde yer alan işletmeler için çevre izni veya çevre izin ve lisans başvurusu elektronik imza ile elektronik ortamda yetkili merciye yapılır.

(3) Bu Yönetmeliğin Ek-1 ve Ek-2'sinde belirtilen faaliyet ve tesislerin başvuru dosyalarında Ek-3'te belirtilen bilgi, belge ve raporların sunulması zorunludur.

(4) İzin ve lisansa esas teşkil edecek tüm ölçüm ve analizlerin Bakanlığa veya Bakanlıkça yetkilendirilmiş kurum ve kuruluşlara yaptırılması gereklidir.

(5) Başvuru dosyasının yetkili mercilere sunulmasından başvurunun sonuçlanmasına kadar olan tüm süreçler ile bilgi, belge ve raporların doğruluğu, mevzuata uygunluğu ve doğacak hukuki sonuçlar konusunda işletmeci ve hizmet satın alımı yoluyla işlemlerin gerçekleştirilmesi durumunda yetkilendirilmiş çevre danışmanlık firması müteselsilen sorumludur.

Bu amaçla tesis yönetimi kendi çevre görevlisi ya da yetkili danışman firma aracılığıyla bu başvuruyu yapmalıdır. Başvuru sonu verilecek Geçici faaliyet belgesi aşağıdaki şekilde düzenlenecektir. Geçici belgenin ardından en geç 6 ay içerisinde izin başvurusunun tamamlanmış olması gerekmektedir.:

MADDE 7 – (1) (Değişik:R.G-24/2/2010-27503) EK-1 ve EK-2 listelerinde yer alan işletmeler, 6 ncı madde kapsamında geçici faaliyet belgesi için yetkili mercie e-başvuru yapar. Elektronik başvuru dosyasında EK-3A ve EK-3B’de belirtilen bilgi, belge ve raporların bulunması zorunludur. Geçici faaliyet belgesi e-başvuru dosyası yetkili merci tarafından otuz gün içerisinde incelenir.

(2) 17/7/2008 tarihli ve 26939 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliği kapsamında Çevresel Etki Değerlendirmesi Olumlu Kararı veya Çevresel Etki Değerlendirmesi Gerekli Değildir kararı verilen işletmeler, izne esas taahhütlerini yerine getirdiklerini başvuru formunda belgelemek zorundadırlar.

(3) (Değişik:R.G-24/2/2010-27503) Birinci fıkraya göre yapılan başvurunun yetkili merci tarafından uygun bulunması durumunda işletmeye, gerekli bilgi, belge ve raporların tamamlanması için bir yıl süreli geçici faaliyet belgesi verilir.

MADDE 8 – (Değişik:R.G-24/2/2010-27503)

(1) EK-1 ve EK-2 listelerinde yer alan işletmelerin, geçici faaliyet belgesinin alınmasından itibaren en geç altı ay içerisinde çevre izin veya çevre izin ve lisansının e-başvuru sürecini tamamlamaları zorunludur. Başvuru sürecinin tamamlanması aşamasında, EK-3C’de belirtilen bilgi, belge ve raporlar sunulur. Bu süre içinde başvuru tamamlanmaz ise geçici faaliyet belgesi iptal edilir.

(2) e-başvuru sürecinin tamamlanmasından sonra, başvuru yetkili merci tarafından seksen gün içerisinde incelenir. Söz konusu e-başvuru dosyasında herhangi bir bilgi, belge ve raporun eksik olmaması ve başvurunun uygun bulunması halinde yetkili merci tarafından, çevre izin veya çevre izin ve lisans belgesi düzenlenerek işletmeciye verilir.

(3) Söz konusu e-başvuru dosyasında herhangi bir bilgi, belge ve raporun eksik olması halinde, yetkili merci eksiklikleri işletmeciye ve hizmet satın alımı yoluyla işlemlerin gerçekleştirilmesi durumunda yetkilendirilmiş çevre danışmanlık firmasına bildirir. Bildirim tarihinden itibaren eksikliklerin seksen gün içinde tamamlanarak yetkili mercie gönderilmesi zorunludur. Eksikliklerin giderilmesi durumunda yetkili merci tarafından çevre izin veya çevre izin ve lisans belgesi düzenlenerek işletmeciye verilir.

(4) Geçici faaliyet belgesi iptal edilen veya geçici faaliyet belgesinin süresi içerisinde Çevre izni veya Çevre İzin ve Lisansını alamayan işletmeler 6 ay süresince tekrar müracaatta bulunamaz. Geçici faaliyet belgesi veya Çevre izin veya Çevre İzin ve Lisansı belgesi olmaksızın faaliyette bulunan işletmeler hakkında Çevre Kanununun ilgili hükümleri uygulanır.

(5) Geçici faaliyet belgesinin süresi dolan, geçici faaliyet belgesi iptal edilen ve/veya faaliyeti durdurulan işletmeler; EK-1 listesinde yer alıyor ise Bakanlık tarafından işletmenin bulunduğu yerdeki İl Çevre ve Orman Müdürlüğüne, EK-2 listesinde yer alıyor ise İl Çevre ve Orman Müdürlüğü tarafından Bakanlığa bildirilir.

Çevre Denetimi Yönetmeliği 5 Ocak 2002 - Sayı: 24631 (1. Mükerrer)

Bu Yönetmelik tesislerin kurulması, faaliyete geçmesi ve üretimin her aşamasından atıkların nihai bertarafına kadar çevrenin korunması için çevre denetiminin usul ve esaslarını düzenlemek amacıyla hazırlanmıştır.

MADDE 6 - Denetime tabi kuruluş ve işletmeler;

a) Faaliyet-Tesis Bilgi Formunu, bu Yönetmeliğin 9 uncu maddesinde belirtilen esaslara göre düzenleyerek Bakanlığa göndermekle,

b) Tesis içi yıllık çevre denetim programları düzenlemekle ve tesisin faaliyet alanına uygun niteliklere sahip bir tesis denetim görevlisi veya tesis denetim birimi aracılığı ile tesis içi çevre denetiminin sürekli yapılmasını sağlamak, sonuçlarını dosyalamak ve muhafaza etmekle,

c) Tesis içi denetim için gerekli ölçüm ve analizleri 27.10.1999 tarihli ve 4457 sayılı Türkiye Akreditasyon Kurumu Kuruluş ve Görevleri Hakkında Kanun hükümlerine göre akredite edilmiş laboratuvarlara sahip olan özel ve kamu kurum ve kuruluşlarına yaptırmakla,

d) Bakanlık denetim görevlisinin tesise girmesini, güvenliğini ve denetim için gerek görülen personel, taşıt ve her türlü ekipmanı sağlamakla,

e) Bakanlık denetim görevlisince gerekli görülen hallerde ve/veya itiraz durumunda ölçüm ve analizlerin giderlerini karşılamakla,

f) Denetim için istenilen bilgi ve belgeleri öngörülen sürede ve eksiksiz olarak vermekle,

yükümlüdür. Yönetmelikte istenen Tesis İçi Denetim'ler tesis denetim görevlisi veya tesis denetim birimi tarafından yapılmalıdır. 7. Madde bu denetimlerin esaslarını anlatmaktadır.

MADDE 7 - Denetime tabi kuruluş ve işletmelerden hangilerinin tesis denetim birimi kuracağı, hangilerinin tesis denetim görevlisi istihdam edeceği, bu kuruluş ve işletmelerin 9 uncu madde uyarınca düzenleyecekleri Faaliyet-Tesis Bilgi Formunun değerlendirilmesi sonucunda Bakanlık tarafından belirlenir ve ilgili kuruluş ve işletmeye bildirilir. Kuruluş ve işletmeler bildirim tarihinden otuz gün içinde tesis denetim görevlisi istihdam eder ya da tesis denetim birimi kurar.

Tesis denetim görevlisi veya tesis denetim birimi, bu anlamda tesisi düzenli aralıklarla kontrol etmeli, çevre Kanunu ve bu Kanuna dayanılarak yürürlüğe giren yönetmeliklerde belirtilen yükümlülüklerin yerine getirilip getirilmediğini tespit ederek, tesis içi denetim raporu hazırlamalıdır.

Çevre görevlisi bu raporu öncelikle bölge yönetimine sunmalı ve Bakanlıkça yapılacak denetimler sırasında istenen bilgi ve belgeleri sağlamalıdır.

Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği-14 Mart 2005 - Sayı : 25755

Bu yönetmelik tüm tehlikeli atıkların geniş bir listesini vermektedir. Yönetmelikte geçen bazı terimlerin açıklaması aşağıda verilmiştir:

Atık Tanımı: Standart dışı ürünler, sağlıklı kullanım süresi geçmiş olan ürünler, niteliği bozulmuş ya da yanlış kullanıma maruz kalmış olan maddeler (kontamine olmuş maddeler), aktiviteler sonucu kontamine olmuş ya da kirlenmiş maddeler (temizleme işlemi atıkları, ambalaj atıkları), kullanılmayan kısımlar (atık piller ve katalizörler), yararlı performans gösteremeyen maddeler (kontamine olmuş asitler), endüstriyel proses kalıntıları (destilasyon atıkları), kirliliğin önlenmesi amacı ile kullanılan proses kalıntıları (yıkama çamurları, filtre tozları, kullanılmış filtreler), yüzey işlemleri kalıntıları (torna atıkları ve benzeri), hammadde işleme proses kalıntıları (petrol slopları, madencilik ve benzeri), değerini kaybetmiş olan maddeler (PCB'lerle kontamine olmuş yağlar) ihracatçı ülkenin kanunlarına göre yasak getirilmiş olan maddeler, yeniden kullanım veya geri kazanım amacı ile getirilen maddeler, kontamine olmuş alanın iyileştirme çalışmalarından doğan maddeler.

Yukarıda bahsedilen kategorilere ait olmayan fakat üretici ya da ihracatçı tarafından atık olarak kabul edilen maddeler, yukarıda belirtilmeyen üretim atıkları, atık olarak tanımlanır. Atıklar türlerine göre atık kodları (EWC) ile sınıflandırılmışlardır. Atık beyanı, atıkların taşınması, depolanması, geri dönüşüm, geri kazanım ve bertaraf sürecinde bu kodlar ile ifade edilirler

Tehlikeli Atık Tanımı: Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmelik kapsamında tehlikeli atık tanımı; Atık Listesinde (*) ile işaretlenmiş atıklar tehlikeli atıktır. Tehlikeli atıklar, EK-III A'da listelenen özelliklerden bir veya daha fazlasına sahip atıklardır. (2) Atık Listesinde (A) işaretli atıklar, EK-III B'de yer alan tehlikeli atık konsantrasyonuna bakılmaksızın tehlikeli atık sınıfına girer. (M) işaretli atıkların tehlikelilik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılacak çalışmalarda, EK-III A'da listelenen özelliklerden H3-H8 ile H10 ve H11 ile ilgili değerlendirmeler, EK-III B'de yer alan konsantrasyon değerleri esas alınarak yapılır. Bu hüküm tehlikeli maddeler ile kontamine olmamış saf metal alaşımlar için geçerli değildir

Tehlikeli atıklar değerlendirilirken aşağıdaki metotlar uygulanır:

- Kaynakta azaltma/önleme: Atıklardan kaçınmanın en iyi yolu, kaynağında üretilmemesi veya en az atık üretilmesidir.
- Geri dönüşüm: Atıkların tamamının veya içindeki kullanılabilir maddelerin geri kazanımı yada tekrar kullanılmasıdır (atık yağ geri kazanımı gibi).
- Arıtma: Atıklar fiziksel, biyolojik yada kimyasal arıtma ile atık tehlikesiz veya daha az tehlikeli hale getirilebilir.
- Bertaraf: Atık oluşumunun kaçınılmaz olduğu ve yukarıda belirtilen işlemlerin uygulanmadığı durumlarda değerlendirilemeyen atıklar yakma, depolama gibi metotlarla bertaraf edilir.

Atıkların Ek Yakıt Olarak Kullanılmasında Uyulacak Genel Kurallar Hakkında Tebliğ gereğince

- Kullanılmış yağlar,
- Kullanılmış lastikler,
- Plastik maddeler,
- Boya artıkları
- Bazı atık solventler
- Çevre ve Orman Bakanlığı'nın uygun gördüğü atıklar,

Çimento Fabrikaları, Kireç Fabrikaları gibi lisanslı tesislerde ilave yakıt olarak kullanılabilir.

Tehlikeli Atıkların Ara Depolanması konusunda yönetmelik aşağıdakileri istemektedir:

Nihai bertaraf veya geri kazanım için uygun yer bulunamaması durumunda ya da bertaraf / geri kazanım tesislerine ulaştırılmadan önce atık miktarının yeterli kapasiteye ulaşması amacıyla atıklar ara depolarda depolanabilir. Bu depolarda bekleme süresi bir yılı aşamaz. Ancak bu süre zorunlu hallerde Bakanlık izni ile uzatılabilir. Ara depolama tesisleri için Çevre ve Orman Bakanlığı'ndan ön lisans ve lisans alınması zorunludur. Ara depolama tesisi kurmak isteyen gerçek ve tüzel kişiler, (Ek 13) de yer alan bilgi, belgeler ve diğer dokümanlarla birlikte Çevre ve Orman Bakanlığı'na başvurur.

Ara depolama ve işleme tesislerinde;

- Giriş, depolama ve çalışma kısımları,
- Yangın söndürme sistemleri,

- Boruların, hazne ve kapların temizlenmesi için temizleme sistemleri,
- Taşan ve dökülen atıkların toplanması için yeterli absorban, nötralizan bulunur.

Bu amaçla bölgede ara depolama faaliyetleri için yönetmeliğe uygun olarak izin alınması gerekmektedir.

Yönetmelik atık üreticilerinin sorumluluklarını aşağıdaki şekilde özetlemektedir, kurulacak biyogaz ve biyokütle doğrudan yakma tesisi aşağıdaki kurallara uygun hareket etmelidir:

- Üretimini en az düzeye indirecek tedbirleri almak, Üretilen atık tür ve miktarına ilişkin atık beyan formunu her yıl doldurarak Bakanlığa göndermek,
- Atıklarını tesis içerisinde uygun şekilde depolamak. (Bunun için beton zeminli (ya da eşdeğeri), sızdırmazlığı sağlanmış, üzeri kapalı bir geçici depolama alanı oluşturmak, atıklarını niteliğine uygun konteynırlarda depolamak).
- Atıkların tesis içinde yönetmelikte öngörülen kriterlere uygun geçici depolarda bekletilmesi için valilikten izin almak, (Ayda 1000kg'dan fazla atık üretenler)
- üç yıllık atık yönetim planını hazırlayarak valilikten onay almak,
- Atıklarını bu yönetmelikteki esaslara uygun olarak kendi imkanları ile veya kurulmuş lisanslı atık bertaraf tesislerinde gerekli harcamaları karşılayarak bertaraf etmek ve bertaraf işleminin tamamlandığını yetkililere bildirmek,
- Atık taşımacılığında mevcut uluslararası standartlara uymak,
- Ürettiği atıklara uygun ambalajlama ve etiketleme yapmak

Atıkların tesis içinde geçici depolanması ve taşınması da bu yönetmelikte aşağıdaki şekilde tariflenmiştir.

Tehlikeli atıklar, fabrika sınırları içinde tesis ve binalardan uzakta beton saha üzerine yerleştirilmiş sağlam, sızdırmaz, emniyetli ve uluslararası kabul görmüş standartlara uygun konteynırlar içerisinde geçici olarak muhafaza edilmeli, konteynırların üzerinde tehlikeli atık ibaresi bulunmalı, depolanan maddenin miktarı ve depolama tarihi konteynırlar üzerinde belirtilmeli, konteynırların hasar görmesi durumunda atıklar, aynı özellikleri taşıyan başka bir konteynıra aktarılmalı, konteynırların devamlı kapalı kalmasını sağlanmalı ve atıklar kimyasal reaksiyona girmeyecek şekilde geçici depolanmalıdır.

Ayda bin kilografa kadar atık üreten üretici biriktirilen atık miktarı altı bin kilogramı geçmemek kaydı ile valilikten izin almaksızın atıklarını arazisinde en fazla yüz seksen gün geçici depolayabilir. Bu durumda herhangi bir tehlike halinde arazide önlem alabilmek için en az bir kişiyi görevlendirmekle ve bu kişinin, adını, telefonunu valiliğe bildirmekle yükümlüdür Katı veya sıvı haldeki atıklar için atığın ve işletmenin özelliğine göre uygun konteynır ve taşıma şekilleri işletmeler tarafından belirlenir.

Tesis İçinde Alınacak Güvenlik Önlemleri

İşleme tabi tutulacak veya geçici olarak depolanacak atıklar, özel yerlerde kap veya hazneler içinde; uygulanacak fiziksel, kimyasal, biyolojik işlemler ve yakma işlemlerine göre ayrı ayrı ve birbiri ile kimyasal reaksiyona girmeyecek şekilde atık kod numarasına göre depolanır.

Ara depo veya işleme tesislerinin bekletme haznelerinin çürümelere ve aşınmalara dayanıklı olması ve gerekli emniyet ve kontrol sistemlerini ihtiva etmesi zorunludur.

Bölge ara depolama tesisinde yukarıdaki belirtilen şekilde ayrıştırma ve atık tanımlaması yapılmalıdır.

Atık Yönetim Planı Hazırlanması da yönetmeliğin bir diğer gereğidir. Bu planın 3 yıllık periyodu kapsamı istenmektedir.

Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliğine göre tehlikeli atık (atık, yağ, pil-akü dahil) üreten tesislerin 3 yıllık Atık Yönetim Planı hazırlayarak ilgili Valilikten (İl Çevre ve Orman Müdürlüğü) onay alması gerekmektedir. Atık Yönetim Planı Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliğinin bir gereği olup planın sadece tehlikeli atıkları içermesi yeterlidir.

Sahadaki atıkların değerlendirilmesi bu yönetmeliğe göre yapılmalı, ara depolama izinleri alınmalıdır.

Atıkların tesis içinde geçici depolanması ve taşınması sırasında bu yönetmelikte yukarıda özetlenen şartlara göre güvenlik önlemleri alınmalıdır.

Toprak Kirliliğinin Kontrolü Ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelik: 08/06/2010, Resmi Gazete Sayı 27605

Bu yönetmelikte toprak kirliliği boyutunu tespit etmek amacıyla yapılacak çalışmalar anlatılmaktadır. Bu amaçla sahada numune alınmadan önce bir saha analiz çalışması istenmektedir.

Madde 13 - (1) Şüpheli sahada yapılacak her türlü örnekleme ve analiz çalışmaları belirli bir plan çerçevesinde yürütülür. Bu amaçla, örnekleme yapmadan önce saha sahibi Bakanlıkça belirlenen esaslar dahilinde Saha Örnekleme ve Analiz Planı (SÖAP) yeterlilik koşullarını haiz uzman kurum veya kuruluşlara hazırlatılır. Bu plan rapor halinde Komisyon tarafından onaylandıktan sonra örnekleme çalışması gerçekleştirilir.

İlgili resmi mevzuat tam olarak hazır olmaması sebebiyle bu yönetmeliğin henüz tam olarak uygulaması yapılamamaktadır. Bu nedenle de tavsiye edilen yaklaşım, çevre il müdürlüğü refakatinde numune alınıp, akredite laboratuvarlara analiz yaptırmaktır.. Böylece çevre il müdürlüğü refakatinde mühürlü numune alınıp, mühürlendiğinde, bu numunenin uygun numune olduğunun kanıtı sağlanmış olacaktır. Akredite bir lab'ta analiz ettirilince, ileride bu deneyin resmi raporlarda kullanma şansı olmaktadır.

Genel teamüllere göre numune alma şekli olarak, her bir dönüm araziye 4'e, bölerek, bu 4 bölümün her birinden bir parça numunenin çevre il müdürlüğü ile beraber alınması önerilmektedir.

Bu numunelerin en az 50 cm derinlikten alınması ve numune alım noktalarının bir planda işaretlenmesi gerekmektedir.

Yeraltı Sularının Kirlenmeye Ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik 07/04/2012, Sayı: 28257

Bu yönetmelik yeraltı sularının kirliliğe karşı korunmasını amaçlamaktadır. Yeraltı suyu kirliliğinin olup, olmadığının tespiti için, aşağıdaki şüpheli parametrelerin ölçülmesi istenmektedir:

Arsenik, Kadmiyum, Kurşun, Civa, Amonyum, Klorür, Sülfat, Trikloretlen, Tetrakloretlen, İletkenlik. Bunun dışında alttaki maddeyle yine toprak kirliliği yönetmeliğine refere ederek, oradaki parametrelerin de (TPH, Cd, Cr) ölçülmesi istenmektedir. Bu yönetmelikte dikkat çekilen konu, yeraltı suyunun (YAS) ne amaçla kullanıldığı. Buna göre yorum yapılması istenmektedir.

MADDE 11

(3) Noktasal kaynaklar ve kirlenmiş alanlar sebebiyle oluşan kirlilik dağılımlarının iyi YAS durumuna ulaşılmasını tehdit etmesi halinde, kirliliğin mevcut dağılımlarının olası etkileri değerlendirilir. Bu değerlendirme neticesinde, ihtiyaç duyulan yerlerde, o YAS kütleğinde tanımlanan kirlleticiler için Bakanlık tarafından kirlenmiş alanlardan gelen yayılımın artmadığının, YAS kütle ve kütle gruplarının kimyasal durumunu bozmadığının, insan sağlığı ve çevre için risk oluşturmadağının doğrulanması maksadıyla ilave eğilim değerlendirmesi yapılır. Bu değerlendirme yapılırken, 8/6/2010 tarihli ve 27605 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelikte yer alan hususlar dikkate alınır.

5.2.3 İş sağlığı ve güvenliği mevzuatı

Kanun No. 6331 , iş sağlığı ve güvenliği kanunu, Kabul Tarihi: 20/6/2012

BİRİNCİ BÖLÜM

Amaç, Kapsam ve Tanımlar

Amaç

MADDE 1 – (1) Bu Kanunun amacı; işyerlerinde iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanması ve mevcut sağlık ve güvenlik şartlarının iyileştirilmesi için işveren ve çalışanların görev, yetki, sorumluluk, hak ve yükümlülüklerini düzenlemektir.

20.6.2012 tarihli 6331 sayılı işyeri sağlığı ve güvenliği kanunu uyarınca işletmelerin iş sağlığı uzmanları ile anlaşarak risk denetimlerini yaptırmaları ve tehlike sınıflarını belirlemeleri gerekiyor.

Bu konuyla ilgili tebliğ aşağıdadır:

MADDE 1 – (1) 20/6/2012 tarihli ve 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununun 9 uncu maddesi uyarınca işyerlerinin iş sağlığı ve güvenliği açısından yer aldığı tehlike sınıfları Ek-1’de yer alan İşyeri Tehlike Sınıfları Listesinde belirtilmiştir. **MADDE 2 – (1)** Tehlike sınıfının tespitinde bir işyerinde yürütülen asıl işin tehlike sınıfı dikkate alınır.

Tehlike sınıfları

Az tehlikeli, tehlikeli, çok tehlikeli

Ekolojik Yerleşim Modeli ile ilgili olabilecek işyeri başlıkları aşağıda bulunabilir.

EK1 :işyeri tehlike sınıfları listesi

6331 sayılı yasa ile işletmenin tehlike sınıfına ve işçi sayısına göre iş güvenliği uzmanı ve iş hekimi ile çalışmasını şart koşmuştur.

Tehlike sınıfı

Eleman sayısı

Az tehlikeli

50 işçiden az çalışan

Tehlikeli ve çok tehlikeli

50 işçiden az çalışan

Tehlikeli ve çok tehlikeli

*50 işçiden fazla çalışan **

** 50 işçiden fazla işçi çalıştıran tüm işyerleri, işyeri hekimi de çalıştırmak zorundadır.*

İŞYERİ TEHLİKE SINIFLARI LİSTESİ

		EK-
(Değişik:RG-18/4/2014-28976)		
İŞYERİ TEHLİKE SINIFLARI LİSTESİ		
NACE Rev.2_Altılı Kod	NACE Rev.2_Altılı Tanım	Tehlike Sınıfı
A	TARIM, ORMANCILIK VE BALIKÇILIK	
01	Bitkisel ve hayvansal üretim ile avcılık ve ilgili hizmet faaliyetleri	
01.1	Tek yıllık (uzun ömürlü olmayan) bitkisel ürünlerin yetiştirilmesi	
01.11	Tahılların (pirinç hariç), baklagillerin ve yağlı tohumların yetiştirilmesi	
01.11.07	Baklagillerin yetiştirilmesi (fasulye (taze ve kuru), bakla, nohut, mercimek, acı baka, bezelye, araka vb.)	Tehlikeli
01.11.2	Tahıl yetiştiriciliği (buğday, dane mısır, süpürge drısı, arpa, çavdar, yulaf, darı, kuş yemi vb.) (pirinç hariç)	Tehlikeli
01.11.14	Yağlı tohum yetiştiriciliği (soya fasulyesi, yer fıstığı, pamuk çekirdeği, kene otu çekirdeği (Hint yağı çekirdeği), keten tohumu, harda tohumu, niger tohumu, kolza, aspir tohumu, susam tohumu, ayçiçeği tohumu vb.)	Tehlikeli
01.19	Tek yıllık (uzun ömürlü olmayan) diğer bitkisel ürünlerin yetiştirilmesi	
01.19.1	Hayvan yemi bitkilerinin yetiştiriciliği (sarı şalgam, mangoldlar, yemlik kökleri, yonca, korunga, yemlik mısır ve diğer otlar ile bunların tohumları ve pancar tohumları dahil, şeker pancarı tohumları hariç)	Tehlikeli
01.63	Hasat sonrası bitkisel ürünler ile ilgili faaliyetler	

01.63.01	Hasat sonrası diğer ürünlerin ayıklanması ve temizlenmesi ile ilgili faaliyetler (pamuğun çırçırılması ve nişatalı kök ürünleri hariç)	Tehlikeli
01.63.90	Hasat sonrası bitkisel ürünler ile ilgili diğer faaliyetler	Tehlikeli

02	Ormancılık ile endüstriyel ve yakacak odun üretimi	
02.1	Orman yetiştirme (Silvikültür) ve diğer ormancılık faaliyetleri	
02.10	Orman yetiştirme (Silvikültür) ve diğer ormancılık faaliyetleri	
0.10.01	Baltalık olarak işletilen ormanların işletilmesi (kağıtlık ve yakacak odun üretimine yönelik olarak dahil)	tehlikeli
02.10.02	Orman yetiştirmek için fidan ve tohum üretimi	Az Tehlikeli
02.10.03	Orman ağaçlarının yetiştirilmesi (baltalık ormanların yetiştirilmesi hariç)	Az tehlikeli
02.2	Endüstriyel ve yakacak odun üretimi	
02.2	Endüstriyel ve yakacak odun üretimi	
0.20.01	Endüstriyel ve yakacak odun üretimi (geleneksel yöntemlerle odun kömürü üretimi dahil)	Tehlikeli
02.3	Tabii olarak yetişen odun dışı orman ürünlerinin toplanması	
02.30	Tabii olarak yetişen odun dışı orman ürünlerinin toplanması	
2.30.01	Ağaç dışındaki yabani olarak yetişen ürünlerinin toplanması (mantar meşesinin kabuğu, kök, kozalak, balsam, lak ve reçine, meşe palamudu, at kestane, yonca ve lenler, yabaiçiçek, yabani eyve, yenilebilir mantar vb.)	Az Tehlikeli
02.4	Ormancılık için destekleyici faaliyetler	
02.40	Ormancılık için destekleyici faaliyetler	
02.40.01	Ormanda ağaçların kesilmesi, dallarından temizlenmesi, soyulması vb. destekleyici faaliyetler	Tehlikeli
02.40.02	Ormanda kesilmiş ve temizlenmiş ağaçların taşınması, istiflenmesi ve kurutulması faaliyetleri	Tehlikeli
02.40.03	Ormanda silvikültürel hizmet faaliyetleri (seyreltilmesi, budanması, repikaj vb.)	tehlikeli

0.40.	Ormanı zararlılara (böcek v hastalıklar) karşı koruma faaliyetleri	Çok Tehlikeli
0240.05	Ormanı yangın ve kaçak kesime (izinsiz kesim) karşı koruma faaliyetleri	Tehlikeli
02.40.06	Ormanı koruma ve bakımı amaçlı orman yolu yapımı ve bakım faaliyetleri	Tehlikeli
024.07	Diğer ormancılık hizmet faaliyetleri (ormancılık envanterleri, orman işletmesi, orman idareci danışmanlık hizmetleri, orman (bakımı, verimi, vb.) ile ilgili araştırma geliştirme, vb.)	Az Tehlikeli

	ELEKTRİK, GAZ, BUHAR VE İKLİMLENDİRME ÜRETİMİ VE DAĞITIMI	
35	Elektrik, gaz, buhar ve havalandırma sistemi üretim ve dağıtımı	
5.1	Elektrik enerjisinin üretimi, iletimi ve dağıtımı	
35.11	Elektrik enerjisi üretimi	
35.11.19	Elektrik enerjisi üretimi	Çok Tehlikeli
3.12	Elektrik enerjisinin iletimi	
5.12.1	Elektrik enerjisinin iletimi (elektrik üretim kaynağından dağıtım sistemine aktaran iletim sistemlerinin işletilmesi)	Çok Tehlikeli

35.2	Gaz imalatı; ana şebeke üzerinden gaz yakıtların dağıtımı	
3.21	Gaz imalatı	
3.21.01	Doğalgaz ahl, çeşitli türe gazlardan aındırma, karıştırma, vb. işlemlerle kalorifik değerde gazlı yakıtların üretimi	Çok Tehlikeli
35.21.02	Kömürün karbonlaştırılması, tarımsal yan ürün veya atıklarından gaz üretimi	Çok Tehlikeli
3.22	Ana şebeke üzerinden gaz yakıtların dağıtımı	
35.22.01	Ana şebeke üzerinden gaz yakıtların dağıtımı (her çeşit gazlı yakıtın, ana boru sistemiyle dağıtımı ve tedariki)	Çok Tehlikeli
35.22.02	Gaz sayaçlarının bakım ve onarımı	Az Tehlikeli

35.3	Buhar ve iklimlendirme emini	
35.30	Buhar ve iklimlendirme temini	

35.30.21	Buhar ve sıcak su üretimi, toplanması ve dağıtımı	Çok Tehlikeli
37	Kanalizasyon	
37.0	Kanalizasyon	
37.00	Kanalizasyon	
37.00.01	Kanalizasyon (kanalizasyon atıklarının uzaklaştırılması ve arıtılması, kanalizasyon sistemlerinin ve atık su arıtma tesislerinin işletimi, foseptik çukurları ve havuzların boşaltılması ve temizlenmesi, seyyar tuvalet faaliyetleri vb.)	Çok Tehlikeli

5.2.4 Yenilenebilir Enerji Mevzuatı

1 **5346, yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi amaçlı kullanımına ilişkin kanun, 10.05.2005, sayı: 25819**

.....
Muafiyetli üretim

Madde 6/A – (Ek: 29/12/2010-6094/4 md.)

4628 sayılı Kanunun 3 üncü maddesinin üçüncü fıkrası kapsamında kurulacak yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesisleri için başvuru yapılması, izin verilmesi, denetim yapılması ile teknik ve mali usul ve esaslar, Bakanlık, İçişleri Bakanlığı ve DSİ'nin görüşleri alınarak EPDK tarafından çıkartılacak bir yönetmelikle düzenlenir. Hidroelektrik üretim tesisleri için su kullanım hakkının verilmesine, DSİ'nin ilgili taşra teşkilatının su rejimi açısından üretim tesisinin yapımında sakınca bulunmadığına ve bağlantının yapılacağı dağıtım şirketinden dağıtım sistemine bağlantı yapılabileceğine dair görüş alınmak kaydıyla, tesisin kurulacağı yerdeki il özel idareleri yetkilidir.

Bu madde kapsamında yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üreten gerçek ve tüzel kişiler; ihtiyaçlarının üzerinde ürettikleri elektrik enerjisini dağıtım sistemine vermeleri halinde, I sayılı Cetveldeki fiyatlardan on yıl süre ile faydalanabilir. Bu kapsamda dağıtım sistemine verilen elektrik enerjisinin perakende satış lisansını haiz ilgili dağıtım şirketi tarafından satın alınması zorunludur. İlgili şirketlerin bu madde gereğince satın aldıkları elektrik enerjisi, söz konusu dağıtım şirketlerce YEK Destekleme Mekanizması kapsamında üretilmiş ve sisteme verilmiş kabul edilir.

Yerli ürün kullanımı

MADDE 6/B – (Ek: 29/12/2010-6094/4 md.)

Lisans sahibi tüzel kişilerin bu Kanun kapsamındaki yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı ve 31/12/2015 tarihinden önce işletmeye giren üretim tesislerinde kullanılan mekanik ve/veya elektro-mekanik aksamın yurt içinde imal edilmiş olması halinde; bu tesislerde üretilerek iletim veya dağıtım sistemine verilen elektrik enerjisi için, I sayılı Cetvelde belirtilen fiyatlara, üretim tesisinin işletmeye giriş tarihinden itibaren beş yıl süreyle; bu Kanuna ekli II sayılı Cetvelde belirtilen fiyatlar ilave edilir.

II sayılı Cetvelde yer alan yurt içinde imalatın kapsamının tanımı, standartları, sertifikasyonu ve denetimi ile ilgili usul ve esaslar, Bakanlık tarafından çıkarılacak yönetmelikle düzenlenir.

31/12/2015 tarihinden sonra işletmeye girecek olan YEK Belgeli üretim tesisleri için yerli katkı ilavesine ilişkin usul ve esaslar, Bakanlığın teklifi üzerine Bakanlar Kurulu tarafından belirlenerek ilan edilir.

Kanun No. 6094, Yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi amaçlı kullanımına

ilişkin kanunda değişiklik yapılmasına dair kanun, Kabul Tarihi: 29/12/2010

MADDE 1- 10/5/2005 tarihli ve 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanunun 3 üncü maddesinin birinci fıkrasının (8), (9) ve (11) numaralı bentleri aşağıdaki şekilde değiştirilmiş, birinci fıkraya aşağıdaki bentler ve maddeye aşağıdaki fıkra eklenmiştir.

"8.Yenilenebilir enerji kaynakları (YEK): Hidrolik, rüzgâr, güneş, jeotermal, biyokütle, biyokütleden elde edilen gaz (çöp gazı dâhil), dalga, akıntı enerjisi ve gel-git gibi fosil olmayan enerji kaynaklarını,

9.Biyokütle: Organik atıkların yanı sıra bitkisel yağ atıkları, tarımsal hasat artıkları dâhil olmak üzere, tarım ve orman ürünlerinden ve bu ürünlerin işlenmesi sonucu ortaya çıkan yan ürünlerden elde edilen kaynakları,"

"11.Bu Kanun kapsamındaki yenilenebilir enerji kaynakları: Rüzgâr, güneş, jeotermal, biyokütle, biyokütleden elde edilen gaz (çöp gazı dâhil), dalga, akıntı enerjisi ve gel-git ile kanal veya nehir tipi veya rezervuar alanı onbeş kilometrekarenin altında olan hidroelektrik üretim tesisi kurulmasına uygun elektrik enerjisi üretim kaynaklarını,"

14.YEK Destekleme Mekanizması: Bu Kanun kapsamındaki yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim faaliyeti gösterenlerin faydalanabileceği fiyat, süreler ve bunlara yapılacak ödemelere ilişkin usul ve esasları içeren destekleme mekanizmasını,

MADDE 6- Bu Kanunun yürürlüğe girdiği 18/5/2005 tarihinden 31/12/2015 tarihine kadar işletmeye girmiş veya girecek YEK Destekleme Mekanizmasına tabi üretim lisansı sahipleri için, bu Kanuna ekli I sayılı Cetvelde yer alan fiyatlar, on yıl süre ile uygulanır. Ancak, arz güvenliği başta olmak üzere diğer gelişmeler doğrultusunda 31/12/2015 tarihinden sonra işletmeye girecek olan YEK Belgeli üretim tesisleri için bu Kanuna göre uygulanacak miktar, fiyat ve süreler ile kaynaklar Cetveldeki fiyatları geçmemek üzere, Bakanlar Kurulu tarafından belirlenir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üreten tesislerin lisanslarına derç edilecek yıllık üretim miktarı, bu tesislerin kaynağına göre mevcut kurulu gücü ile üretebileceği yıllık azami üretim miktarıdır. Bu maddenin yürürlüğe girdiği tarihte mevcut olan lisanslar da ilgililerin müracaatı ile üç ay içinde bu doğrultuda tadil edilir.

Bu Kanun kapsamındaki yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üreten ve bu madde hükmüne tabi olmak istemeyen tüzel kişiler, lisansları kapsamında serbest piyasada satış yapabilirler."

MADDE 4- 5346 sayılı Kanuna 6 ncı maddesinden sonra gelmek üzere aşağıdaki maddeler eklenmiştir.

"Muafiyetli üretim

MADDE 6/A- 4628 sayılı Kanunun 3 üncü maddesinin üçüncü fıkrası kapsamında kurulacak yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesisleri için başvuru yapılması, izin verilmesi, denetim yapılması ile teknik ve mali usul ve esaslar, Bakanlık, İçişleri Bakanlığı ve DSI'nin görüşleri alınarak

EPDK tarafından çıkartılacak bir yönetmelikle düzenlenir. Hidroelektrik üretim tesisleri için su kullanım hakkının verilmesine, DSI'nin ilgili taşra teşkilatının su rejimi açısından üretim tesisinin yapımında sakınca bulunmadığına ve bağlantının yapılacağı dağıtım şirketinden dağıtım sistemine bağlantı yapılabileceğine dair görüş alınmak kaydıyla, tesisin kurulacağı yerdeki il özel idareleri yetkilidir.

Bu madde kapsamında yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üreten gerçek ve tüzel kişiler; ihtiyaçlarının üzerinde ürettikleri elektrik enerjisini dağıtım sistemine vermeleri halinde, I sayılı Cetveldeki fiyatlardan on yıl süre ile faydalanabilir. Bu kapsamda dağıtım sistemine verilen elektrik enerjisinin perakende satış lisansını haiz ilgili dağıtım şirketi tarafından satın alınması zorunludur. İlgili şirketlerin bu madde gereğince satın aldıkları elektrik enerjisi, söz konusu dağıtım şirketlerce YEK Destekleme Mekanizması kapsamında üretilmiş ve sisteme verilmiş kabul edilir.”

“Yerli ürün kullanımı

MADDE 6/B- Lisans sahibi tüzel kişilerin bu Kanun kapsamındaki yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı ve 31/12/2015 tarihinden önce işletmeye giren üretim tesislerinde kullanılan mekanik ve/veya elektro-mekanik aksamın yurt içinde imal edilmiş olması halinde; bu tesislerde üretilerek iletim veya dağıtım sistemine verilen elektrik enerjisi için, I sayılı Cetvelde belirtilen fiyatlara, üretim tesisinin işletmeye giriş tarihinden itibaren beş yıl süreyle; bu Kanuna ekli II sayılı Cetvelde belirtilen fiyatlar ilave edilir.

II sayılı Cetvelde yer alan yurt içinde imalatın kapsamının tanımı, standartları, sertifikasyonu ve denetimi ile ilgili usul ve esaslar, Bakanlık tarafından çıkarılacak yönetmelikle düzenlenir.

31/12/2015 tarihinden sonra işletmeye girecek olan YEK Belgeli üretim tesisleri için yerli katkı ilavesine ilişkin usul ve esaslar, Bakanlığın teklifi üzerine Bakanlar Kurulu tarafından belirlenerek ilan edilir.”

“Diğer uygulamalar

MADDE 6/C- Bu Kanun kapsamındaki yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üretimi yapmak üzere lisans alan tüzel kişiler, lisanslarında belirlenen sahaların dışına çıkılmaması ve işletme anında sisteme verilen gücün lisanslarında belirtilen kurulu gücü aşmaması kaydıyla ek kapasite kurabilirler.

EPDK tarafından lisans başvuruları değerlendirilirken bağlantı görüşünün oluşturulması aşamasında, bu Kanun kapsamındaki yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesislerine öncelik tanınır.

***MADDE 5-** 5346 sayılı Kanunun 8 inci maddesinin üçüncü fıkrasının ilk cümlesi aşağıdaki şekilde değiştirilmiş, maddenin sonuna aşağıdaki fıkralar eklenmiştir.*

“Bu Kanunun yayımı tarihi itibariyle işletmede olanlar dâhil, 31/12/2015 tarihine kadar işletmeye girecek bu Kanun kapsamındaki yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesislerinden, ulaşım yollarından ve lisanslarında belirtilen sisteme bağlantı noktasına kadarki TEİAŞ ve dağıtım şirketlerine devredilecek olanlar da dâhil enerji nakil hatlarından yatırım ve işletme dönemlerinin ilk on yılında izin, kira, irtifak hakkı ve kullanma izni bedellerine yüzde seksenbeş indirim uygulanır.”

Yenilenebilir Enerji Kaynağına Dayalı Üretim Tesis Tipi	Uygulanacak Fiyatlar (ABD Doları cent/kWh)
a. Hidroelektrik üretim tesisi	7,3
b. Rüzgar enerjisine dayalı üretim tesisi	7,3
c. Jeotermal enerjisine dayalı üretim tesisi	10,5
d. Biyokütleyle dayalı üretim tesisi (çöp gazı dahil)	13,3
e. Güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	13,3

II Sayılı Cetvel

Tesis Tipi	Yurt İçinde Gerçekleşen İmalat	Yerli Katkı İlavesi (ABD Doları cent/kWh)
A- Hidroelektrik üretim tesisi	1- Türbin	1,3
	2- Jeneratör ve güç elektroniği	1,0
B- Rüzgar enerjisine dayalı üretim tesisi	1- Kanat	0,8
	2- Jeneratör ve güç elektroniği	1,0
	3- Türbin kulesi	0,6
	4- Rotor ve nasele gruplarındaki mekanik aksamın tamamı (Kanat grubu ile jeneratör ve güç elektroniği için yapılan ödemeler hariç.)	1,3
C- Fotovoltaik güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	1- PV panel entegrasyonu ve güneş yapısal mekaniği imalatı	0,8
	2- PV modülleri	1,3
	3- PV modülünü oluşturan hücreler	3,5
	4- İnvertör	0,6
	5- PV modülü üzerine güneş ışığını odaklayan malzeme	0,5
D- Yoğunlaştırılmış güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	1- Radyasyon toplama tüpü	2,4
	2- Yansıtıcı yüzey levhası	0,6
	3- Güneş takip sistemi	0,6
	4- Isı enerjisi depolama sisteminin mekanik aksamı	1,3
	5- Kulede güneş ışığını toplayarak buhar üretim sisteminin mekanik aksamı	2,4
	6- Stirling motoru	1,3
	7- Panel entegrasyonu ve güneş paneli yapısal mekaniği	0,6

<i>E- Biyokütle enerjisine dayalı üretim tesisi</i>	1- Akışkan yataklı buhar kazanı	0,8
	2- Sıvı veya gaz yakıtlı buhar kazanı	0,4
	3- Gazlaştırma ve gaz temizleme grubu	0,6
	4- Buhar veya gaz türbini	2,0
	5- İçten yanmalı motor veya stirling motoru	0,9
	6- Jeneratör ve güç elektroniği	0,5
	7- Kojenerasyon sistemi	0,4
<i>F- Jeotermal enerjisine dayalı üretim tesisi</i>	1- Buhar veya gaz türbini	1,3
	2- Jeneratör ve güç elektroniği	0,7
	3- Buhar enjektörü veya vakum kompresörü	0,7

Elektrik piyasası lisans yönetmeliği resmi gazete tarihi: 02.11.2013 resmi gazete sayısı: 28809

.....

Lisansa tabi faaliyetler

MADDE 6 – (1) Elektrik piyasasında elektrik enerjisinin;

- a) *Üretimi,*
 - b) *İletimi,*
 - c) *Dağıtımı,*
 - ç) *Toptan satışı,*
 - d) *Perakende satışı,*
 - e) *İthalatı,*
 - f) *İhracatı,*
 - g) *Piyasa işletimi,*
- faaliyeti için uygun bir lisans alınması zorunludur.*

Muafiyetler

MADDE 7 – (1) Aşağıdaki üretim tesislerinde yapılan üretim faaliyetleri, önlisans ile lisans alma ve şirket kurma yükümlülüğünden muaftır:

- a) *İmdat grupları ve iletim ya da dağıtım sistemiyle bağlantı tesis etmeden izole çalışan üretim tesisi.*
- b) *Kurulu gücü azami bir megavat veya Kanunun 14 üncü maddesi çerçevesinde Bakanlar Kurulu kararı ile belirlenmiş kurulu güç üst sınırına kadar olan yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesisi.*
- c) *Belediyelerin katı atık tesisleri ile arıtma tesisi çamurlarının bertarafında kullanılmak üzere kurulan elektrik üretim tesisi.*
- ç) *Mikrokojenerasyon tesisleri ile Bakanlıkça belirlenecek verimlilik değerini sağlayan kategorideki kojenerasyon tesisleri.*
- d) *Ürettiği enerjinin tamamını iletim veya dağıtım sistemine vermeden kullanan, üretimi ve tüketimi aynı ölçüm noktasında olan yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesisi.*

Elektrik piyasasında lisanssız elektrik üretimine ilişkin yönetmelik, resmi gazete tarihi: 02.10.2013 resmi gazete sayısı: 28783

BİRİNCİ BÖLÜM

Genel Hükümler

Amaç

MADDE 1 – (1) Bu Yönetmeliğin amacı elektrik piyasasında; 14/3/2013 tarihli ve 6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanununun 14 üncü maddesi kapsamında, tüketicilerin elektrik ihtiyaçlarının tüketim noktasına en yakın üretim tesislerinden karşılanması, arz güvenliğinin sağlanmasında küçük ölçekli üretim tesislerinin ülke ekonomisine kazandırılması ve etkin kullanımının sağlanması, elektrik şebekesinde meydana gelen kayıp miktarlarının düşürülmesi amacıyla lisans alma ile şirket kurma yükümlülüğü olmaksızın, elektrik enerjisi üretebilecek gerçek veya tüzel kişilere uygulanacak usul ve esasların belirlenmesidir.

Lisans alma ile şirket kurma muafiyeti

MADDE 5 – (1) Önlisans ve lisans alma ile şirket kurma yükümlülüğünden muaf olarak kurulabilecek üretim tesisleri şunlardır:

- a) İmdat grupları,
- b) İletim ya da dağıtım sistemiyle bağlantı tesis etmeden izole çalışan üretim tesisleri,
- c) Kurulu gücü bir megavat veya Kanunun 14 üncü maddesi çerçevesinde Bakanlar Kurulu kararı ile belirlenmiş kurulu güç üst sınırına kadar olan yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesisleri,
- ç) Ürettiği enerjinin tamamını iletim veya dağıtım sistemine vermeden kullanan, üretimi ve tüketimi aynı ölçüm noktasında olan, yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesisleri,
- d) Bakanlıkça belirlenecek verimlilik değerini sağlayan kategorideki kojenerasyon tesisleri,

.....

(6) Birinci fıkranın (a), (b), (ç), (d), (f) ve (g) bentleri kapsamında yer alan üretim tesisleri için kurulu güç üst sınırı uygulanmaz.

.....

İKİNCİ BÖLÜM

Bağlantı ve Sistem Kullanımına İlişkin Hükümler

.....

Bağlantı esasları

MADDE 6 – (1) Bu Yönetmelik kapsamına giren üretim tesisleri, dördüncü fıkra kapsamında belirtilen istisnalar dışında, dağıtım sistemine bağlanır. İlgili Şebeke İşletmecisi, üretim tesisinin teknik özelliklerine ve bağlantı noktası itibarıyla dağıtım sisteminin mevcut kapasitesine göre üretim tesisini YG veya AG seviyesinden dağıtım sistemine bağlayabilir. Bağlantı başvurusu talebi, ancak İlgili Mevzuat ve İlgili Teknik Mevzuat hükümleri kapsamında reddedilebilir.

.....

(8) (Ek:RG-23/3/2016-29662) Üretim tesisinin bağlanacağı mevcut şebekeye olan uzaklığı;

- a) Kurulu gücü azami 0,499 MW olan tesisler için kuş uçuşu mesafesi beş kilometreden, projelendirmeye esas mesafesi ise altı kilometreden,
- b) Kurulu gücü 0,5 MW'dan 1 MW'a kadar olan tesisler için kuş uçuşu mesafesi on kilometreden, projelendirmeye esas mesafesi on iki kilometreden, fazla olamaz.

.....

Bağlantı başvurusu

MADDE 7

.....

(7) (Ek:RG-23/3/2016-29662) Avrupa Birliği Katılım Öncesi Yardım Aracı bileşenlerine dahil hibe programları kapsamında; yenilenebilir enerji kaynağına dayalı, sadece kendi elektrik enerjisi ihtiyacını karşılamak üzere bağlantı sözleşme gücünü geçmeyecek şekilde;

a) Tarım ve kırsal kalkınma amaçlı kurulu gücü azami 300 kW olan üretim tesisi ile tüketim tesisinin aynı bağlantı noktasında olduğu projeler,

b) Köy İdareleri, Belediyeler, İl Özel İdareleri, Tarıma Dayalı İhtisas Organize Sanayi Bölgeleri, 26/5/2005 tarihli ve 5355 sayılı Mahallî İdare Birlikleri Kanunu ve 18/4/1972 tarihli ve 1581 sayılı Tarım Kredi Kooperatifleri ve Birlikleri Kanunu kapsamında kurulan birlikler ve kooperatifler tarafından geliştirilen projeler,

sekizinci fıkra tahsis edilen kapasite kapsamında değerlendirilir. Bu fıkra kapsamında kapasite tahsisi yapılacak başvuru sahipleri, ilgili Şebeke İşletmecisine Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu veya ilgili diğer kurum ve kuruluşların merkez teşkilatı tarafından verilen Avrupa Birliği Katılım Öncesi Yardım Aracı bileşenlerine dahil hibe programları kapsamında hibeden yararlanılacağına dair belgeyi ilgili Şebeke İşletmecisine sunar. Söz konusu başvuru sahibine, mevzuatta yer alan başvuruya ilişkin yükümlülüklerin de yerine getirilmesi halinde ilgili Şebeke İşletmecisi tarafından Bağlantı Anlaşması Çağrı Mektubu verilir. Bu fıkra kapsamında kapasite tahsisi yapılacak başvurular için ilgili Şebeke İşletmecisi ile Bağlantı Anlaşması imzalanır. Söz konusu hibe programları kapsamında hibeden yararlanılmaya hak kazanıldığına dair sözleşme, Bağlantı Anlaşmasının imzalanmasını müteakiben otuz gün içerisinde başvuru sahibi tarafından ilgili Şebeke İşletmecisine sunulur, ilgili belgenin sunulmaması halinde Bağlantı Anlaşması iptal edilir.

(8) (Ek:RG-23/3/2016-29662) Altıncı fıkra kapsamında kurulu gücü azami 10 kW'a kadar olan üretim tesisleri ve yedinci fıkra kapsamında kurulacak üretim tesisleri için münhasıran, TEİAŞ tarafından her bir trafo merkezi için 5 MW bağlantı kapasitesi tahsis edilir. Tahsis edilen kapasitenin tamamlanması halinde, ilgili Şebeke İşletmecisince ilave kapasite için TEİAŞ görüşü alınır ve ilgili Şebeke İşletmecisince bu görüş çerçevesinde işlem tesis edilir. Yedinci fıkranın (a) bendi kapsamında kurulacak üretim tesisleri için her bir trafo merkezinde toplam 1 MW kapasite tahsis edilir.

.....

İhtiyaç fazlası enerjinin satın alınması

MADDE 18 – (1) 5 inci maddenin birinci fıkrasının (c), (f) ve (g) bentleri kapsamında yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı olarak gerçek veya tüzel kişiler tarafından kurulan ve işletilen;

a) Tüketim tesisi ile aynı yerde kurulu üretim tesisinde ya da tesislerinde üretilerek her fatura döneminde Şebekeye verilen net elektrik enerjisi ile,

b) Tüketim tesisi ile aynı yerde kurulu olmayan üretim tesisinde ya da tesislerinde üretilerek Şebekeye verilen elektrik enerjisinden ilgili tüketim tesisinde, her fatura dönemi için tüketilemeyen net elektrik enerjisi miktarı,

ihtiyaç fazlası elektrik enerjisi olarak görevli tedarik şirketi tarafından YEK Kanununa ekli I sayılı Cetvelde kaynak bazında belirlenen fiyattan, YEKDEM kapsamında değerlendirilmek üzere, on yıl süreyle satın alınır. Bu süre ilgili üretim tesisinin 10 uncu maddenin dördüncü fıkrası çerçevesinde Şebekeye enerji vermeye başladığı tarihten itibaren hesaplanır.

.....

(3) 5 inci maddenin birinci fıkrasının (ç) ve (d) bentleri kapsamında kurulan üretim tesislerinden Şebekeye enerji verilmesi halinde, söz konusu enerji miktarı ilgili Mevzuat uyarınca, YEKDEM kapsamında değerlendirilir. Ancak bu enerjinin görevli tedarik şirketi tarafından üretilerek sisteme verilmiş olduğu kabul edilir ve bu enerji ile ilgili olarak piyasa işletmecisi ve görevli tedarik şirketi tarafından herhangi bir ödeme yapılmaz.

.....

Yerli ürün kullanımının desteklenmesi

MADDE 21 – (1) Görevli tedarik şirketleri 18 inci maddenin birinci fıkrası kapsamında satın almakla yükümlü oldukları enerji miktarı için her bir üreticiye her bir fatura döneminde yapacağı yerli ürün kullanımını destekleme bedelini, 17 nci maddenin üçüncü fıkrasına göre belirlenen ihtiyaç fazlası üretim miktarını YEK Kanununa ekli II sayılı Cetvelde belirlenen fiyatlardan yararlanarak Bakanlıkça YEK Kanununun 6/B maddesi uyarınca çıkarılan yönetmeliğe göre hesaplanmış destek fiyatıyla çarparak belirler.

(2) Bir tüketim tesisi için yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı birden fazla üretim tesisi kurulması halinde yerli ürün kullanım desteği, her bir üretim tesisinden sisteme verilen ihtiyaç fazlası enerji için birinci fıkra hükümleri ayrı ayrı uygulanarak bulunur.

(3) Bu Yönetmelik kapsamında kurulan üretim tesisleri birinci veya ikinci fıkra kapsamındaki desteklerden tesisin geçici kabulünün yapıldığı tarihten itibaren beş yıl süreyle yararlanabilir.

Elektrik piyasasında lisanssız elektrik üretimine ilişkin yönetmeliğin uygulanmasına dair tebliğ, resmi gazete tarihi: 02.10.201, resmi gazete sayısı: 28783

BİRİNCİ BÖLÜM

Muafiyetler

MADDE 4 – (1) Önlisans ve lisans alma ile şirket kurma yükümlülüğünden muaf olarak kurulabilecek üretim tesisleri şunlardır:

- a) İmdat grupları,
- b) İletim ya da dağıtım sistemiyle bağlantı tesis etmeden, izole çalışan üretim tesisleri,
- c) Kurulu gücü bir megavat veya Kanunun 14 üncü maddesi çerçevesinde Bakanlar Kurulu kararı ile belirlenmiş kurulu güç üst sınırına kadar olan yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesisleri,
- ç) Ürettiği enerjinin tamamını iletim veya dağıtım sistemine vermeden kullanan, üretimi ve tüketimi aynı ölçüm noktasında olan, yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesisleri,
- d) Bakanlıkça belirlenecek verimlilik değerini sağlayan kategorideki kojenerasyon tesisleri,
- e) Mikrokojenerasyon tesisleri,
- f) Belediyelerin katı atık tesisleri ile arıtma tesisi çamurlarının bertarafında kullanılmak üzere kurulan üretim tesisleri,
- g) Sermayesinin yarısından fazlası doğrudan veya dolaylı olarak belediyeye ait olan tüzel kişilerce, belediyeler tarafından işletilen su isale hatları ile atık su isale hatları üzerinde teknik imkanın olması ve DSİ tarafından uygun bulunması halinde kurulan üretim tesisleri.

.....

(15) (Değişik fıkra:RG-23/3/2016-29662)TEİAŞ; bu Tebliğin yayımı tarihinden itibaren Yönetmelik ve bu Tebliğ kapsamında 4 üncü maddenin birinci fıkrasının (c) bendi çerçevesinde kurulacak kurulu gücü 1000 kWe'a kadar olan tesisler için, üretim tesislerinin bağlanacağı TEİAŞ'a ait her bir trafo merkezi için toplam bağlanabilir üretim tesisi gücünü belirleyerek ilgili dağıtım şirketi veya OSB dağıtım lisansı sahibi tüzel kişiye bildirir. Kurulu gücü 1000 kWe'den büyük olan kojenerasyon tesisleri ve 4 üncü maddenin birinci fıkrasının (ç), (d), (f) ve (g) bentleri kapsamında kurulacak üretim tesisleri için nihai karar, arıza akım limiti konusunda TEİAŞ'tan alınacak görüş sonucunda başvuru sahibine yazılı olarak bildirilir. TEİAŞ ilgili talebe ilişkin görüşünü, talebin kendisine geliş tarihinden itibaren bir ay içinde sonuçlandırır.

.....

Uzaktan izleme ve kontrol sistemi

MADDE 14 – (1) Kurulu gücü 50 kWe'tan büyük üretim tesisleri uzaktan izleme ve kontrol sisteminin kurulması için uygun olmalıdır.

.....

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

Ticari Hükümler

Enerjinin tüketimine ilişkin esaslar

MADDE 19 – (1) Yönetmelik ve bu Tebliğ kapsamında elektrik enerjisi üretim tesisi kuracak kişilerin kendi ihtiyaçlarını karşılamak için üretim yapmaları esastır.

(2) Yönetmelik ve bu Tebliğ kapsamında elektrik enerjisi üretim tesisi kuracak kişilerden;

a) Bu Tebliğin 4 üncü maddesinin birinci fıkrasının (e) bendi kapsamı ile aynı fıkranın (f) bendi çerçevesinde yenilenebilir enerji kaynakları dışında kalan diğer kaynaklara dayalı üretim tesisi kuran kişilerin

tükettikleri kadar enerjiyi üretmeleri esastır. Bu tesislerden sisteme verilen ancak üretim yapan kişiler tarafından **tüketilmeyen/tüketilemeyen enerjinin birim kWh miktarı için YEK Kanununa ekli I sayılı Cetvelde belirlenen en düşük teşvik bedeli karşılığı destek ödemesi yapılır.**

b) Bu Tebliğin 4 üncü maddesinin birinci fıkrasının (c) ve (g) bentleri ile aynı fıkranın (f) bendi kapsamında yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesisi kuran kişilerin tükettikleri kadar enerjiyi üretmeleri esastır. Yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı elektrik üretim tesislerinde üretilerek sisteme verilen ancak üretim yapan kişiler tarafından **tüketilmeyen/tüketilemeyen enerjinin birim kWh miktarı için YEK Kanununa ekli I sayılı Cetvel de kaynak bazında belirlenen teşvik bedeli karşılığı destek ödemesi yapılır.**

Yukarıda a ve b maddelerinde fark oldukça önemlidir. Madde a'da tarif edilen tesisler için tüketim fazlası, tarifenin en düşük değerinden yani 7.3 USD Cent üzerinden alınırken, madde b'de tarif edilen tesisler için tüketim fazlası kendi sınıfında yani biyogaz tesisleri için 13,3 USD Cent üzerinden satılabilecektir. Bu fizibilitesi çalışılan biyogaz tesisinin 1 MW_e sınırını aşmaması için yeterli bir sebeptir.

(3) Yönetmelik ve bu Tebliğ kapsamında üretim tesisi kuran kişiler üretim tesisi ile aynı yerde bulunan tüketim tesisinde tüketemedikleri enerji miktarını uhdelindeki, üretim tesisi ile aynı yerde bulunmayan tüketim tesisinde ya da tesislerinde tüketebilirler. Bu durumdaki kişiler üretim tesisi ile aynı yerde bulunmayan ancak uhdelindeki tüketim tesislerinde tükettikleri enerji miktarı için ayrıca sistem kullanım bedeli de öderler.

YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARINDAN ELEKTRİK ENERJİSİ ÜRETMEN TESİSLERDE KULLANILAN AKSAMIN YURT İÇİNDE İMALATI HAKKINDA YÖNETMELİK, 19.06.2011 Resmi Gazete Sayısı: 27969

BİRİNCİ BÖLÜM

Amaç, Kapsam, Dayanak ve Tanımlar

Amaç ve kapsam

MADDE 1 – (1) (Değişik:RG-26/7/2012-28365)

Bu Yönetmeliğin amacı; yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üreten tesislerde kullanılan ve bütünleştirici parçaları ile birlikte yurt içinde imal edilen aksamın ve bütünleştirici parçaların, 10/5/2005 tarihli ve 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanunun ekinde yer alan II sayılı Cetvele göre ilave fiyatının belirlenmesi, belgelendirilmesi ve denetlenmesi ile ilgili usul ve esasların belirlenmesidir.

.....

Tanımlar

MADDE 3 – (1) Bu Yönetmelikte geçen;

a) (Değişik:RG-26/7/2012-28365) Yerli Aksam: Bu Yönetmeliğin ekinde yer alan "EK-1 Yurt İçinde İmal Edilen Aksam ve Bütünleştirici Parçalar Listesinde açıklanan bütünleştirici parçalarının yerli aksam oranları bazında en az %55'i yurt içi katma değerle üretilen aksamı,

.....

EK-1

YURT İÇİNDE İMAL EDİLEN AKSAM VE BÜTÜNLEŞTİRİCİ PARÇALAR LİSTESİ

Tesis Tipi	Yurt İçinde İmal Edilen Aksam	Bütünleştirici Parçalar	Yerli Aksam Oranı %
------------	-------------------------------	-------------------------	---------------------

A- Hidroelektrik üretim tesisi	1. Türbin	Santral binasındaki giriş vanalarından geçen suyun kinetik enerjisini, bir çarka bağlı güç iletim elemanları üzerinden kontrollü bir şekilde mekanik enerjiye çeviren ve salyangoz, türbin ayar kanatları, ayar kanatları ayarlama çemberi, ayar kanatlarını açma-kapama motorları, türbin çarkı, türbin şaftı ve türbin emme borusundan oluşan makine grubu	
		Salyangoz veya türbin muhafaza gövdesi ve dağıtıcı boru: Tahrik suyunu türbin çarkının çevresine eşit basınç ve eşit hızlarla dağıtmak	15
		Türbin Çarkı ve varsa Türbin Mili Suyun hidrolik akım enerjisini mekanik enerjiye çeviren döner (dinamik) hidrolik makineler ile su kuvvetinin türbin çarkında meydana getirdiği döndürme momentini, generatör rotoruna nakletme görevini yaparlar.	35
		Ayar kanatları veya nozul: Salyangoz içinde, sabit kanatlar ile türbin çarkı arasında olup salyangozun alt ve üst kısımlarından sızdırmazlık sağlanarak yataklanmış olan ve salyangozdan türbine gelen suyun yolunu açıp kapamaya yarayan hareketli kanatlardır. Nozul ise cebri boru vasıtasıyla yüksek basınç ve düşük hız altında türbine iletilmiş suyun basıncını atmosfer basıncına incek şekilde su hızının yükselmesini temin edecek, su püskürtmesi meydana getirmek ve bu püskürtmenin türbin çarkına pürüzsüz, türbülanssız ve dairesel şekilde yönlendirilmiş olmasını sağlayan sistemdir.	20
		Servomotor ve varsa ayar çemberi: Ayar çemberi/nozul mili vasıtasıyla türbin ayar kanatlarını/nozulu açıp kapatabilmek ve ayar kanatları veya nozul açık iken regülasyon işlemini yapabilmek için hidrolik bir kuvvet uygulayan sistemdir. Türbin için gerekli olan su debisinin miktarını ayar kanatları ile ayarlar ve aynı zamanda kapama (vana) görevini de yerine getirir.	10
		Governor (Hız regülâtörü): Türbinin gücü ne olursa olsun, devir sayısını istenilen ölçülerde sabit tutma işlemi hız regülâtörlerinin ana görevidir.	10
		Emme borusu veya zemine bağlantı elemanları: Çarktan iş görerek çıkan suyun yön değiştirerek nehir yatağına çıktığı çelik saç ve/veya betonarme bir yapıya sahip olan türbin teçhizatının parçası veya türbin muhafaza gövdesini beton zemine sabitlemek için kullanılan bağlantı elemanlarıdır.	10
	2. Hidrojeneratör ve Kontrol Sistemi	Hidrojeneratör: Türbin milinden alınan mekanik enerjiyi stator ve rotor ekipmanları yardımıyla elektrik enerjisine dönüştüren donanım.	70
		Kontrol Sistemi: Hidroelektrik santrallerde kontrol-kumanda, ölçme ve koruma sistemi için kullanılan yazılım ve donanım.	30
B-Rüzgâr enerjisine	1. Kanat	Kanat ve rotor göbeği bağlantı elemanları	100

dayalı üretim tesisi	2.Jeneratör ve Güç Elektroniği	Jeneratör: Rotor milinden alınan mekanik enerjiyi stator ve rotor ekipmanları yardımıyla elektrik enerjisine dönüştüren donanım.	55
		Güç elektroniği: Jeneratörlerden üretilen elektrik enerjisinin; izlenmesi, kontrol edilmesi ve bağlantı noktasının elektriksel karakteristikleri ile uyumlu hale getirilmesinde kullanılan yazılım ve donanım.	45
	3.Türbin kulesi	1 - Rotor ve Nasel gruplarındaki mekanik aksamı taşıyan kule	80
		2- Kule-Nasel ve Kule-Zemin bağlantı elemanları	20
	4- Rotor ve Nasel Gruplarındaki Mekanik Aksamın Tamamı (Kanat grubu ile jeneratör ve güç elektroniği için yapılan ödemeler hariç)	1. Rotor göbeği	20
		2. Nasel kabini	5
		3. Kanat yönlendirme mekanizması (motor, motor freni, dişli sistemi ve yatakları)	10
		4. Nasel yönlendirme mekanizması (motor, motor freni, dişli sistemi ve yatakları)	10
		5. Rotor ana mili	10
		6. Rotor ana mil yatağı ve yatak bloğu ile kavrama elemanları	10
		7. Nasel grubundaki mekanik ve elektro-mekanik aksamı taşıyan sistem (şase)	5
		8. Mekanik ve aerodinamik fren diskleri ve hidrolik kontrol sistemleri	5
		9. Dişli kutulu veya dişli kutusuz hız dönüştürücüsü elemanları	25
C- Fotovoltaik güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	1-PV panel entegrasyonu ve güneş yapısal mekaniği imalatı	PV panellerinin yerleştirildiği sabit veya güneşi takip eden platform, bu platformun zemin ile bağlantısını sağlayan taşıyıcı yapı ve bu yapıya ait her türlü bağlantı elemanlarının imalatı	
		1. Taşıyıcı yapı (Mekanik bağlantı elemanları, destek temeli, takipli veya takipsiz destek yapısı, kablo kanalları).	55
		2. Elektriksel bağlantılar (Kablo, kablo bağlantı kutuları, sistem koruma devreleri).	45
	2-PV modülleri	Çevresel etkilere karşı dayanıklı bir yüzeye monte edilen ince film, organik veya kristal yapılı PV hücresi veya CPV hücresini içeren yapı.	
		2.1. Kristal esaslı PV modüller	
		2.1.1. Cam	20
		2.1.2. Çerçeve	15
		2.1.3. Hücre Koruyucu Sarma/Kaplama Malzemesi (Enkapsulant)	20
		2.1.4. Alt koruyucu Tabaka (Back Sheet)	20
		2.1.5. Kablo bağlantı Kutusu (junction box)	20
		2.1.6. Akım Taşıyıcı İletken Şerit	5
		2.2. Odaklayıcı PV modüller	
		2.2.1. Hücreleri bir arada tutan yapı	35
		2.2.2. Çerçeve	15
		2.2.3. Soğutucu ünite	50

C- Fotovoltaik güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	3-PV modülünü oluşturan hücreler	<i>Üzerine gelen veya yansıtıcı yüzey levhaları tarafından odaklanan güneş ışınlarını doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren en temel fotovoltaik ünite</i>	
		3.1. Kristal esaslı PV hücreler	
		3.1.1. Saflaştırılmış silisyum	25
		3.1.2. Kütük (ingot)	15
		3.1.3. Dilimlenmiş külçeler (wafer)	30
		3.1.4. Hücre	30
		3.2. İnce film esaslı PV hücreler	
		3.2.1. İnce film malzemesi	15
		3.2.2. İnce film malzemeyi taşıyan altlık (cam, vb.)	20
		3.2.3. İnce film hücre	65
		3.3. Odaklayıcı PV hücreler (Çok katmanlı PV eleman)	100
	4. İnvvertör	Bir enerji kaynağından üretilen doğru akımın, bağlantı noktasının gerilim ile frekans değerleriyle uyumlu olacak şekilde alternatif akıma dönüştürülmesini sağlayan güç elektroniği ünitesi.	100
	5- PV modülü üzerine güneş ışınını odaklayan malzeme	Güneş ışınlarını, PV modülü üzerinde bulunan bir veya birden fazla sayıdaki PV hücresi üzerine yoğunlaştıran yansıtıcı veya odaklayıcı özellikli optik malzeme.	100
D- Yoğunlaştırılmış güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	1- Radyasyon toplama tüpü	<i>İçerisinden ısı transferi akışkanı geçen ve ısı iletkenlik ile emicilik değerleri yüksek olan bir boru ve bu boruyu çevreleyen yüksek radyasyon geçirgenliğine sahip vakumlanmış cam tüp.</i>	
		1. Cam tüp	35
		2. Vakum contası	15
		3. Seçici yüzeyli boru	50
	2- Yansıtıcı yüzey levhası	Güneş ışınlarını, yüksek yansıtıcı özelliğine sahip ve farklı geometrik şekillerde imal edilmiş bir optik yüzey tarafından merkezi bir alıcı veya doğrusal bir hat üzerine yansıtan levha	100
	3- Güneş takip sistemi	<i>Yansıtıcı yüzey levhalarının bir veya birden fazla ekseninde güneşi takip etmesini sağlayan elektro-mekanik aksam</i>	
		1. Güneş takibini sağlayan hidrolik pompaları veya elektrik motorları	50
		2. Yazılım ve yazılıma bağlı donanım	35
		3. Elektriksel donanım	15
	4- Isı enerjisi depolama sisteminin mekanik aksamı	<i>Yoğunlaştırılmış güneş enerjisine dayalı elektrik üretim tesisinden elde edilen ihtiyaç fazlası ısı enerjisinin depolanması</i>	
		1. Isı depolama tankları	55
		2. Sirkülasyon pompaları, tank bağlantı boruları, vanalar ve ısı değiştirici üniteleri	45
	5- Kulede güneş ışınını toplayarak buhar üretim	<i>Güneş radyasyonunun yansıtıcı yüzey levhaları tarafından bir kule üzerindeki merkezi bir toplayıcıya odaklanması</i>	
		1. Merkezi radyasyon alıcısı (reciever)	55

	sisteminin mekanik aksamı	2. Buhar ısı eşanjörleri, sirkülasyon pompaları, ısı transfer akışkanı iletim boruları	45
D- Yoğunlaştırılmış güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	6- Stirling motoru	Güneş radyasyonunun yansıtıcı yüzey levhaları tarafından bir kule üzerindeki merkezi bir toplayıcıya odaklanması	
		1. Toplayıcı	35
		2. Motor	40
		3. Alternatör	15
		4. Soğutma ünitesi	10
	7- Panel entegrasyonu ve güneş paneli yapısal mekaniği	Panel entegrasyonu: Güneşi takip eden bir platform üzerine monte edilmiş yansıtıcı yüzey levhaları ile radyasyon toplama tüplerinin birbirlerine elektriksel ve mekanik olarak bağlanması Güneş paneli yapısal mekaniği: Güneş radyasyonunun doğrusal bir hat üzerine yansıtılması prensibine göre elektrik üreten tesislerde yansıtıcı yüzey levhaları ile radyasyon toplama tüplerinin, merkezi odaklayıcı sistemlerde (kule ve çanak gibi) ise yansıtıcı yüzey levhalarının monte edildiği bir platform, bu platformun zemin ile bağlantısını sağlayan taşıyıcı yapı ve bu yapıya ait her türlü bağlantı elemanları	
		1. Yansıtıcı levhaları taşıyan platform	55
		2. Taşıyıcı platformun yansıtıcı yüzey ile zemin arasındaki her türlü bağlantısını sağlayan elemanlar	45
E- Biyokütle enerjisine dayalı üretim tesisi	1- Akışkan Yataklı Buhar Kazanı	Akışkan yataklı biyokütle yakma teknolojilerinin kullanıldığı buhar üretim sistemi	
		1. Hammadde hazırlama ünitesi	15
		2. Yanma reaktörü	35
		3. Buhar Kazanı	25
		4. Gaz temizleme sistemi	25
	2-Sıvı veya Gaz Yakıtlı Buhar Kazanı	Sıvı veya gaz formundaki biyoyakıtların yanma ısısının kullanılması sonucu buhar üreten ünite ve bileşenleri	
		1. Buhar kazanı	40
		2. Brülör	35
		3. Pompa	20
		4. Isı ve kazan kontrol paneli	5
	3- Gazlaştırma ve Gaz Temizleme Grubu	Gazlaştırma grubu: Biyokütle kaynaklarına sınırlı miktarda oksijen, hava, hava-su buharı karışımı veya zenginleştirilmiş oksijen içerikli hava verilerek yanabilen gaz bileşimlerinin elde edildiği ünite ve bileşenleri	
		Gaz temizleme grubu: Gazlaştırma grubunda üretilen yanabilen gaz bileşiminin içerisindeki kirleticilerin fiziksel, kimyasal veya termal işlemlerle bertaraf edilerek buhar kazanları veya gaz türbinleri için kullanılabilir hale getiren ünite ve bileşenleri	

		3.1 Hammadde hazırlama ünitesi	20
		3.2 Gazlaştırma reaktörü	35
		3.3 Gaz temizleme ünitesi	20
		3.4 Gaz yakma ünitesi	25
E- Biyokütle enerjisine dayalı üretim tesisi	4- Buhar veya Gaz Türbini	<i>Biyokütle gazlaştırma grubunda üretilen temizlenmiş gaz bileşimi veya akışkan yataklı biyokütle yakma tesislerinde elde edilen ısı enerjisi ile üretilen buharı kullanarak elektrik üreten türbinler</i>	
		4.1 Buhar türbini	
		4.1.1. Türbin	55
		4.1.2. Yağlama sistemi	15
		4.1.3. Hız kontrol sistemi	15
		4.1.4. Yoğuşma Sistemi	15
		4.2 Gaz türbini	
		4.2.1. Türbin	55
		4.2.2. Yağlama sistemi	15
		4.2.3. Hız kontrol sistemi	15
		4.2.4. Egzoz sistemi	15
	5- İçten yanmalı motor veya stirling motoru	5.1 İçten yanmalı motor: <i>Biyokütle kaynağından üretilen sentetik gaz ile çalışabilen motor</i>	
		5.1.1. Motor	55
		5.1.2. Yakıt sistemi	15
		5.1.3. Egzoz sistemi	15
		5.1.4. Soğutma Sistemi	15
		5.2 Stirling motoru: <i>Yalıtılmış bir silindir içerisinde bulunan bir miktar çalışma gazının biyokütle kaynağından üretilen sentetik gaz ile ısıtılması, ısınan gazların genleşmesi ve soğutulması yöntemine göre elektrik üreten ısı motoru</i>	
		5.2.1. Motor	55
		5.2.2. Alternatör	25
		5.2.3. Soğutma sistemi	20
	6. Jeneratör ve Güç Elektroniği	Jeneratör: <i>Türbin milinden alınan mekanik enerjiyi stator ve rotor ekipmanları yardımıyla elektrik enerjisine dönüştüren donanım.</i>	55
		Güç elektroniği:	45

F- Jeotermal enerjisine dayalı üretim tesisi		Jeneratörlerden üretilen elektrik enerjisinin; izlenmesi, kontrol edilmesi ve bağlantı noktasının elektriksel karakteristikleri ile uyumlu hale getirilmesinde kullanılan yazılım ve donanım.	
	7- Kojenerasyon Sistemi	Isı, elektrik ve/veya mekanik enerjiyi eş zamanlı olarak aynı üniteye üreten sistem	
		7.1 Atık ısı geri kazanımı sistemi	35
		7.2 Otomasyon sistemi	35
		7.3 Kompansatör ekipmanları	30
	1- Buhar veya Gaz Türbini	Yerkabuğunun derinliklerinde birikmiş olarak bulunan sıcak su, ıslak buhar veya kuru buhar halindeki akışkanın taşıdığı enerji ile elektrik üreten üniteler	
		4.1 Buhar türbini	
		4.1.1. Türbin	55
		4.1.2. Yağlama sistemi	15
		4.1.3. Hız kontrol sistemi	15
		4.1.4. Yoğuşma sistemi	15
		4.2 Gaz türbini	
		4.2.1. Türbin	55
		4.2.2. Yağlama sistemi	15
		4.2.3. Hız kontrol sistemi	15
		4.2.4. Egzoz sistemi	15
	2. Jeneratör ve Güç Elektroniği	Jeneratör: Türbin milinden alınan mekanik enerjiyi stator ve rotor ekipmanları yardımıyla elektrik enerjisine dönüştüren donanım.	55
		Güç elektroniği: Jeneratörlerden üretilen elektrik enerjisinin; izlenmesi, kontrol edilmesi ve bağlantı noktasının elektriksel karakteristikleri ile uyumlu hale getirilmesinde kullanılan yazılım ve donanım.	45
	3- Buhar enjektörü veya vakum kompresörü	Buhar enjektörü: Jeotermal kaynaklara dayalı üretim tesisinde kullanılan akışkanların bünyesinde bulunabilen düşük oranlardaki yoğuşmayan gazların sistemden uzaklaştırılmasında kullanılan ve venturi prensibine göre çalışan gaz alma sistemleri Veya Vakum kompresörü: Jeotermal kaynaklara dayalı üretim tesisinde kullanılan akışkanların bünyesinde bulunabilen yüksek oranlardaki yoğuşmayan gazların sistemden uzaklaştırılmasında kullanılan gaz alma sistemleri	100

(Değişik:RG-26/7/2012-28365)

5.3 Mevzuat Taraması Sonuçları

5.3.1 Bina enerji performansı ile ilgili

Ekolojik yerleşim modeli fizibilitesi çalışması çerçevesinde yerleşim içinde bulunacak evlerin ısıtma, sıcak su ve pişirme ihtiyaçlarının karşılanması hedeflenmektedir. Bu fizibilite çalışmasının sadece Kars'da değil Türkiye'nin diğer illerinde de yol gösterici olması arzulanmaktadır. Mevzuat taraması bu amaç akılda tutularak yapılmış; mekan ısıtma ve sıhhi sıcak su üretimi için gerekli enerji ihtiyacının hesaplanması konuları ağırlıklı olarak incelenmiştir. İnceleme sırasında detay mühendislik projesi sırasında kullanılacak bilgiler ve belirli bir eve ya da bölgeye ait bilgilerden ziyade projenin teknik ve ekonomik fizibilitesini etkileyebilecek ve Türkiye'nin her bölgesine uygulanabilecek bilgilere odaklanılmıştır.

Bu çerçevede; binaların ısıtma ihtiyacı yüklerinin hesaplanmasında bina zarfından ısı transfer ve havalandırma yolu ile meydana gelen kayıpların dikkate alınmasının iç kazanımların ve güneş ışınları ile meydana gelen kayıpların dikkate alınmamasının yeterli olacağını söyleyebiliriz. Yapılan hesaplar sonucunda bulunan değerler mevzuat'da belirtilen minimum değerler ile karşılaştırılacaktır.

Sıhhi sıcak su üretimi için incelenen standartlarda salık verildiği gibi ulusal şartlara göre hesaplamaların yapılması için Makine Mühendisleri Odasının konu üzerine yaptığı yayınlar kullanılacaktır.

Kojenerasyon ünitesinin mekan ısıtma, sıhhi sıcak su üretimi ve biyogaz tesisi çürütücülerinin ısıtılması için gerekli baz yükü karşılayacak şekilde seçilmesi, pik yüklerin ise ek bir boyler ile karşılanması mevzuat taraması sırasında uygun çözüm olarak ortaya çıkmaktadır. Elbette bu çözümün uygulanabilirliği pik yükler için kullanılacak boylerde yakılacak yakıtın sağlanabilirliği ve maliyeti ile de ilgilidir.

Mevzuat çerçevesinde önerilen bazı değerler ve yöntemler, uygulanabilir olmaması sebebiyle güvenli tarafta kalmak kaydı ile farklı değerler ve yöntemler ile değiştirilecektir. Örneğin, soğuk su tasarım sıcaklığı için önerilen 10°C'lik değer Kars şartları için yüksek bir değerdir. Bunun yerine Kars şartları için 3 veya 4 °C'lik bir değer alınması daha gerçekçi olacaktır. Benzer şekilde Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından sağlanan iklim datası içinde 2 günlük ortalama en düşük sıcaklıklar yoktur. Bunun yerine son yıllardaki en düşük yıllık ısıtma Gün Dereceleri kullanılabilir. Teknik fizibilite çerçevesinde bu yöntemle hesaplanan yıllık tasarım ısıtma enerjisi ihtiyacı uygun olacaktır. Ya da bunun yerine tarihsel olarak en düşük hava sıcaklıkları kullanılabilir ancak bu tasarım değerlerinin maliyet aleyhinde yüksek seçilmesine sebep olabilir.

5.3.2 Çevre ve İş güvenliği ile ilgili

Konuyla ilgili Çevre ve İş Güvenliği mevzuatı oldukça kapsamlıdır. Tesisin yapım, devreye alınma ve işletilmesi sırasında alınması gerekli izinler, lisanslar ve geçilmesi gereken testler ve denetimler vardır. Tesisin mevzuata uygun olarak işletilmesini garanti altına almak için Çevre ve İş güvenliği firmalarından sürekli hizmet alınması yerinde olacaktır.

5.3.3 Yenilenebilir enerji ile ilgili

Büyükbaş hayvan atıkları ve silaj biyokütle sınıfına girer. Bunlardan elde edilecek elektrik enerjisi bölge elektrik dağıtım firmasının kabul edeceği noktadan şebekeye 0,133 USD/kWh, 10 senelik fiyat garantisi ile satılabilir.

Jeneratör, güç elektroniği, kojenerasyon ve olası diğer üniteler yerli aksam oranları yüksek seçilerek ya da imal ettirilerek, üretilen kWh başına ek teşvik alınabilir. Bu donanım seçilirken teşvikli fiyatlardan yararlanabilmek için tabloda belirtilen yerlilik oranlarının en düşük %55 oranında tutturulması gereklidir. Bu ek teşvikler 5 sene için geçerlidir. Fizibilite çalışması çerçevesinde, bu detayda donanım inceleme ve seçimi yapılmayacağı için bu ek teşvikli fiyatlar dikkate alınmayacaktır. Böylece fizibilite çalışması yine güvenli tarafta kalacaktır. Bu ek teşvikli fiyatlardan dolayı proje gerçekleştirilirken donanım seçimi sırasında, proje ekonomik performansında bu fırsat kullanılarak ek bir iyileşme yapmak mümkün olacaktır.

Yenilenebilir enerji kapsamında kurulacak tesislerde izin, lisans ve diğer harçlarda %85 oranında indirim uygulanır.

Lisansız elektrik üretimi, elektrik enerjisi üretim tesisi kuracak kişilerin kendi ihtiyaçlarını karşılamak için yapılır.

1000 kWh'e kadar kurulu güce sahip tesislerde ihtiyaç fazlası elektrik 0,133 USD/kWh, daha yüksek kurulu güce sahip olan tesislerde en düşük teşvikli fiyattan satılabilir. Bu açıdan bakıldığında 1000 kWh sınırının geçilmemesi, elektriğin 0,133 USD/kWh teşvikli fiyattan satılabilmesi için önemlidir.

Tüm teşvikli fiyatların elektrik üretimi için verildiği, sadece ısı üreten örneğin bir biyokütle yakma tesisi gibi tesisler için herhangi bir teşviğin söz konusu olmadığına dikkat edilmelidir. Bu durumda eldeki biyokütle kaynaklarının maksimum oranda elektrik elde etmek için kullanılması, elektrik elde ederken ortaya çıkan ısının geri kazanılarak kullanılmasının teşvik edildiğini satır aralarından okumak mümkündür.

6 Kars Biyokütle potansiyeli

Ekolojik yerleşim modeli çerçevesinde tesisi edilecek biyogaz tesisi büyükbaş hayvan dışkıları ve tahlıl silajı ile çalışacaktır. Ancak biyogaz ile çalışacak kojenerasyon tesisinden elde edilecek ısının, yerleşim birimi ısı ihtiyaçları için yetmemesi durumunda, ek bir ısı kaynağına ihtiyaç vardır. Ekolojik yerleşim modelinde, biyokütlenin doğrudan yakılması ve ısı ihtiyacının karşılanması akla gelen en yakın çözümdür. Doğrudan yakma üniteleri hem nispeten düşük maliyetleri ile toplam tesisi bedelini kabartmayacak hem de yüksek ısı üretimleri ile istenen ek ısıyı en kolay şekilde karşılayacaklardır. Piroлиз veya gazlaştırma gibi yüksek maliyetli ikinci bir teknolojinin ısı üretimi amacıyla kullanılması, tesisin ekonomik fizibilitesine kötü etki edecektir. Bu teknolojilerden elde edilen gazın kojenerasyon yoluyla yakılması ise elektrik üretimini 1 MWh üzerine çıkartacak ve lisansız elektrik üretimi yapılması şartlarını zorlaştıracaktır. Bu sebeplerle kojenerasyon ısısına ek ısı ihtiyacı olduğu durumda bölgede kolay temin edilebilen, tahta talaşı, zeytin çekirdeği, pirinç çeltiği gibi bir biyokütlenin doğrudan yakılması ideal çözümdür. Ancak buna benzer hal-i hazırda yan ürün olarak ortaya çıkan biyokütlelerin şu andaki durumda sobalarda yakılıyor olması teminini güçleştirebilir.

Aşağıda Doğu Anadolu Bölgesindeki temin edilebilir biyokütle miktarı hakkında bir çalışma yer almaktadır.

Yapılan hesaplara göre; orta verimdeki bir arazi parçası üzerinde bir hektar tarladan yılda ortalama 80-100 ton yaş veya 25-30 ton kuru biyokütle elde edilmektedir. Böyle bir bölge için yıllık ortalama yağış tutarı 250 mm civarındadır. İklim koşulları açısından daha uygun olan yarı tropik bölgelerde ise verim, hektar başına 40 ton biyokütle düzeyine çıkabileceği kesindir. Biyokütleden elde edilen enerjinin birim maliyeti diğer yakıtlarla yarı-şabilecek durumdadır. Kuru biyokütlenin ısı değeri ise 3.800-4.300 kcal/kg arasında değişmektedir.

İl bazında mevcut biyokütle potansiyelleri Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4. Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki illere Ait Kuru Biyokütle Miktarı ve Isıl Değeri

İLLER	YetiÇen Bitkiler*	Ekilen Alan	Toplam Alan, hektar	Bir Yılda Elde Edilen Ortalama Kuru Biyokütle Miktarı, ton	Kuru Biyokütlenin Isıl Değeri Ortalama TEP
AĞRI	1	201.282	212.612	5.846.830	2.367.966
	2	3.567			
	3	5.517			
	4	1.333			
	5	913			
ARDAHAN	1	56.873	59.090	1.624.975	658.115
	2	2.133			
	3	-			
	4	6			
	5	78			
BAYBURT	1	29.211	35.584	978.560	396.317
	2	3.878			
	3	1.210			
	4	-			
	5	1.285			
BİNGÖL	1	18.303	21.025	578.188	234.166
	2	1.987			
	3	339			
	4	-			
	5	396			
BİTLİS	1	61.323	104.483	2.873.283	1.163.679
	2	608			
	3	4.700			
	4	-			

	5	2.268			
ELAĞ	1	93.442	107.503	2.956.332	1.197.315
	2	8.224			
	3	4.621			
	4	113			
	5	1.103			
ERZİNCAN	1	80.945	102.422	2.816.605	1.140.725
	2	13.038			
	3	6.560			
	4	23			
	5	1.856			
ERZURUM	1	215.462	239.553	6.587.708	2.668.021
	2	11.163			
	3	5.278			
	4	2.056			
	5	5.594			
HAKKARİ	1	17.807	21.231	538.853	218.235
	2	1.978			
	3	16			
	4	82			
	5	1.348			
İĞDIR	1	33.162	38.397	1.055.918	427.647
	2	24			
	3	4.952			
	4	93			
	5	166			

Tablo 4. Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki illere Ait Kuru Biyokütle Miktarı ve Isıl Değeri'nin Devamı

İLLER	YetiGen Bitkiler*	Ekilen Alan	Toplam Alan, hektar	Bir Yılda Elde Edilen Ortalama Kuru Biyokütle Miktarı, ton	Kuru Biyokütlenin Isıl Değeri Ortalama TEP
KARS	1	222.987	232.294	6.388.085	2.587.174
	2	4.478			
	3	2.873			
	4	3			
	5	1.953			
MALATYA	1	154.852	170.891	4.699.503	1.903.299
	2	11.321			
	3	4.106			
	4	-			
	5	612			
MUĞ	1	182.395	198.997	5.472.418	2.216.329
	2	4.727			
	3	10.984			
	4	854			
	5	37			
TUNCELİ	1	31.642	34.388	945.670	382.996
	2	2.635			
	3	52			
	4	-			
	5	59			
VAN	1	136.763	143.105	3.935.388	1.593.832
	2	613			
	3	3.006			
	4	-			
	5	2.723			
DOĞU ANADOLU BÖLGESİ			1.721.575	47.343.313	19.174.042

*1.Tahıllar 2.Baklagiller 3.Endüstriyel Bitkiler 4. Yağlı Tohumlar 5.Yumru Bitkiler

1 kcal = 1.10^{-7} TEP olarak alınabilir.

Burada yer verilen biyokütle zirai kaynaklıdır ve doğrudan yakmadan çok biyogaz potansiyelini ifade etmektedir.

Erzurum Orman Bölge Müdürlüğü web sitesinde Kars Orman işletme Müdürlüğüne bağlı orman alanı normal ve bozuk olmak üzere sıfır Hektar olarak verilmiştir. Yani Kars ilinde normal ya da bozuk orman alanı olmadığı bilgisi verilmiştir. Buna karşılık Sarıkamış işletme Müdürlüğü görev alanı içinde 32 781 hektar normal ve 7177 hektar bozuk olmak üzere toplam 40 048 hektar orman alanı olduğu bilgisi verilmiştir. (21)

Serka Kars raporunda da orman ürünlerinin Kars'a Sarıkamış'tan geldiği bilgisi verilmiştir. (22) Tahta talaşı olarak biyokütlenin, başta Sarıkamış olmak üzere ahşap imalatı yan ürünü olarak temin edilmesi mümkündür.

Kars'da yapılan fiyat araştırmasında tahta talaşı ton fiyatının, şu anda böyle bir pazar olmaması sebebiyle tam olarak oturmadığı gözlemlenmiştir. Bu yüzden diğer bölgelerdeki fiyatları baz almak daha doğru olacaktır. Örneğin; Denizli bölgesinde talaş fiyatı yakın mesafe nakliye dahil 150 TL/ton civarında iken Kars'da 300 TL/ton fiyat alınmıştır. Bunun sebebi ise Kars'da talaşın şu anda daha çok tandır yakmak için kullanılması ve çuval bazında alınarak az miktarda tüketilmesidir. Şu anda 13-15 kg gelen çuvalar 5 TL'den satılmaktadır. Ton fiyatı, buradan yola çıkılarak hesaplandığı için yüksek olmuştur. Denizli'den fiyat alınan firma bir tahta palet üreticisidir ve bölgesinde önde gelen üreticilerden biridir. Firma, günde 20-30 ton talaş sattığını belirtmiştir. Bu yüzden buradan alınan fiyat daha gerçekçi bir fiyattır.

Bir diğer biyokütle seçeneği de pellettir. Pelet talaş ve ağaç kabuklarının tozlarının karıştırılması ve yüksek basınç ile şekillendirilmesi ile üretilir. Şekillendirme sonrasında pelletler kurutularak kuru madde oranları artırılır. Kuru madde oranının yüksek olmasının iki önemli avantajı; yakma sırasında suyun buharlaşması için gereken ısının kaybedilmemesi ve nakliye sırasında yakma sırasında buharlaşacak olan bu suyun nakliye sırasında gereksiz olarak taşınmasıdır. Ayrıca yakma sırasında buharlaşan nemin tahliye edilmesi ve korozyon oluşturmaları ile ilgili problemler de çıkacaktır. Bu sebeplerden dolayı doğrudan yakma amaçlı kullanım için pelet talaşa göre daha avantajlıdır. Hem talaşın hem de peletin bir maliyet karşılığında dışardan temin edileceği düşünülürse pelet kullanılması öne çıkmaktadır. .

Pellet daha katma değerli ve çevreye daha faydalı şekilde tüketilmesi imkanı olmayan orman ürünleri kullanılarak imal edildiği için, pelet kullanımının doğaya bir zararı yoktur. Doğa bu orman ürünlerini tüketimleri hızında yenileyebilmektedir. Ağaç ürünlerinin yakılmasından kaynaklı meydana gelen karbondiyoksit salınımları ise, yine ağaç ürünlerinin tüketim hızları ile doğa tarafından yenilenme hızları eşit olduğu için atmosfere zararlı kabul edilmemektedir. Kömür yakılmasında olduğu gibi, doğa tarafından milyonlarca yılda üretilmiş karbonun üretim süresine göre çok kısa zamanda, birkaç yüzyıl içinde atmosfere yakılması neticesinde karbondiyoksit olarak verilmesi, odunun yakılmasında söz konusu değildir. Bu sebeple pellet yakılarak ısı elde edilmesi, doğa ile dost bir uygulamadır ve özellikle Kuzey Avrupa ülkelerinde çok tercih edilen bir uygulamadır. Kuzey Avrupa'da kereste imalatı için ticari olarak ormanlar yetiştirilmektedir. Keresteye dayalı yapılan imalatlarda elde edilen yan ürünlerden birisi de pellettir ve yaygın olarak kullanılmaktadır. Peletin kurutulması sırasında düşük sıcaklıktaki ısının kullanılması onu daha da doğa dostu yapmaktadır. Kurutucularda kullanılan düşük sıcaklıkta ısı genellikle başka bir yerde kullanılması mümkün olmayan ve kurutucuda kullanılmaması halinde kaybedilecek enerjidir. Düşük sıcaklıkta bu ısı peletin içindeki nemin alınmasında kullanılarak,

peletin yanması sırasında daha yoğun bir ısı üretimi mümkün olmakta ve daha yüksek ve verimli yanma sıcaklıkları elde etmek mümkün olmaktadır.

Pellet'in bir diğer avantajı ise endüstriyel bir ürün olduğu için kuru madde oranı, kalorifik değeri gibi teknik spesifikasyonlarının belli olması ve ihtiyaç planlanmasının daha kolay ve doğru olarak yapılabilmesidir.



Fotoğraf 26 Tahta talaşı peletleri

Ekolojik bir ürün olan ahşap pelet silindirik biçiminde ve çapı genellikle 6-10 mm arasında, boyu ise 10-30 mm arasında değişmektedir. Kuru madde oranı %90 üzerinde, kül oranı %3 civarındadır ve kalorifik değeri 4,7 kWh/kg olarak alınabilir. Şu andaki piyasa satış fiyatı 350 TL / ton'dur. Kars'da Erzurum'dan temin edilebilir. Nakliye dahil fiyat 400TL/ ton olarak kabul edilebilir. Pelet yanma verimliliği %85 alınabilir. (23)

Bu durumda kWh ısı değeri;

$$400 \text{ TL/ton} / (4,7 \text{ kWh/kg} \times 1000\text{kg}/1 \text{ ton} \times \%85) = 100,1 \text{ TL/MWh} \text{ ya da } 0,1 \text{ TL/kWh} \text{ olarak bulunur.}$$

Karşılaştırmak için LPG gaz'dan elde edilecek kWh ısı maliyetine bakabiliriz.

26 Temmuz 2016 tarihi itibarıyla Dökme LPG mix gaz fiyatı 5,19 TL/kg'dır. (Aygaz web sitesi) Mix gaz alt ısı değeri 11000 kcal/kg'dır. Bu durumda LPG'den elde edilecek kWh ısı değeri;

$$5,19 \text{ TL/kg} / (11 \text{ 000 kcal/kg} \times 0,00116222 \text{ kWh /kcal} \times 0,92) = 0,44 \text{ TL/kWh} \text{ olarak bulunur. LPG yanma verimi } \%92' \text{ dir. Görüldüğü gibi biyokütleden elde edilen ısı maliyeti, LPG'den elde edilen ısı maliyetinin dörtte biri kadardır.}$$

Kömür, gerek yüksek karbon salınımı ve hava kirliliği yapan çıkardığı baca gazları sebebiyle gerekse kullanım zorluğu ve getirdiği çevresel kirlilik sebebiyle ekolojik yerleşim modeli kavramına uygun değildir ama yine de bir maliyet karşılaştırması yapılmak istenirse;

$$0,3 \text{ TL/kg} / (6400\text{kcal/kg} \times 0,00116222 \text{ kWh/kcal} \times 0,65) = 0,062 \text{ TL/kWh} \text{ bulunur. Bekleneceği üzere kömürden elde edilen ısı, peletten elde edilen ısıya göre yaklaşık } \%40 \text{ daha ucuzdur.}$$

Pelet, LPG ve kömürden elde edilen ısı karşılaştırmalı olarak aşağıdaki tabloda görülebilir.

Tablo 6 Pelet, LPG ve kömür maliyetleri

	Isı maliyeti (TL / kWh ısı)
Pelet	0,1
LPG, mix	0,44
Kömür	0,062

Yakılacak pelet'in yapımında sadece talaş ve ağaç kabuğu kullanılmış olmasına, mdf gibi ucuz, tutkal içerdiği için yüksek kalorili ama standartlara uymayan ve biyokütle sınıfına sokulamayacak ürünler olmamasına özen gösterilmelidir. Pelet kalitesi konusunda EN-14961-1'e başvurulabilir.

Tezek te peletlenerek biyokütle olarak doğrudan yakılabilir. Bu durumda peletlerin kurutulması için gereken enerji de biyokütle doğrudan yakma ünitesinden elde edilebilir. Ancak dışkının tezek ya da pelet olarak yakılmasından ziyade gübre olarak kullanılması tercih edilmelidir.

Sonuç olarak, kojenerasyondan elde edilen ısı miktarı, ısı ihtiyaçları için yetmemesi halinde tahta pelet yakılması uygundur. Tahta pelet fiyatı nakliye dahil 400 TL/ton, alt ısı değeri 4,7 kWh/kg, yanma verimliliği %85 olarak alınabilir. Peletin doğrudan yakılması ile elde edilen ısı maliyeti 0,1 TL/kWh'dir.

7 Tesis senaryoları:

7.1 Giriş

Ekolojik yerleşim modelimizin ana eksenini esas itibarı ile büyükbaş hayvan dışkılarının biyogaz üretiminde kullanılması, üretilen biyogazın ise biyogaz ile çalıştırılmak üzere tasarlanmış ısı geri kazanımlı jeneratörlerde yakılarak elektrik ve ısı üretilmesidir. Üretilen elektrik şebekeye teşvikli fiyattan satılacak, ısı ise yerleşim merkezinin ısıtılması için kullanılacaktır. Ancak ısınmanın yanında sıcak su ve pişirme ihtiyacı da üzerinde durulması gereken konulardır.

Biyogaz içeriğine % 0 -3 miktarında bulunan Hidrojen Sülfür H_2S , korozyona sebep olan istenmeyen bir gazdır. Hidrojen sülfür biyogaz yakılmadan önce, biyogaz içeriğinden donanımın zarar görmemesi için büyük ölçüde temizlenmelidir.

Biyogaz içeriğinde;

- Metan (CH_4): % 50–75
- Karbondiyoksit (CO_2): % 25–50
- Azot (N_2): % 0–10
- Hidrojen (H_2): 0–1%
- Hidrojen Sülfür (H_2S): % 0–3 oranlarında bulunur.

Metan içeriği biyogaza yanıcı özelliğini verir. Karbondiyoksit hacim kaplaması sebebiyle biyogazın depolanmasını ve kullanımını zorlaştırmaktadır. Karbondiyoksit yanma sonucunda diğer baca gazları ile beraber atılmaktadır. Karbondiyoksit içeriğinin bir diğer zararı ise sera gazı olarak küresel ısınmaya sebep olmasıdır. Azot yanma sırasında NO_x gazlarını oluşturabilir.

Biyogazın Karbondiyoksit bileşeninden ayrılarak metan veya bir diğer adıyla doğal gaz haline getirilmesi ve doğal gaz şebekelerine beslenmesi İsveç ve Almanya gibi biyogaz teknolojisinde ileri ülkelerde yaygın bir uygulamadır. Böylece biyogaz teknolojisi ile üretilen enerji hal-i hazırda var olan doğal gaz şebekesi ile ihtiyaç olan yerlere sevk edilebilmektedir.

Ülkemizde bu konuda bir uygulama yoktur. Bu yüzden biyogazın doğal gaz standardına çıkartılması veya daha düşük bir seviyede içeriğinin arıtma ve filtreleme metodu ile iyileştirilmesi maliyet perspektifinden ve sunduğu kullanım kolaylığı ve açısından irdelenmelidir.

Genel olarak elektrik üretiminde kullanılan enerji girdilerinden elde edilen elektrik miktarı %50'yi geçmemektedir. Dizel jeneratörlerde bu oran %35- 40, kombine çevrim doğal gaz santrallerinde bu oran %50 civarındadır. Kömür, petrol, doğal gaz gibi değerli enerji kaynakları tüketilerek ortaya çıkartılan bu enerjinin geri kalan %50'si ise ısı olarak kaybedilmektedir. Bu sebeple elektriğin ısı üretimi amacıyla kullanılması teşvik edilmez. Çünkü elektrik üretilirken önce ısı üretilmiş daha sonra elektrik üretebilme adına yarısı feda edilmiştir. Üretilen elektriğin tekrar ısıya çevrilmesi, elektrik üretimi sırasında kaybedilen %50 miktarındaki enerjinin boşuna kaybedildiği anlamına gelmektedir. Bunun yerine ısı ihtiyacının kömür, petrol ve doğal gaz gibi enerji kaynaklarından direk yakma suretiyle elde edilmesi daha maliyet ve çevreye etkisi açısından daha doğrudur.

kojenerasyon elektrik üretimi sırasında kaybedilen ısının da geri kazanılarak, kullanılmasını öngörür. Üretilen elektrik ve ısı beraber düşünüldüğünde verimlilik %80'inin üzerine çıkmaktadır. Böylece hem elektrik üretilmiş hem de bu üretim sırasında kaybedilen ısıнын büyük kısmı geri kazanılmıştır.

Bu açıdan düşünüldüğünde ekolojik yerleşim modeli çerçevesinde üretilecek elektrik kojenerasyon yolu ile üretileceği ve elektrik üretimi sırasında kaybedilen ısı geri kazanılacağı için, elektriğin ısı amaçlı kullanımının daha masum olduğu düşünülebilir. Ancak geri kazanılamayan enerji miktarı ve ısıya çevrilen elektriğin üretimi için kullanılan donanımın amortismanı ve operasyon maliyeti düşünüldüğünde yine de bir kayıp söz konusudur. Buna karşın elektrikli termosifonlar, fırınlar ve ocaklar çok yüksek bir yaşam standardı getirmektedir ve biyogazın direk kullanılması sırasında meydana gelecek olan korozyondan, koku ve güvenlik riskleri düşünüldüğünde katlanılmasına değer bir maliyet olarak gözükebilir.

Özetlemek gerekirse biyogazın gaz motorunda yakılması için gerekli seviyede arıtılması zaten bir zorunluluktur. Bu arıtım korozyon oluşturacak gazların kabul edilen limitlerin altına çekilmesini ön görür. Kojenerasyon ünitesi için bu şekilde arıtılmış biyogaz kolaylıkla pişirme ve sıcak su üretme amacıyla da ocaklarda, şofben ve termosifonlarda kullanılabilir. Pişirme ve sıcak su üretimi açısından bakıldığında biyogazın doğal gaz standardına çıkartılması gerekli görülmemektedir. Pişirme ve sıcak su üretiminin elektrikli termosifonlar, fırınlar ve ocaklar kullanılarak yapılması kullanım kolaylığı açısından caziptir.

Kojenerasyondan geri kazanılan ısının, ısı ihtiyaçlarını karşılamadığı durumda, biyogazın bir kısmının merkezi bir kazanda yakılması veya odun talaşı gibi ek bir biyokütle kaynağının kullanılması yoluyla ek ısı üretilmesi düşünülebilir. Bir diğer yöntem ise biyogaz tesisine büyükbaş hayvan dışkılarının yanında enerji üretimini arttıracak zirai atıklar, mısır silajı, mezbaha atıkları gibi başka biyolojik girdilerin beslenmesidir. Kojenerasyon enerjisinin en etkin şekilde kullanılmasını sağladığı için üretilen tüm gazın kojenerasyon yolu ile tüketilmesi akılcıdır. Bu durumda ısı ihtiyacının karşılanması için tesis kapasitesinin büyütülmesi en akla yakın yoldur. Üretilen elektrik enerjisinin artması tesisin ekonomik olarak çekiciliğini de arttıracaktır.

Büyükbaş hayvan dışkıları zaten bertaraf edilmesi çevre ve insan sağlığı açısından gerekli ve tezek olarak ısınma amaçlı tüketimi alışlagelmiştir. Saha çalışması sırasında köy sakinleri ısınma karşılığında büyükbaş hayvan dışkılarını biyogaz tesisine verebileceklerini ifade etmişlerdir. Dışkıları tezek haline getirip ocak ve sobalarda yakmak yerine biyogaz tesisine vermek ve kalorifer tesisatı ile ısınmak köylülere ek bir yük getirmediği gibi yaşam kalitelerine bir artış da getirmektedir. Ancak mısır silajı gibi farklı bir girdinin de biyogaz tesisinde kullanılacak olması bu girdinin zirai olarak üretilmesi, silaj yapılması, saklanması ve bütün bu faaliyetlerin köy sakinleri tarafından ortaklaşa yapılabilmesi için daha kapsamlı bir işletme organizasyonu gerektirmektedir.

Karar verilirken önce eldeki olanaklar sonra çevreye en az etki ve ekonomik fizibilite gözetilmelidir.

Ekolojik yerleşim modeli çerçevesinde düşünülen tesis senaryoları aşağıdakilerdir.

7.2 Senaryo 1: Biyogazın doğal gaz kalitesinde artırılması, dağıtık ısıtma

Büyükbaş hayvan dışkısından ve/veya silajdan biyogaz elde edilecek ve elde edilen biyogaz doğal gaz kalitesinde artırılarak, evlere kombi, ocak ve fırınlarda kullanılmak üzere dağıtılacak. Kalan doğal gaz kojenerasyon tesisinde yakılarak elektrik elde edilecek ve kojenerasyon ısısı da biyogaz tesisi çürütücü tanklarının gereken operasyon sıcaklığında (37 °C) tutulması için kullanılacaktır.

Dezavantajları:

- Biyogazın sadece bir kısmı kojenerasyon ile yakılıyor ve elektrik tüketimi mümkün olan maksimumdan daha düşük gerçekleşiyor. Ekolojik açıdan ideal değil.
- Yüksek arıtma, biyogaz doğal gaz dönüşüm maliyeti
- Biyogaz tesisinden evlere doğal gaz hattı çekilmelidir.

Avantajları:

- Kojenerasyon, kombi, fırın ve ocaklarda doğal gaz için tasarlanmış düşük maliyetli ve temini kolay donanım kullanılabilmesi
- Kalorifer ve sıhhi sıcak su dağıtımı için gereken yalıtımlı boru hatları yapılması zorunluluğunu ortadan kaldırması
- Kalorifer ve sıhhi sıcak su dağıtımı için gereken yalıtımlı boru hatlarının kojenerasyon tesisi ile evler arasındaki uzunluklarının her ev için hemen hemen aynı olması ve böylece ısı kayıplarından dolayı farklı evlere farklı sıcaklıklarda kalorifer suyu ve sıhhi sıcak su dağıtılmaması için kojenerasyon tesisinin evlerin merkezine yerleştirilmesi gereklidir. Bu durumda çürütücülerin ısıtılması için gerekli olan sıcak suyun ise kojenerasyon tesisinden çürütücülerin bulunduğu noktaya taşınması gereklidir. Biyogaz arıtma tesisinin de içinde bulunacağı biyogaz tesisinden kojenerasyon tesisine ise doğalgaz hattı çekilmelidir. Bu senaryo bunları gereksiz kılmaktadır. Kojenerasyon tesisi, biyogaz tesisi ile aynı konumda yapılabilir ve bahsedilen boru hatlarına gerek yoktur.

7.3 Senaryo 2: Biyogazın kojenerasyon tesisinde yakılması, dağıtık ısıtma

Büyükbaş hayvan dışkısından ve/veya silajdan biyogaz elde edilecek ve elde edilen biyogaz kojenerasyon tesisinde yakılmak üzere içeriğinde bulunan nem ve hidrojen sülfür gibi donanıma zarar verebilecek gazlardan arıtılacaktır. Bu arıtım işlemi biyogazı doğal gaz kalitesine getirmek üzere yapılan arıtma işleminden daha az maliyetli ve kapsamlıdır. Örneğin; bu işlemde biyogaz içeriğinde bulunan karbondiyoksit arıtılmaz. Elde edilen gaz biyogaz kullanımı için tasarlanmış kojenerasyon tesisleri için uygun olduğu gibi yine biyogaz kullanımı için tasarlanmış ocaklarda kullanılabilir. Biyogaza göre tasarlanmış, hem mekan ısıtılması hem de sıcak su elde edilmesinde kullanılan kombi cihazlar ya da sadece ev ölçütünde kalorifer sistemlerinin varlığı ve güvenliği araştırılmalıdır.

Kalan biyogaz kojenerasyon tesisinde yakılarak elektrik elde edilecek ve kojenerasyon ısısı da biyogaz tesisi çürütücü tanklarının gereken operasyon sıcaklığında (37 °C) tutulması için kullanılacaktır.

Bu durumda, bu senaryonun birinci senaryo ile farkı sadece arıtım kapsamındadır.

Dezavantajları:

- Biyogazın sadece bir kısmı kojenerasyon ile yakılıyor ve elektrik tüketimi mümkün olan maksimumdan daha düşük gerçekleşiyor. Ekolojik açıdan ideal değil.
- Yüksek arıtma, biyogaz doğal gaz dönüşüm maliyeti
- Biyogaz tesisinden evlere biyogaz hattı çekilmelidir.

Avantajları:

- Kojenerasyon, kombi, fırın ve ocaklarda doğal gaz için tasarlanmış düşük maliyetli ve temini kolay donanım kullanılabilmesi
- Kalorifer ve sıhhi sıcak su dağıtımı için gereken yalıtımlı boru hatları yapılması zorunluluğunu ortadan kaldırması
- Kalorifer ve sıhhi sıcak su dağıtımı için gereken yalıtımlı boru hatlarının kojenerasyon tesisi ile evler arasındaki uzunluklarının her ev için hemen hemen aynı olması ve böylece ısı kayıplarından dolayı farklı evlere farklı sıcaklıklarda kalorifer suyu ve sıhhi sıcak su dağıtılmaması için kojenerasyon tesisinin evlerin merkezine yerleştirilmesi gereklidir. Bu durumda çürütücülerin ısıtılması için gerekli olan sıcak suyun ise kojenerasyon tesisinden çürütücülerin bulunduğu noktaya taşınması gereklidir. Biyogaz tesisinden kojenerasyon tesisine ise biyogaz hattı çekilmelidir. Bu senaryo bunları gereksiz kılmaktadır. Kojenerasyon tesisi, biyogaz tesisi ile aynı konumda yapılabilir ve bahsedilen boru hatlarına gerek yoktur.

7.4 Senaryo 3: Biyogazın kojenerasyon tesisinde yakılması, merkezi ısıtma ve sıhhi sıcak su

Büyükbaş hayvan dışkısından ve/veya silajdan biyogaz elde edilecek ve elde edilen biyogaz kojenerasyon tesisinde yakılmak üzere arıtılacak ve tamamı kojenerasyon tesisinde yakılacaktır.

Mekan ısıtma, sıhhi sıcak su üretimi ve çürütücülerin ısıtılması için gerekli sıcak su tamamen veya kısmen kojenerasyon ısısından karşılanacaktır.

Pişirme için elektrikli ocak ve fırınlar kullanılacaktır.

Avantajları:

- Elde edilen tüm gaz kojenerasyonda yakıldığı için elektrik ve termal verim toplamında en yüksek verime ulaşmaktadır ve bu çevresel ve açıdan ideal çözümdür.
- Elektrikli ocaklar ve fırınlar modern, güvenli ve konforlu bir kullanım sağlamaktadır.

Dezavantajları:

- Kalorifer ve sıhhi sıcak su dağıtımı için gereken yalıtımlı boru hatlarının kojenerasyon tesisi ile evler arasındaki uzunluklarının her ev için hemen hemen aynı olması ve böylece ısı kayıplarından dolayı farklı evlere farklı sıcaklıklarda kalorifer suyu ve sıhhi sıcak su dağıtılmaması için kojenerasyon tesisinin yerleşimin merkezine yerleştirilmesi gereklidir. Bu durumda çürütücülerin ısıtılması için gerekli olan sıcak suyun ise kojenerasyon tesisinden çürütücülerin bulunduğu noktaya taşınması gereklidir. Biyogaz tesisinden kojenerasyon tesisine ise biyogaz hattı çekilmelidir.

- Yerleşim merkezine yerleştirilecek ve 24 saat çalışacak olan kojenerasyon tesisi gürültüye sebep olabilir ya da ses yalıtımı için yapılması gereken ek maliyetlere sebep olabilir.
- Elektrikli ocak ve fırınlar birincil enerji kullanımını arttırmaktadır.

7.5 Senaryo 4: Biyogazın kojenerasyon tesisinde yakılması, merkezi ısıtma

Büyükbaş hayvan dışkısından ve/veya silajdan biyogaz elde edilecek ve elde edilen biyogaz kojenerasyon tesisinde yakılmak üzere arıtılacak ve tamamı kojenerasyon tesisinde yakılacaktır.

Mekan ısıtma ve çürütücülerin ısıtılması için gerekli sıcak su tamamen veya kısmen kojenerasyon ısısından karşılanacaktır.

Sıhhi sıcak su üretimi için elektrikli şofbenler kullanılacaktır.

Pişirme için elektrikli ocak ve fırınlar kullanılacaktır.

Avantajları:

- Elde edilen tüm gaz kojenerasyonda yakıldığı için elektrik ve termal verim toplamında en yüksek verime ulaşılmaktadır ve bu ekolojik açıdan ideal çözümdür.
- Elektrikli ocaklar ve fırınlar modern, güvenli ve konforlu bir kullanım sağlamaktadır.

Dezavantajları:

- Kalorifer ve sıhhi sıcak su dağıtımı için gereken yalıtımlı boru hatlarının kojenerasyon tesisi ile evler arasındaki uzunluklarının her ev için hemen hemen aynı olması ve böylece ısı kayıplarından dolayı farklı evlere farklı sıcaklıklarda kalorifer suyu ve sıhhi sıcak su dağıtılmaması için kojenerasyon tesisinin yerleşimin merkezine yerleştirilmesi gereklidir. Bu durumda çürütücülerin ısıtılması için gerekli olan sıcak suyun ise kojenerasyon tesisinden çürütücülerin bulunduğu noktaya taşınması gereklidir. Biyogaz tesisinden kojenerasyon tesisine ise biyogaz hattı çekilmelidir.
- Yerleşim merkezine yerleştirilecek ve 24 saat çalışacak olan kojenerasyon tesisi gürültüye sebep olabilir ya da ses yalıtımı için yapılması gereken ek maliyetlere sebep olabilir.
- Elektrikli şofben, ocak ve fırınlar birincil enerji kullanımını arttırmaktadır.

7.6 Tüm senaryolar için geçerli varyasyonlar:

- Girdi olarak sadece büyükbaş hayvan dışkısı kullanılabilir ya da büyükbaş hayvan dışkısı ile beraber bu amaçla yetiştirilecek mısır veya başka bitkilerin silajları kullanılabilir. Gereken tesis büyüklüğünü sadece büyükbaş hayvan dışkısı ile sağlamak mümkün değilse girdi olarak silaj da kullanılmasına karar verilecektir. Fizibilite çalışmasının birçok bölgeye uygulanabilir olması açısından silaj kullanımına yer verilmesi daha uygundur. Kars ilinde, peynir ve diğer süt ürünleri ile ilgili gelişmiş endüstri sebebi ile köylerde bulunan büyükbaş hayvan sayısı diğer illere göre oldukça fazladır. Bu yüzden Kars ilinde sadece büyükbaş hayvan dışkısı yeterli tesis büyüklüğü için kafi olsa da modelin diğer bölgelerde de uygulanabilir olmasının gözetilmesi açısından hem dışkı hem de silaj kullanımı üzerine oturtulması daha uygun olacaktır.
- Kojenerasyon ısısının baz yükleri karşılamak veya pik yükler için de yeterli olması için kojenerasyon tesisi dolayısı ile biyogaz tesisi boyutlandırılabilir.

7.7 Değerlendirme

Tesis senaryoları arasından fizibilite çalışması yapılacak tesis senaryolarının seçilmesi için açıklığa kavuşturulması gereken konular:

Biyogaz gaz arıtım tesisi min. büyüklüğü ve yatırım maliyeti

1) Donanım sağlanabilirliği

- Biyogaz ile çalışan ev ölçütünde güvenli kalorifer donanımı var mı?
- Biyogaz ile çalışan kombi (kalorifer + sıcak su üreten donanım) var mı?
- Biyogaz ile çalışan pişirme donanımları güvenli mi?

2) Biyokütle sağlanabilirliği ve maliyeti

Bunları irdeleyelim.

8 Biyogazın doğal gaza dönüştürülmesi

8.1 Teknolojiler

Biyogazın doğal gaza dönüştürülmesi, içindeki Hidrojen Sülfür (H_2S), Karbondioksit (CO_2) ve su (H_2O) içeriklerinin ayrıştırılarak içine doğal gazın ısıl değerini tutturması için Propan ve/veya Bütan eklenmesi ile gerçekleştirilir.

Biyogazın doğal gaza dönüştürülmesi için ticari uygulamaları olan yöntemler aşağıdaki verilmiştir.

- 1) Salınlı Basınç Adsorpsiyonu (Pressure Swing Adsorption): Gazın yaklaşık oda sıcaklığında periyodik olarak artan ve azalan bir basınçla aktif karbon içinden geçirilerek CO_2 aktif karbondan bırakılmasıdır. Aktif karbon yerine zeolit, aktif alüminyum oksit (Al_2O_3) veya silika jel de kullanılır. (13)



Fotoğraf 27 Zeolit tüpleri



Fotoğraf 28 Zeolit tüpleri, konteyner yerleşimi

Eğer gaz içinde H_2S ve su varsa aktif karbon üzerinde bir tersinmez şekilde kalacaklardır. Bu yüzden önce gaz içinden H_2S ve su temizlenmelidir. Biyogaz çıkışı saate $250 m^3$ 'e kadar olan tesislerde düşük yatırım maliyeti sebebiyle tercih edilebilir. (14) Aktif Karbon 3 senede bir değiştirilmelidir. Doymuş aktif karbon bertaraf edilmelidir.

2) Emdirme (Absorption)

- a. Su ile Temizleme (Water Scrubbing): CO_2 ve H_2S gazlarının suda metana göre daha iyi fazla çözülebilmelerinden faydalanılarak ayrıştırılmalarıdır. Biyogazın, düşey bir boru içine yukardan aşağıya doğru basınçla basılan suyun aksi istikametinde, aşağıdan yukarı basınçla basılması ile gerçekleştirilir. Suyun bol bulunduğu ve soğuk bölgeler için daha uygundur. Çünkü soğuk CO_2 in su içinde çözünürlüğünü arttırır. Yüksek miktarda gazın işlenmesi için uygundur. Metan kaybı % 1-2 seviyesindedir.
- b. Organik Fiziksel Temizleme (Organic Physical Scrubbing)
Su ile temizlemeye benzer şekilde su yerine polietilen glikol kullanılır. CO_2 polietilen glikol içinde suya göre daha kolay çözünür. H_2S , su ve CO_2 beraber ayrıştırılabilirler. Ancak genellikle uygulamada H_2S , su daha önce başka tekniklerle ayrıştırılırlar. Metan kaybı %2-4 dür.
- c. Kimyasal Temizleme (Chemical Scrubbing)
Amin çözeltisi kullanılır. CO_2 sadece amin çözeltisi tarafından emilmekle kalmaz aynı zamanda kimyasal olarak ta amin ile tepkimeye girer. Bu yüzden metan kaybı diğer tekniklere göre oldukça az olan 0,1% civarındadır. Amin çözeltisi buharlaşma ile azalır ve eksilen kısım tamamlanmalıdır. Kimyasal olarak amine bağlanmış CO_2 ısıtma ile serbest bırakılır ve amin çözeltisi tekrar kullanım için hazırlanmış olur. H_2S önceden temizlenmelidir. Doymuş çözeltinin tehlikeli maddelerin ber-tarafı mevzuatına uygun olarak bertaraf edilmesi gereklidir.



Fotoğraf 29 Su ile temizleme tesisi

3) Membran : Gazın bir membrandan geçirilerek istenmeyen gazların süzülmesidir.



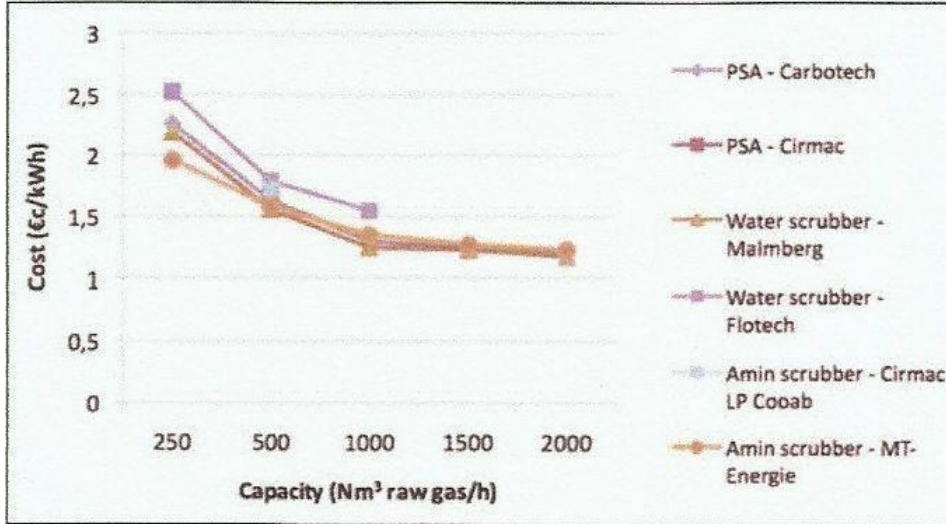
Fotoğraf 30 Membran gaz temizleme ünitesi

Düşük yatırım maliyetine sahiptir ancak metan kaybı yüksektir ve eğer birkaç sistem ardı ardına bağlanmaz ise metan ancak %88 - 93 oranında saflaştırılabilir. Metan kaybı çok yüksektir.

2011 yılı itibarı ile Avrupa'da 137 biyogazdan doğal gaza dönüştürme tesisi vardır. Bunlardan 47'si su ile temizleme 41'i ise Salınlı Basınç Adsorpsiyonu (PSA) teknolojisini kullanmaktadır.

En iyi teknoloji seçimi tesis bazında yapılabilir. Örneğin ısı ve elektrik maliyeti teknoloji seçiminde önemli rol oynar. Ekolojik Yerleşim modelinde köy yerleşimleri için ön görülen bir tesiste tehlikeli madde sınıfına giren ya da çevresel kirlilik yaratacak atıkların bertarafı ile uğraşılması tercih edilmelidir. Diğer yandan tesisin ulaşımı ve yetkin personel çalıştırmanın zor olduğu noktalarda tamir ve bakım ihtiyaçlarının düşük, kolay yönetilebilir olması tercih edilmelidir. Ekolojik yerleşim modeli için düşünülen yerlerin su bakımından zengin ve soğuk iklime sahip oldukları da düşünülürse su temizleme yöntemi en uygun teknoloji olarak ortaya öne çıkmaktadır. Bu teknoloji hem en yaygın kullanılan teknolojidir hem de en basit ve güvenilir olanıdır. Bertaraf edilmesi gereken herhangi bir atık çıkartmaz. Metan kaybı sadece kimyasal temizleme yöntemine geçilen %1-2 civarındadır.

Dönüştürme maliyeti seçilen teknolojiye fark eder fakat tesis büyüklüğü, maliyeti daha çok belirler. Aşağıda çeşitli teknolojilerin çeşitli tesisi büyüklükleri için üretilen doğal gazın ısı değeri (kWh) başına yatırım ve operasyonel olmak üzere tüm maliyetlerin toplamı gösterilmiştir. (14)



Şekil 6 Üretilen birim ısı enerjisi başına gereken toplam yatırım

Unutulmamalıdır ki Türkiye’de biyogazın doğal gaza dönüştürüldükten sonra doğal gaz şebekesine enjekte edilmesi konusunda herhangi bir uygulama yoktur ve yasal düzenleme yapılmamıştır. Fizibilite çalışması yapılan ekolojik yerleşim modelinde biyogazın doğalgaza dönüştürülmesinde ki amaç evlere ısınma, sıhhi sıcak su ve pişirme amaçlı doğalgaz verilebilmesidir. Biyogazın içindeki H₂S, su ve CO₂ içerikleri temizlenecek ve temiz, güvenli bir yakıt elde edilecektir. Bu uygulamanın avantajları ve dezavantajları diğer olası çözümlerle ilerde karşılaştırılacaktır.

8.2 Biyogaz ile çalışan ısıtma ve pişirme donanımları

Biyogaz çoğunlukla içeriğinde 0 ile 6000 ppm arasında değişen H₂S bulundurur. Bu seviye biyolojik, mechanic ve kimyasal metotlar ile 200 ppm seviyesine ve daha aşağıya çekilebilir. Kojenerasyon için motor üreticileri 90 ppm ile 1100 ppm arasında seviyeler talep ederler ancak istenen H₂S seviyesi genellikle 200 ppm’dir.

Ancak bunu çok altındaki H₂S seviyeleri insan sağlığı için zararlıdır. H₂S Karbon monoksit ve Siyanür gazlarının yaptığına benzer şekilde hücrelerin oksijenlenmesini azaltarak biyokimyasal bir boğulmaya sebep olur. H₂S’in insan sağlığına etkileri aşağıda özetlenmiştir.

0-1 ppm	Çürük yumurta kokusu farkedilir olur.
2-5 ppm	fiziksel rahatsızlıklar başlar
0 -10 ppm	uzun vadede H ₂ S hücrelerin oksijenlenmesinde rol oynayan enzimleri bağlayarak hücrelerin oksijen almamasına yol açar.
10 – 50 ppm	Başağrısı, sersemlik, bulantı, nefes darlığı
50 – 200 ppm	Ciddi solunum yolu yanmaları, göz yanmaları, şok, vücut kasılmaları, ölüm

Amerikan İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetimi, H₂S’e maruz kalan çalışanlar için iki standart belirlemiştir. Devamlı maruz kalınabilecek yoğunluk 20 ppm ile sınırlandırılmıştır. On dakikadan fazla olmamak üzere maruz kalınabilecek limit ise 50 ppmv olarak belirlenmiştir. Ppmv hacimsel olarak 1 milyon birim hacimde yer alan kirlilik miktarının sahip olduğu birim hacim anlamına gelmektedir. (11)

Amerikan çevre koruma ajansı tarafından 1,4 ppm üzerinde miktarların devamlı solunmasının ciddi sağlık riskleri getirdiği anons edilmiştir. (12)

Uzak Doğu, Hindistan ve Afrika ülkelerinde satılan ve reklamı yapılan biyogaz ocaklarının yanma sırasında meydana gelen yanmış gaz emisyonları içindeki H₂S emisyonları hakkında bir data verilmemektedir. Bu ocaklar gelişmemiş ve insan ve çevre sağlığı konusunda mevzuatlarını oluşturamamış ülkelerde, zor ekonomik koşullarda yaşayan insanlar için bir çözüm olarak önerilmektedir. Ancak bu ocakların ve biyogaz lambası gibi diğer ekipmanların kullanımının uzun vadede insan sağlığına verdikleri zarar ile ilgili bir çalışma yoktur. Ekipman üreticileri sadece ocakların kullanıldığı yerlerde havalandırmanın iyi yapılmasını önermektedirler. Hindistan ve Afrika ülkelere gibi sıcak ülkelerde yemeğin dışarıda pişirilmesi, ya da pencerelerin devamlı açık tutulması belki mümkün olabilir ama kış şartları ağır yerlerde pişirme ısısından bile ısınma anlamında yararlanmak istenirken pencerelerin açık tutulması söz konusu değildir. Biyogaz ocakları hiçbir gelişmiş ülkede kullanılmamaktadır. Alevin sönmeye neticesinde yaklaşık 200 ppm H₂S içeren gazın kısa zaman solunması bile ciddi sağlık problemlerine ve ölüme yol açabilir.

Biyogaz ile çalışan ocak ve gaz lambası piyasadan temin edilebilmektedir. Ancak biyogaz ile çalışan fırın veya kombi üretilmemektedir. Uzak Doğu'da merdiven altı firmalar veya kullanıcılar kendi olanakları ile doğal gaz için tasarlanmış şofben, pilav pişirme tenceresi gibi cihazları biyogaz kullanımı için adapte etmektedir. Bu tip uygulamalar, ortaya çıkan cihazların insan ve çevre sağlığına etkilerinin belirsiz olması, patlama ve yangın tehlikesi yaratması dolayısıyla tercih edilmemelidir. Cihazların orijinal tasarımları değiştirildiği için, cihazların üreticilerinin sorumlulukları da kalkmaktadır. Cihazlar üzerinde modifikasyon yapanlar hukuki olarak ortaya çıkan zarardan sorumlu tutulacaklardır.

Uzak Doğu üretilen bu kalitesiz ve mevzuata uygun olamayan ürünlerin Türkiye'de servisleri de mevcut değildir.

Biyogaz ile çalışan kojenerasyon ünitelerinde durum farklıdır. Bu donanımlar dünya devi firmalar tarafından çok ciddi Ar-Ge çalışmaları sonucunda üretilmektedir. Eksoz içerikleri test sonuçları ile tespit edilmekte ve donanım kataloglarında bu sonuçlar yer almaktadır. Bu ünitelerde eksoz gazlarının ileri teknoloji içeren eksoz filtreleme ve arıtma metotları ile temizlenmeleri mümkündür. Oysa her mutfakta her ocakta bu sistemlerin kurulması olanaksızdır.

Sonuç olarak Uzak Doğu'da, yakın Doğu'da ve Afrika'da popüler olan ve pazarlanan ürünlerin Avrupa ile aynı sağlık ve çevre standartlarını ve ilgili mevzuatı benimsemiş Türkiye için uygun olmadığı açıktır.

Bu sebeple bu noktada senaryo 2'yi göz ardı edebiliriz.

Bu aşamada dünyada en düşük ısıtma ihtiyacı standardı olan pasif ev standardına bir göz atmak, yukardaki değerleri bir perspektife oturtmak açısından yararlı olacaktır.

9 Pasif ev

9.1 Teknoloji



Fotoğraf 31 Finlandiya, Helsinki yakınlarında müstakil pasif evler

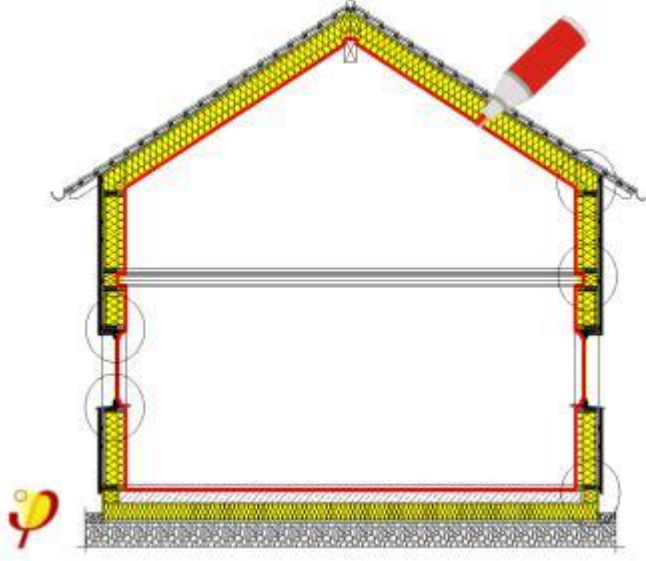
Pasif ev bir düşük enerji inşaat biçimidir. Bir pasif ev ısıtma ve soğutma için çok az enerjiye ihtiyaç duyarken, sakinlerine çok yüksek seviyede bir konfor sunar.

Pasif ev şu özelliklere sahiptir:

- Çok iyi yalıtım. Pasif ev termal yalıtım standartları çatı, duvar ve yerlerde U-değerlerinin max. 0,15 W/m².K olmasını şart koşar.
- İç mekan ve dış mekan arasındaki hava kaçaklarının tamamen önlenmesi gerekir.
- Isı köprüleri yoktur.
- Pencere çerçeveleri çok iyi yalıtımlı ve en az 3 camlı olmalıdır.
- Ev kışın güneşten yararlanacak yazın korunacak şekilde konumlandırılmalı ve tasarlanmalıdır.

• Tahliye edilen havadan ısıyı içeri verilen havaya aktaran bir havalandırma ünitesi kullanılmalıdır.

Pasif evler normal evlere göre %90 daha az ısıya ihtiyaç duyarlar.



Şekil 7 Pasif ev

Pasif Ev

- Enerji verimli inşaatın en önemli prensibi kesintisiz bir yalıtım ceketinin tüm bina etrafına giydirilmesidir (sarı kalın çizgi).
- Hava geçirmezliği de kesintisiz olmalıdır (ince kırmızı çizgi).
- Isı köprüleri (çemberler) önlenmelidir.

9.2 Yurtdışında uygulama örnekleri

Finlandiya, Helsinki yakınlarında müstakil pasif aile evlerinin yıllık ısınma ihtiyaçları metre kare başına sadece 18 kWh'dir. Yüzkırkbir metrekare olan evlerin yıllık toplam ihtiyacı 2 538 kWh'dir. Isınma, sıcak su ve elektrik ihtiyaçlarını kapsayan toplam birincil enerji ihtiyacı ise 14 805 kWh'dir.



Fotoğraf 32 Finlandiya, Helsinki yakınlarında müstakil pasif aile evler, iç ve dış görünüm

Norveç'te Oslo'nun 30 km güneyinde bulunan, modern ve geleneksel mimari özellikleri bir arada barındıran bu aile evinin metrekare başına yıllık ısınma ihtiyacı 15 kWh'dir. Üçyüzyirmibeş metrekare olan evin yıllık ısınma ihtiyacı 4 875 kWh'dir.

Isınma, sıcak su ve elektrik ihtiyaçlarını kapsayan toplam birincil enerji ihtiyacı ise 34 125 kWh'dir.





Fotoğraf 33 Norveç'te Oslo'nun 30 km güneyinde bulunan, modern ve geleneksel mimari özellikleri bir arada bulunduran pasif ev

Finlandiya ve Norveç gibi kuzey kutbuna yakın ve çok ağır kış şartlarına sahip bölgelerde inşa edilen bu evlerin 2 538 kWh ve 4 875 kWh yıllık ısıtma ihtiyacı değerleri, Kars için kullanmaya karar verdiğimiz 32 623 kWh değeri ile karşılaştırıldığında, pasif ev standardının ön gördüğü ısı yalıtımının ve yapısal özelliklerin üstünlüğü ortaya çıkmaktadır. Duruma daha netlik kazandırmak üzere Finlandiya'nın başkenti Helsinki, Norveç'in başkenti Oslo'nun ve Kars'ın son 12 aylık HDD değerlerinin sırasıyla 3303 °C .gün, 3294 °C .gün⁽²⁾ ve 4203 °C .gün olduğunu söyleyebiliriz. Kars'ın kış şartlarının Oslo ve Helsinki'den daha sert olduğu anlaşılıyor, ancak yine de düşük 2 538 kWh ve 4 875 kWh yıllık ısıtma ihtiyacı değerlerinin pasif ev standartlarından kaynaklandığı açıktır.

Pasif ev standartında ev inşa etmenin yüksek bir maliyet getirdiği doğrudur ancak binaların kullanımının 50 sene olarak kabul edildiği düşünülürse bu süre zarfında başta ödenen bu maliyetin misliyle geri kazanılacağını söyleyebiliriz. Pasif ev standardı için doğru olan bu çıkarım, bu standardın gerekliliklerini yerine getiremese de doğru tasarlanmış ve itina ile uygulanmış ısı yalıtımı çalışmalarının tümü için de doğrudur. Bu tür çalışmalar için başta harcanan maliyet zaman içinde fazlası ile geri kazanılmaktadır.

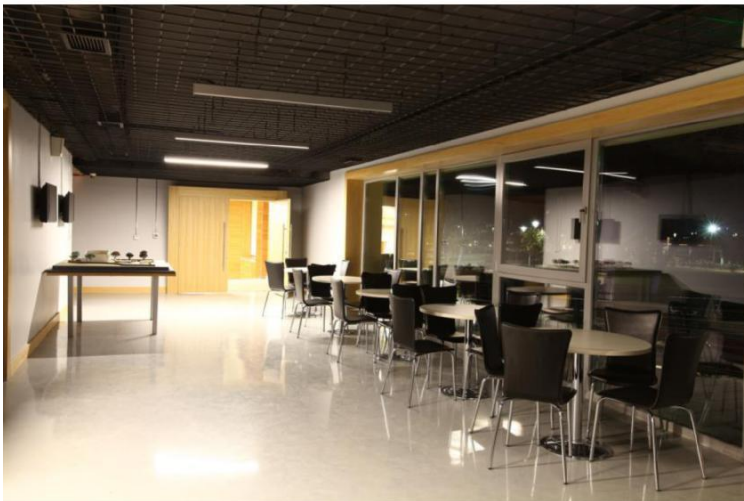
9.3 Türkiye'nin İlk Pasif Binası Gaziantep'te

İnsan Kaynakları Merkezi binası, Gaziantep Büyükşehir Belediyesi ve Gaziantep Üniversitesi iş birliğiyle inşa edildi.

Türkiye'nin ilk pasif kamu binası olmasının yanı sıra, bina LEED Yeşil Bina Sertifikasına da adaydır. Entegre edilen yenilenebilir enerji teknolojileri sayesinde binanın sıfır enerji tüketimine (sıfır karbon salımına) sahip olması hedeflenmektedir. İnsan Kaynakları Merkezi projesi İpek Yolu Kalkınma Ajansı tarafından desteklenmektedir.

Bina MVHR (Isı Geri Kazanımlı Mekanik Havalandırma Sistemi), su kaynaklı ısı pompası, çevre dostu iç mekan malzemeleri, güney cephede güneş kırıcısı kullanımı, alüminyum doğramalı üçlü cam pencere sistemleri, yeşil çatı, gri su ve yağmur suyu toplama sistemleri gibi özelliklere ve fotovoltaik paneller gibi yenilenebilir enerji teknolojilerine sahiptir.

İnsan Kaynakları Merkezi kendi fonksiyonunun yanı sıra sıfır enerji ve pasif binalar hakkında mimar, mühendis ve inşaat teknikerlerine eğitimlerin verileceği bir alan olarak da kullanılacaktır.





Fotoğraf 34 Gaziantep Belediyesi İnsan Kaynakları Merkezi

Pasif ev (passivhaus) bir alman standartıdır. Benzer şekilde Fransa, İtalya ve İsviçre’de geliştirilen diğer düşük enerji ihtiyaçlı ev standartları sırasıyla Effinergie, CasaClima ve Minergie’dir.

10 Teknik Analiz

10.1 Isınma ihtiyacının hesaplanması

Mekan ısıtımına için tasarım ısı yükünün seçimi için, kullanıcıların ihtiyaçları ile donanım maliyeti arasında bir denge kurulmalıdır. Kullanıcılar sağlık ve konfor için gerekli sıcaklıkları sağlayabilecek bir ısıtım sistemi talep ederken çok nadiren ortaya çıkabilecek aşırı soğuk havalar temel alınarak tasarlanan ısıtım sistemleri de yüksek ve gereksiz bir ilk maliyet ortaya çıkartmaktadır.

Buna getirilmesi gereken çözüm, tasarım yükü seçiminin tarihsel minimumlara göre değil, çok sık olmasa da karşılaşılan soğuk havalara göre yapılmasıdır.

10.1.1 Isınma gün derece sayıları

Isıtım Gün Dereceleri *Heating Degree Days – HDD], 24 saatlik periyodun ne kadarının sıcak ve ne kadarının soğuk geçtiğini ölçmeye yarayan bir birimdir.

Belirli bir zamanda (gün, ay, yıl) dış ortam ve oda sıcaklığını hesaba katarak soğğun şiddetini açıklar. Birçok ülke gün derecenin hesabı için farklı tanımlar kullanır. Karşılaştırılabilir ve ortak bir kullanım oluşturmak için Avrupa Topluluğu İstatistik Ofisi (Eurostat) HDD'nin hesabı için aşağıdaki metodu önermektedir.

$HDD = (18\text{ °C} - T_m) \times d$ eğer $T_m \leq 15\text{ °C}$ (Isıtım eşiği)

$HDD = 0$ eğer $T_m > 15\text{ °C}$

Burada;

T_m = Günlük ortalama sıcaklık,

d = Gün sayısıdır.

Hesaplama günlük bazda yapılır. Aylık ve yıllık gün dereceleri bunların toplanması ile bulunur.

Belli yıllık HDD değerleri için bir evin ısınma ihtiyacı

$Q = P_{\text{özüml}} \times HDD \times 24 / 1000$

Burada;

Q : Evin ısıtılması için gerekli yıllık ısı ihtiyacını (kWh)

$P_{\text{özüml}}$: Özgül Isı Kaybı (W/K)

HDD: Isıtım gün dereceleri (°C veya K.gün)

24: Günde bulunan saat sayısı (h/gün)

Kars merkez için HDD değerleri Meteoroloji Genel Müdürlüğü web sitesinde (1) aşağıdaki şekilde verilmiştir. Kars ili için sadece merkez ve Sarıkamış ilçesine ait değerler mevcuttur. Bu yüzden biz hesaplarımızı Kars Merkez değerlerine göre yapacağız.

Tablo 7 Kars ısıtma gün dereceleri

Merkez	G/D	Oca	Şub	Mar	Nis	May	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas	Ara	Yıllık
KARS	HDD	800	610	504	322	223	114							2573
	T $\leq$ 15 °C	31	29	31	30	29	20							170
	CDD													0
2016	T>22 °C													0
	HDD	771	677	562	381	227	56	3	26	34	298	499	770	4304
	T $\leq$ 15 °C	31	28	31	30	30	14	1	6	8	31	30	31	271
2015	CDD							4	15					19
	T>22 °C							4	12					16
KARS	HDD	847	757	492	315	195	71	4			111	313	536	4275
	T $\leq$ 15 °C	31	28	31	30	30	14	1		17	31	30	31	274
	CDD								1					1
2014	T>22 °C								3					3
KARS	HDD	833	687	568	335	211	107	24	11	126	379	459	930	4670
	T $\leq$ 15 °C	31	28	31	30	30	19	6	3	21	31	30	31	291
	CDD													0
2013	T>22 °C													0
KARS	HDD	860	924	770	316	201	32	29		83	270	438	785	4708
	T $\leq$ 15 °C	31	29	31	30	30	8	6		20	31	30	31	277
	CDD													0
2012	T>22 °C													0
KARS	HDD	745	716	611	381	247	98			141	354	686	851	4830
	T $\leq$ 15 °C	31	28	31	30	30	20			25	31	30	31	287
	CDD				0	0	5	4	0					9
2011	T>22 °C				0	0	5	3	0					8
KARS	HDD	649	520	439	348	203	11			33	270	409	588	3470
	T $\leq$ 15 °C													0
	CDD				0	0	12	8	0					20
2010	T>22 °C													0
KARS	HDD	871	607	579	433	231				204	268	437	605	4235
	T $\leq$ 15 °C													0
	CDD				0	0	0	0	0					0
2009	T>22 °C													0
KARS	HDD	1081	882	497	291	310				314	503	795	4673	
	T $\leq$ 15 °C													0
	CDD							0						0
2008	T>22 °C													0

Tabloda görüldüğü üzere 2008 – 2015 yılları arasında en yüksek ısınma ihtiyacı 2011 yılında olmuştur.

Bu yıla ait HDD değeri 4830 °C .gün' dür.

10.1.2 Özgül ısı kaybı

Özgül Isı kaybı, mekanın içi ile dışı arasındaki her °C veya K fark için binanın duvarlar, pencereler, taban ve çatı olmak üzere dış kabuğundan dışarıya kaybedilen ısı miktarıdır. Binaların yapısal özelliklerine ve ısı yalıtımlarına çerçevesinde ortaya çıkan her bina için sabit bir değerdir. Özgül ısı kaybı W/K cinsinden ifade edilebilir.

Kars'da yapılmakta olan yeni sulama barajı havzasında kalacak olan sırasıyla Susuz ve Merkez ilçelerine bağlı Çamçavuş ve Boğazköy köyleri yeni yerleşim yerlerinde uygulanmak üzere Kars İl Çevre ve Şehircilik Müdürlüğü tarafından iki proje hazırlanmıştır. K8 ve K9 olarak adlandırılan bu projelerin sırasıyla özgül ısı kayıpları mekanik projelerinde 281.43 W/K ve 248,34 W/K olarak verilmiştir. Bu değerlere havalandırma yoluyla meydana gelen ısı kayıpları da dahildir.

Aşağıda K9 iskan konutu için yapılan Özgül ısı hesapları verilmiştir. En altta 248,34 W/K değeri görülebilir.

Tablo 8 Çamçavuş Köyü iskan konutu özgül ısı kaybı hesaplama çizelgesi



Binanın Özgül Isı Kaybı Hesaplama Çizelgesi

Binadaki Yapı Elemanları		Yapı Elemanı Kalınlığı	Isıl İletkenlik Hesap Değeri	Isıl İletkenlik Direnci	Isı Geçirgenlik Katsayısı	Isı Kaybedilen Yüzey	Isı Kaybı	
		d(m)	λ (W/mk)	R (m²K/W)	U (m²K/W)	A (m²)	AxU (W/K)	
DUVAR:Dış Havaya Açık Duvar1.1	1/α _i Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,130				
	4.3 Alçı harcı,kireçli alçı harcı	0,005	0,7	0,007				
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,020	1	0,020				
	7.1.5.1 Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar	0,085	0,33	0,258				
	10.3.2.1.1 (*) Ekstrüde polistren köpüğü - TS	0,03	0,028	1,071				
	7.1.5.1 Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar	0,135	0,33	0,409				
	(*) Perlitli dış sıva	0,032	0,074	0,432				
	1/α _d Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,040				
TOPLAM				2,368	0,422	69,34	29,29	
DUVAR:Dış Havaya Açık Duvar1.2	1/α _i Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,130				
	4.3 Alçı harcı,kireçli alçı harcı	0,005	0,7	0,007				
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,020	1	0,020				
	5.1.1 Donatılı	0,25	2,5	0,100				
	(*) Perlitli dış sıva	0,032	0,074	0,432				
	1/α _d Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,040				
TOPLAM				,730	1,371	22,33	30,61	
TAVAN:Çatılı ÇtV	1/α _i Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,130				
	4.3 Alçı harcı,kireçli alçı harcı	0,02	0,7	0,029				
	5.1.1 Donatılı	0,15	2,5	0,060				
	10.5.1 Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım	0,10	0,035	2,857				
	1/α _d Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,080				
TOPLAM				0,8 x A x U	3,156	0,317	104,20	26,42
TABAN:Toprak Temaslı Tdö	1/α _i Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,170				
	8.1.2 Kayın, meşe, dişbudak	0,025	0,2	0,125				
	4.6 Çimento harçlı şap	0,025	1,4	0,018				
	5.1.2 Donatısız	0,05	1,65	0,030				
	9.2.3.5 EPDM etilen propilen kauçuk örtü	0,001	0,3	0,003				
	10.3.2.1.1 Ekstrüde polistren köpüğü - TS	0,04	0,03	1,333				
	5.1.1 Donatılı	0,1	2,5	0,040				
	1.8 Yapay Taşlar	0,15	1,3	0,115				
	2.2 Kil,alüvyon	1	1,5	0,667				
	1/α _d Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,000				
TOPLAM				0,5 x A x U	2,502	0,400	104,20	20,82
Dış Pencere1					3	11,7	35,1	
Dış Kapı1					4	2,3	9,2	
Yapı elemanlarından iletim yolu ile gerçekleşen ısı kaybı toplamı =						151,4		
Σ AU = U _{dAD} + U _{p.Ap} + U _{k.Ak} + 0.8 U _{T.AT} + 0.5 U _{tAt} + U _{dAd} +.... Σ AU = 151,4			İletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybı ; HT = Σ AU + I UI					
Özgül ısı kaybı ; H = HT + Hv			Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı Hv = 0,33 . n _h . V _h = 96,94 W/K					
H = H _i + H _h =248,34..... W/K								

(*) Kullanıcı tarafından tanımlanan bileşenlerdir.

10.1.3 Yıllık ısı kayıpları

Bu durumda K8 ve K9 projeleri için yıllık oluşacak ısı kayıpları 2011 yılı HDD değeri olan 4830 °C .gün kullanılarak,

K8 için;

$$281,43 \text{ W/K} \times 4830 \text{ }^{\circ}\text{C} \cdot \text{gün} \times 24 \text{ h/gün} \times 1/1000 = 32\,623 \text{ kWh}$$

K9 için;

$$248,34 \text{ W/K} \times 4830 \text{ }^{\circ}\text{C} \cdot \text{gün} \times 24 \text{ h/gün} \times 1/1000 = 28\,787 \text{ kWh olarak bulunur.}$$

Hatırlanacak olursa saha çalışması çerçevesinde incelenen evlerde yıllık ısınma ihtiyaçları 20 000 kWh altında bulunmuş ve ev başına yıllık ısı kaybının 20 000kWh olarak alınabileceğini söylemiştik. Ancak bu inceleme sırasında 2014 -2015 kış değerleri dikkate alınmıştı. 2014 ve 2015 yılları HDD değerleri sırasıyla 4275 ve 4304 °C .gün'dür. Bu değerlere göre yıllık ısı kayıpları hesaplandığında;

Tablo 9 K8 ve K9 iskan konutlarının ısıtma enerjisi ihtiyaçları

	2014	2015
K8	28.875	29.071
K9	25.480	25.653

değerleri bulunur. Bu değerler de saha çalışması sonucunda yapılan hane başına yıllık 20 000 kWh ısı kaybı miktarının iyimser olduğunu ve hesaplamalarda kullanılmak üzere bu değer artırılması gerektiğini ortaya koyuyor. Çamçavuş köyü ile ilgili hesaplamalarda, köy sakinleri tarafından K9 projesinin seçildiği ve istendiğini biliyoruz ancak bu konuda nihai karar alınmış değildir. Bu yüzden Kars ilinde gerek Susuz ilçesinde yer alan Çamçavuş Köyü için gerekse Akyaka ilçesi için güvenli tarafta kalmak adına 32 623 kWh değerini kullanacağız.

HDD değerlerinin daha düşük olduğu daha ılıman bölgelerde daha düşük ısı kayıpları söz konusu olacaktır. Örneğin Kırşehir iline bakıldığında 2008 - 2014 yılları arasında en soğuk yıl yine 2011'dir ancak HDD değeri 3044 °C .gün'dür. K9 ev projesinin Kırşehir'de uygulandığını düşünürsek bu durumda oluşacak yıllık ısı kaybı;

$$248,34 \text{ W/K} \times 3044 \text{ }^{\circ}\text{C} \cdot \text{gün} \times 24 \text{ h/gün} \times 1/1000 = 18\,143 \text{ kWh olarak bulunur.}$$

TS 825 Binalarda ısı yalıtım kuralları standardında ev içinde yaşayanlardan ve donanımdan kaynaklanan ısı ile güneş ışınımından kaynaklanan ısının düşülmesi öngörülmektedir. Böylece yıllık ısıtma ihtiyacı biraz daha düşük bulunacaktır. Ancak biz güvenli tarafta kalarak bu ısı kazanımlarının olmadığını varsayacağız. Bunun iki sebebi var. Birincisi, ısı transferi ve havalandırma yoluyla kaybedilen ısı, ev içinde yaşayanlar, donanım ve güneş enerjisi yoluyla kazanılandan oldukça fazladır ve bu kazanımları yok saymak yanıltıcı olmayacaktır. İkincisi ise ekolojik yerleşim modeli Akyaka ilçesinde uygulanabildiği kadar diğer iklimlerde de uygulanabilir olması isteniyor. Güneş enerjisi kazanımları her ilde farklı olacağı ve evin bulunduğu yere, yönüne bağlı olacağı için bu değerler ancak belli bir ev için belirlenebilir.

10.1.4 Mekan ısıtma enerjisi ihtiyacı

Isıtma gün dereceleri ile yapılan hesapta ev başına 32 623 kWh ısıtma enerjisi bulundu. Ancak bunu bir de TS 825’de önerilen metotla hesaplayıp önemli bir fark olup olmadığını irdeleyelim. Gün derece hesabı binanın iç sıcaklığının 18 °C, olduğunu TS 825’de önerilen yöntem ise 19°C olduğunu ön görür. İlkinde il veya ilçeye ait ısıtma gün derece datası kullanılırken, standartta Türkiye yine ısıtma gün derecelerine göre 4 bölgeye ayrılmış ve bu bölgeler için sabit değerler kullanılması öngörülmüştür.

Mevzuat taraması sonucu tespit ettiğimiz formül aşağıdaki gibidir.

$$Q_{yıl} = Q_{Ocak} + Q_{Subat} + + Q_{Aralık}$$

$$Q_{Ay} = H \cdot (\theta_i - \theta_e) \cdot t$$

Burada;

$Q_{yıl}$: Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı (Joule)

Q_{Ay} : Aylık ısıtma enerjisi ihtiyacı (Joule)

H : Binanın özgül ısı kaybı (W/K)

θ_i : Aylık ortalama iç sıcaklık (°C)

θ_e : Aylık ortalama dış sıcaklık (°C)

t : Zaman (s)

Ocak ayı için Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacını hesaplayalım. TS 825 Ek D’de yer alan tablodan Kars ilinin 4. Bölgede yer aldığı ve buna göre Ek B’den konutlar için $\theta_i = 19$ °C ve Ocak ayı için $\theta_e = -5,4$ °C bulunur. H değerimiz ise 281,43 W/K idi.

$$Q_{Ocak} = H \cdot (\theta_i - \theta_e) \cdot t = [281,43 \text{ W/K} \times (19 - (-5,4)) \text{ °C} \times 30 \times 24 \times 60 \times 60 \text{ s}] = 17\,798\,984 \text{ kJ veya } 17\,798\,984 \text{ kJ} \times 0,000278 \text{ kWh/kJ} = 4948 \text{ kWh bulunur.}$$

Benzer şekilde diğer aylar için hesaplanan değerler ve yıllık toplam aşağıda verilmiştir.

Tablo 10 Isıtma enerjisi ihtiyaçları, hane başına

Aylar	Q _{Ay} Isıtma enerjisi ihtiyacı (kWh)	Q _{Ay} Isıtma enerjisi ihtiyacı (kJ)	H Binanın özgül ısı kaybı (W/K)	θ _i Aylık ortalama iç sıcaklık (°C)	θ _e Aylık ortalama dış sıcaklık (°C)	t Zaman (Saniye)
Ocak	4.948	17.798.984			-5,4	
Şubat	4.806	17.288.357			-4,7	
Mart	3.792	13.641.025			0,3	
Nisan	2.251	8.097.079			7,9	
Mayıs	1.257	4.522.693			12,8	
Haziran	345	1.240.093			17,3	
Temmuz	0	0	281,43	19	21,4	2.592.000
Ağustos	0	0			21,1	
Eylül	507	1.823.666			16,5	
Ekim	1.764	6.346.359			10,3	
Kasım	3.224	11.598.518			3,1	
Aralık	4.421	15.902.371			-2,8	
Q_{yıl} Isıtma enerjisi ihtiyacı (kWh)	27.316					

Tablodan görüldüğü üzere yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı 27 316 kWh'dir ve daha önce ısıtma gün derecelerini kullanarak bulduğumuz 32 623 kWh'lik değer ile uyum içindedir. Isıtma gün derecelerine göre hesaplanan değer ısıtma gün derecelerinin en yüksek olduğu yani ısıtma ihtiyacının en yüksek olduğu 2011 yılı için hesaplandığını tekrar hatırlamalıyız. Eğer ortalama gün dereceleri kullanılsaydı 27 316 kWh değerine daha yakın bir değer bulunacağını söyleyebiliriz. Bu durumda tasarım açısından 32 623 kWh değerinin güvenilir olduğunu tekrar doğrulamış olduk.

Ev başına 32 623 kWh olarak bulunan ısıtma ihtiyacı 129 hane için;

129 hane x 32 623 kWh/hane = **4 208 367 kWh/yıl** bulunur.

10.2 Birincil enerji ihtiyacı:

Isınma ile ilgili enerji ihtiyaçlarının yanında sıcak su, pişirme ve elektrik ihtiyaçları üzerinde de durmamız gerekiyor. Bir evin ısıtma, soğutma, sıcak su, aydınlatma, havalandırma ve elektrikli ev aletlerinin kullanımından kaynaklanan enerji ihtiyaçlarının birincil enerji kaynakları gözetilerek hesaplanan tamamına birincil enerji ihtiyacı denir. Esas itibari ile yukarıdaki amaçlar için kullanılan enerjileri kullandıkları formatta ısı enerjisi veya elektrik enerjisi altında toplamamız mümkündür. Birincil enerji ihtiyacı hesaplanırken ısı üretimi ve elektrik üretimi için kullanılan kömür, petrol veya doğal gaz gibi fosil kaynaklardan harcanan kimyasal enerji miktarları, bu kimyasal enerji kaynaklarının ısı ve elektrik enerjilerine çevrilirken meydana gelen kayıplar da gözetilerek hesaplanmalıdır. Alman Passivhaus standardında 1 birim elektrik enerjisi üretmek için 2,7 birim birincil enerji tüketileceği kabul edilmiştir.

Elektrik ve ısı ihtiyaçları, biyogaz ile karşılanacak olan enerji açısından kendi kendine yeterli olması ön görülen ekolojik yerleşim modelimiz düşünüldüğünde, yerleşim yerinde bulunan tüm hanelere ısıtma, sıcak su, pişirme, aydınlatma ve elektrik ev aletleri için gereken tüm enerjiyi sağladığı gibi biyogaz tesisi tarafından kullanılacak enerjiyi de sağlamalıdır.

Isınma ihtiyacının belirlenmesinde hanede yaşayanların sayısı, spot ve halojen lambalar, ütü, fırın, ocak gibi donanımların kullanılması da rol oynasa da, esas belirleyici öğelerin iklim şartları ve binanın yapısal özellikleri olduğunu söyleyebiliriz. Fakat pişirme, sıcak su ve elektrik ihtiyacı yaşam tarzları standartları ile daha çok paralellik arz etmektedir. Saha çalışmalarımız sırasında incelediğimiz hanelerde pişirme için ayda 200 kWh, sıhhi sıcak su içinse 330kWh enerji harcandığını bulmuştuk.

10.3 Sıhhi sıcak su enerji ihtiyacının hesaplanması

Öncelikle gereken enerjinin suyun iç enerjisini arttırmaktan daha fazla olduğunu, bir kısım enerjinin ısı değiştiricilerde ve boru hatlarında kaybedileceğini hatırlamalıyız. Kojenerasyon ünitelerini imal eden ve satan firmalar, kojenerasyon ünitesinden elde edilecek ısı ile yapılması istenen işe uygun bir ısı değiştirici grubunu, kojenerasyon ünitesine dahil etmektedir. Örneğin; egzoz gazlarından geri kazanılan ısı buhar üretilmesi için gereken sıcaklığa fazlasıyla sahiptir ancak eğer istenen sıcak su üretilmesi ise egzoz gazlarından kazanılan bu ısı miktarı kütlesi buhar kütlesine göre daha fazla bir su kütlesini istenen sıcaklığa getirmek için kullanılabilir. Egzoz gazlarına ek olarak motorun soğutma sistemlerinden de ısı geri kazanılmaktadır. Kojenerasyon ünitesini imal eden ve ısı geri kazanım için kullanılacak ısı değiştiricileri tasarlayan firmadan, geri kazanılacak ısı ile sıcak su üretilmesi istendiğinde, firma tarafından ısı değiştiricilerin konfigürasyonu bu isteğe göre tasarlanır. Genellikle ısının tamamı 90°C 'de su üretiminde kullanılır. Bu sıcaklık mekan ısıtılması için idealdir.

Ekolojik yerleşim modelinde geri kazanılan ısının 3 amaçla kullanılması söz konusudur. Bunlar;

- Mekan ısıtması yapılması
- Sıhhi sıcak su üretilmesi ve
- Biyogaz tesisi çürütücü tanklarının operasyon sıcaklığında (genellikle 37°C) tutulmasıdır.

Bu amaçlarla istenen su sıcaklıkları birbirinden farklıdır. Mekan ısıtılması için klorifer radyatörlerine giriş yapması istenen su sıcaklığı genellikle 90 – 80°C'dir. Radyatör çıkış sıcaklıkları ise 70-65 °C'dir. Bu giriş ve çıkış sıcaklıkları radyatörler ve kalorifer kazanı arasındaki boru hatlarındaki ısı kayıplarının farklı olmasından dolayı farklı olabilir. Radyatörlerdeki giriş su sıcaklıklarındaki farklar radyatör büyüklüğü ve tipi ile giderilebilir.

Sıhhi sıcak suyun max. 60°C'de üretilmesi veya depolanması gereklidir. Daha yüksek sıcaklıklar cilt yanması riski yüzünden mevzuatta yer almamıştır.

Biyogaz tesisi çürütücü tanklarının ısıtılması için kullanılacak su sıcaklığının 40 - 45°C'de olması istenir. Burada ısıtılacak medyanın hava yerine sıvı olması daha güçlü bir ısı transferine imkan kılar. Böylece ısıtma sistemi giriş ve çıkış sıcaklıkları arasındaki daha küçük sıcaklık farkları için nispeten daha yüksek miktarda ısının transfer edilmesi mümkündür. Sıcaklık aralığının düşük olmasından kaynaklanan dezavantaj, ısı transfer alanı yükseltilerek de giderilir. Bu yüzden çürütücü duvarlarının iç çeperlerinde tüm çeper boyunca ısı değiştirici borular birçok tur atarak monte edilmişlerdir.



Fotoğraf 35 Çürütücü ısı değiştirici boruları

Çürütücü içindeki bakteriler 50°C üzerindeki ortamlarda yaşayamazlar. Bu yüzden ısıtma tesisatını yalayıp geçen sıvı kütlesi geçici olsa bile hiçbir zaman 50°C üzerine çıkmamalıdır. Aksi takdirde biyogaz oluşumunda rol oynayan bakteriler azalacak ve biyogaz oluşumu baltalanmış olacaktır. Diğer yandan yüksek sıcaklıklardaki ısıtma tesisatlarında oluşabilecek bir diğer sorun, pişen proteinlerin ısıtma tesisatı üzerine yapışması ve ısı transferini engellemesidir. Bu da çürütücünün istenen sıcaklıkta tutulmasına bir engel teşkil eder.

Saha çalışması sırasında 4 kişilik bir hanede sıcak ve soğuk olarak kullanılan sıhhi su ihtiyacı miktarını 16,8 metreküp olarak hesaplamıştık. Su kullanımı ülkeden ülkeye şehirden şehire değişmektedir. Aşağıda değişik şehirlerde kişi başına su tüketimleri verilmiştir. (3)

Tablo 11 Bazı büyük şehirlerin kişi başına su tüketimleri

	Tüketim (lt/kişi.gün)
Paris	230
New York	690
Riyad	500
Türkiye Ort.	150

Su tüketimi modern yaşamın göstergelerinden biri olsa da son yıllarda su tüketiminin sınırlandırılması doğrultusunda sosyal kampanyalar da yürütülmektedir. Eskiden su tüketiminin çokluğu medeniyet belirtisi olarak kabul edilirken yakında tersi kabul edilebilir.

Türkiye için ortalama günlük kişisel tüketim 150 lt, belediye ve sanayi ihtiyaçları ile beraber 250 lt olarak verilmiştir. Bu değerlerin ihtiyaç planlanmasında kullanılması da önerilmektedir.

Bu durumda 4 kişilik bir hane için aylık su tüketimi;

4 kişi x 30 gün x 150lt/gün.kişi = 18 000 lt veya 18 metreküp değeri bulunur. Bu değer daha önce saha çalışması sırasında hesaplanan 16,8 metreküplük değer ile uyumludur.

Mevzuat taraması sırasında, Avrupa ortalaması olarak ev başına günlük sıcak su ihtiyacının karşılanması için gereken enerji 5,845 kWh olarak tespit edildiği bulunmuştur. Bu da aylık 30 gün x 5,845 kWh /gün = 175,35 kWh yapar. Avrupa’da ortalama hane halkı sayısının, Türkiye’dekinden daha düşük olduğu hatırlanırsa bu değer de daha önce hesapladığımız hane başına aylık 330 kWh’lık değer ile uyumludur. 330 kWh’lık değer hesaplanırken Kars için daha gerçekçi bir değer olduğu düşünülerek soğuk suyun temin sıcaklığının mevzuatta önerilen 10°C yerine, Kars için daha gerçekçi olan 3°C alındığı da not edilebilir. Ancak Avrupa’ya oranla Türkiye’de su kullanımının daha düşük olduğu da unutulmamalıdır.

Ancak mevzuat taraması sırasında çeşitli armatürlerde önerilen su akış debileri aşağıdaki gibi bulunmuştu.

- Çeşme: 3lt/dk veya 0,05 lt/s
- Duş: 6lt/dk veya 0,1 lt/s
- Banyo: 10lt/dk veya 0,17 lt/s

Saha çalışması sırasında ise bu değer tüm armatürler için 0,16 lt/s alınmıştı. Hesaplar yeni değerlere göre aşağıda revize edilmiştir.

Yıkanma:

Yıkanma için aylık gerekli sıcak su miktarı ise kışın haftada 2 kere 5 dakikalık duş yapılacağı varsayılarak hesaplanabilir.

4 kişi x 2 x (52 hafta / yıl ÷ 12 ay / yıl) x 5 dk/kişi x 0.1 lt/s x 60 s/dk= 1040 lt 41°C’deki gerekli olan sıcak su miktarı olarak hesaplanır. Bu durumda banyo için kullanılacak sıcak su için gerekli enerji

1040 lt x 1 kg/lt x 4,19 kj/kg.K x 0,000278 kWh/kj x (41 K - 3 K) = 46,03 kWh bulunur.

Mutfak:

Mutfakta her gün 1 dk süre ile 20°C sıcaklığında suyun 10 kere kullanılacağı düşünülürse aylık tüketilecek su miktarı;

30 gün/ay x 10 defa/gün x 1 dk/defa x 0,05 lt/s x 60 s/dk= 900 lt, 20°C’de su bulunur. Bu durumda mutfak için kullanılacak sıcak su için gerekli enerji

900 lt x 1 kg/lt x 4,19 kj/kg.K x 0,000278 kWh/kj x (20 K – 3K) = 17,82 kWh bulunur.

Temizlik:

Temizlik için haftada 10 litrelik 10 kova 20°C sıcaklığında suyun kullanıldığı düşünülürse aylık tüketilecek su miktarı

$$10 \text{ kova} \times 10 \text{ lt/kova} \times (52 \text{ hafta} / \text{yıl} \div 12 \text{ ay} / \text{yıl}) = 433,33 \text{ lt}, 20^\circ\text{C} \text{ de su bulunur.}$$

Bu durumda temizlik için kullanılacak sıcak su için gerekli enerji

$$433,33 \text{ lt} \times 1 \text{ kg/lt} \times 4,19 \text{ kj/kg.K} \times 0,000278 \text{ kWh/kj} \times (20 \text{ K} - 3\text{K}) = 8,58 \text{ kWh}$$

Tuvalet ve el yıkama:

Tuvalet, el yıkama ve benzer ihtiyaçlar için gerekli sıcak su miktarı ise kişi başı günde 5 kere 0,5 dakika çeşmenin açık tutulacağı varsayılarak hesaplanabilir.

4 kişi x 5 defa/kişi.gün x 30 gün/ay x 0,5 dk/defa x 0,05 lt/s x 60 s/dk= 900 lt 20°C'deki gerekli olan sıcak su miktarı olarak hesaplanır. Bu durumda bu kalemde kullanılacak sıcak su için gerekli enerji

$$900 \text{ lt} \times 1 \text{ kg/lt} \times 4,19 \text{ kj/kg.K} \times 0,000278 \text{ kWh/kj} \times (20\text{K} - 3\text{K}) = 17,82 \text{ kWh bulunur.}$$

Bulaşık:

Her gün bulaşık makinasının bir defa çalıştırılacağı düşünülerek günde 15 lt 50°C de su tüketileceğini düşünebiliriz. Bu durumda su tüketimi

30 gün x 15 lt/gün = 450 lt, 50°C olarak bulunabilir. Bu durumda bu kalemde kullanılacak sıcak su için gerekli enerji

$$450 \text{ lt} \times 1 \text{ kg/lt} \times 4,19 \text{ kj/kg.K} \times 0,000278 \text{ kWh/kj} \times (50-3) = 24,64 \text{ kWh bulunur.}$$

Çamaşır:

Ayda çamaşır makinasının 10 kere çalıştırılacağı varsayılarak her çalıştırmada yaklaşık 150 lt ortalama 50°C de su tüketileceği düşünülerek su tüketimi;

$$10 \text{ defa/ay} \times 150 \text{ lt/defa} = 1500\text{lt}, 50^\circ\text{C}$$

Enerji tüketimi;

$$1500 \text{ lt} \times 1 \text{ kg/lt} \times 4,19 \text{ kj/kg.K} \times 0,000278 \text{ kWh/kj} \times (50-3) = 82,12 \text{ kWh bulunur.}$$

Soğuk olarak kullanılacak ayda 7 ton sifon suyu ile beraber toplam aylık su tüketimi;

$$7000 \text{ lt} + 1040 \text{ lt} + 900 \text{ lt} + 433,33 \text{ lt} + 900 \text{ lt} + 450 \text{ lt} + 1500 \text{ lt} = 12223 \text{ lt bulunur.}$$

Suyun ısıtılması için tüketilen toplam enerji ise;

$$46,03 \text{ kWh} + 17,82 \text{ kWh} + 8,58 \text{ kWh} + 17,82 \text{ kWh} + 24,64 \text{ kWh} + 82,12 \text{ kWh} = 197,01\text{kWh} \text{ olarak bulunur.}$$

Bu değer Avrupa ortalaması olan 175,35 kWh lik değer ile oldukça uyumludur. Hane halkı sayısının yüksek ve su temin sıcaklığının düşük olması ile kişi başına su tüketiminin az olması birbirini dengelemiş gözükmemektedir.

Ekolojik yerleşim modelinin, kış şartları Kars kadar ağır olmayan dolayısıyla, su temin sıcaklığının 10°C olarak alınabileceği bir yerde hayata geçirilmesi durumunda gereken enerji aşağıda hesaplanmıştır.

Yıkanma:

$$1040 \text{ lt} \times 1 \text{ kg/lt} \times 4,19 \text{ kj/kg.K} \times 0,000278 \text{ kWh/kj} \times (41 \text{ K} - 10 \text{ K}) = 37,55 \text{ kWh}$$

Mutfak:

$$900 \text{ lt} \times 1 \text{ kg/lt} \times 4,19 \text{ kj/kg.K} \times 0,000278 \text{ kWh/kj} \times (20 \text{ K} - 10 \text{ K}) = 10,48 \text{ kWh}$$

Temizlik:

$$433,33 \text{ lt} \times 1 \text{ kg/lt} \times 4,19 \text{ kj/kg.K} \times 0,000278 \text{ kWh/kj} \times (20 \text{ K} - 10 \text{ K}) = 5,05 \text{ kWh}$$

Tuvalet ve el yıkama:

$$900 \text{ lt} \times 1 \text{ kg/lt} \times 4,19 \text{ kj/kg.K} \times 0,000278 \text{ kWh/kj} \times (20 \text{ K} - 10 \text{ K}) = 10,48 \text{ kWh}$$

Bulaşık:

$$450 \text{ lt} \times 1 \text{ kg/lt} \times 4,19 \text{ kj/kg.K} \times 0,000278 \text{ kWh/kj} \times (50 \text{ K} - 10 \text{ K}) = 20,97 \text{ kWh}$$

Çamaşır:

$$1500 \text{ lt} \times 1 \text{ kg/lt} \times 4,19 \text{ kj/kg.K} \times 0,000278 \text{ kWh/kj} \times (50 \text{ K} - 10 \text{ K}) = 69,88 \text{ kWh}$$

Hane başına toplam enerji ise;

$$37,55 \text{ kWh} + 10,48 \text{ kWh} + 5,05 \text{ kWh} + 10,48 \text{ kWh} + 20,97 \text{ kWh} + 69,88 \text{ kWh} = 154,41 \text{ kWh/hane.ay}$$

veya $12 \times 154,41 \text{ kWh/hane.ay} = \mathbf{1853 \text{ kWh/hane.yıl olarak bulunur.}}$

10.4 Kalorifer suyu dağıtımı ısı kayıpları

Kojenerasyon ve eğer kullanılması gerekli görülürse ek biyokütle doğrudan yakma tesisinde üretilen kalorifer suyunun ve sıhhi sıcak suyun depolanması ve ekolojik yerleşim birimi içinde bulunan evlere dağıtılması sırasında boru hatlarında ısı kayıpları olacaktır.

Kars Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü tarafından Çamçavuş Köyü İmar Planı Taslak Çalışması ve yapılacak iskan konutlarının projeleri hazırlanmıştır. Yapılan iskan konutu projesinde mekan ısıtmanın katı yakıtlı ve fanlı kalorifer kazanı ile sıhhi sıcak su üretiminin ise katı yakıtlı termosifon ile yapılması öngörülmüştür. Mekanik proje de ev içinde ısıtma sisteminin ve sıcak su sisteminin kalorifer ve termosifon çıkışlarında 25mm çaplı borularla beslenmesi öngörülmüştür. Buradan, şu anda tasarlanmış yapının, bölgesel ısıtma ve sıcak su tesisatı ile değiştirilmesi durumunda, bölgesel ısıtma merkezinden evlere gelen kalorifer su borularının ve sıhhi sıcak su borularının 25mm veya 1 parmaklık borular olması gerektiğini anlıyoruz. Aşağıda bölgesel ısıtma da sıcak su hatlarında Avrupa'da yaygın olarak kullanılan Brugg marka ısı yalıtımlı esnek borunun ısı kaybı verisi kendi kataloğundan verilmiştir. (5)

Tablo 12 Brugg marka ısı yalıtımlı esnek borunun ısı kaybı verisi

CALPEX district heating pipe

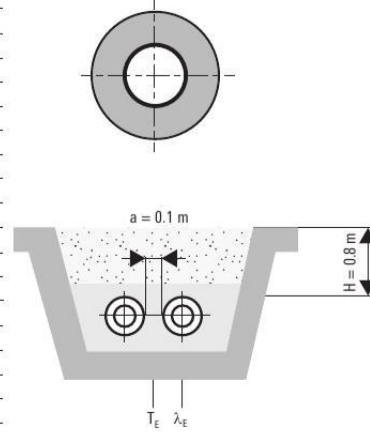
| CPX 1.210

Heat loss

Heating, 6 bar

CALPEX UNO

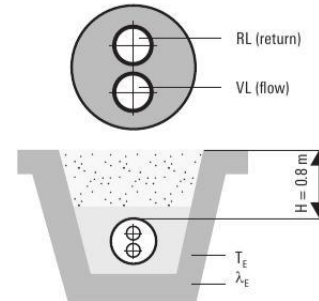
Heat losses q [W/m] for one UNO pipe						
CALPEX UNO	U-value [W/mK]	Average operating temperature T _s [°C]				
		40°	50°	60°	70°	80°
25/ 76	0.1142	3.43	4.57	5.71	6.85	7.99
25/ 91 PLUS	0.0993	2.98	3.97	4.97	5.96	6.95
32/ 76	0.1442	4.33	5.77	7.21	8.65	10.09
32/ 91 PLUS	0.1212	3.64	4.85	6.06	7.27	8.48
40/ 91	0.1510	4.53	6.04	7.55	9.06	10.57
40/111 PLUS	0.1236	3.71	4.94	6.18	7.42	8.65
50/111	0.1551	4.65	6.20	7.76	9.31	10.86
50/126 PLUS	0.1360	4.08	5.44	6.80	8.16	9.52
63/126	0.1767	5.30	7.07	8.84	10.60	12.37
63/142 PLUS	0.1539	4.62	6.16	7.70	9.23	10.77
75/142	0.1908	5.72	7.63	9.54	11.45	13.36
75/162 PLUS	0.1616	4.85	6.46	8.08	9.70	11.31
90/162	0.2057	6.17	8.23	10.29	12.34	14.40
90/182 PLUS	0.1747	5.24	6.99	8.74	10.48	12.23
110/162	0.2957	8.87	11.83	14.79	17.74	20.70
110/182	0.2355	7.07	9.42	11.78	14.13	16.49
110/202 PLUS	0.1992	5.98	7.97	9.96	11.95	13.94
125/182	0.3026	9.08	12.10	15.13	18.16	21.18
125/202 PLUS	0.2771	8.31	11.08	13.86	16.63	19.40
140/202	0.3084	9.25	12.34	15.42	18.50	21.59
160/250*	0.3028	9.08	12.11	15.14	18.17	21.20



CALPEX DUO

(flow and return in one pipe)

Heat losses q [W/m] for one DUO pipe						
CALPEX DUO	U-value [W/mK]	Average operating temperature T _B [°C]				
		40°	50°	60°	70°	80°
25 + 25/ 91	0.1786	5.36	7.14	8.93	10.72	12.50
25 + 25/111 PLUS	0.1392	4.18	5.57	6.96	8.35	9.74
32 + 32/111	0.1829	5.49	7.32	9.15	10.97	12.80
32 + 32/126 PLUS	0.1571	4.71	6.28	7.86	9.43	11.00
40 + 40/126	0.2108	6.32	8.43	10.54	12.65	14.76
40 + 40/142 PLUS	0.1741	5.22	6.96	8.71	10.45	12.19
50 + 50/162	0.1954	5.86	7.82	9.77	11.72	13.68
50 + 50/182 PLUS	0.1662	4.99	6.65	8.31	9.97	11.63
63 + 63/182	0.2381	7.14	9.52	11.91	14.29	16.67
63 + 63/202 PLUS	0.2075	6.23	8.30	10.38	12.45	14.53



Note:

Due to the planned revision of standards, the heat losses are not shown as specified within EN 15632.

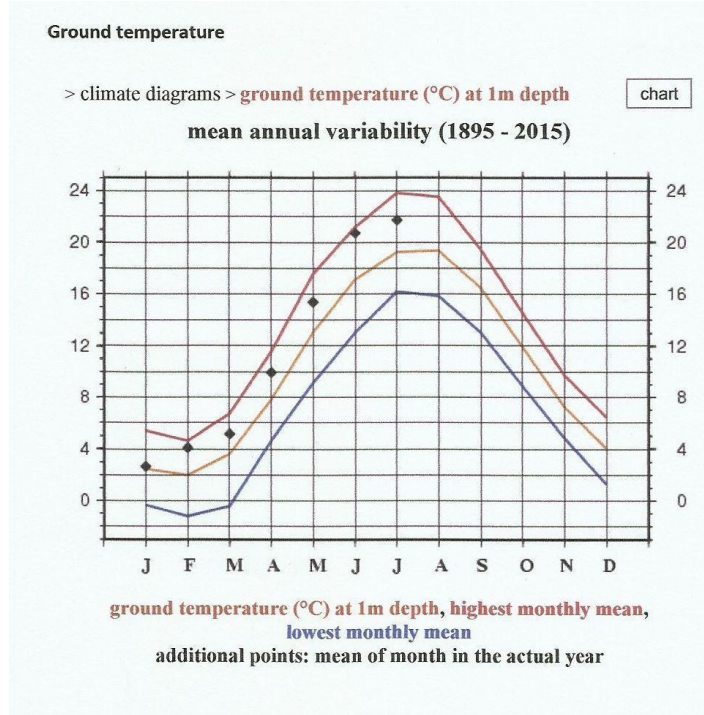
Type of installation, CPX UNO:	2-pipe, laid in the ground
Type of installation, CPX DUO:	1-pipe, laid in the ground
Pipe distance:	a = 0.10 m
Cover above pipe:	H = 0.80 m
Ground temperature:	T_E = 10 °C
Soil conductivity:	λ_E = 1.0 W/mK
Conductivity of PUR foam:	λ_{PU} = 0.0216 W/mK
*Conductivity of PUR foam:	λ_{PU} = 0.0260 W/mK
Conductivity of PEX pipe:	λ_{PEXa} = 0.38 W/mK
Conductivity of PE pipe:	λ_{PE} = 0.33 W/mK

Heat loss during operation:

q	= $U (T_B - T_E)$ [W/m]
U	= Heat transfer coefficient [W/mK]
T_B	= Average operating temperature [°C]
T_E	= Average ground temperature [°C]
VL	= Flow
RL	= Return

Verilen bilgiler içinde boru hattının yüzeyden 80 cm derine gömülmesi istenmiştir. Bunun sebebi toprağın donma derinliğinin Orta Avrupa'da 70 cm üzerine çok nadiren çıkmasıdır. Gerekirse bu derinlik bir miktar daha arttırılabilir. Yer sıcaklığı ise 10 °C olarak verilmiştir. Bu da ortalama olarak alınmış bir değerdir. Gerçekte 80 cm derinlikte toprak yaz ve kış aylarında oldukça değişken bir sıcaklığa sahiptir.

Aşağıda Almanya'nın Potsdam şehrinde 1 m derinlikte yer sıcaklıklarının yıllık değişimi görülebilir.



En alttaki çizgi aylık en düşük sıcaklıkların 1895 -2015 aralığında ortalamalarını göstermektedir. Görüldüğü gibi 1 m derinlikteki yer sıcaklıkları -2 ile 16 °C arasında değişmektedir.

Şekil 8 Almanya'nın Potsdam şehrinde 1 m derinlikte yer sıcaklıklarının yıllık değişimi

Çamçavuş köyü imar planı taslak çalışması üzerinden her parselin kojenerasyon merkezine uzaklığı çalışılmıştır.

Sıcak su gidiş için sokak hatlarının her 20 -25 ev için bir hat olmak üzere 8 ayrı hat Calpex 125/202 PLUS, evlere bağlantıların ise her ev için 30 m 25/91 PLUS ile yapıldığını düşünürsek, 80°C ortalama operasyon sıcaklığı için toplam sıcak su gidiş borularından ısı kaybı;

$$[(50 \text{ m} + 150 \text{ m} + 200 \text{ m} + 300 \text{ m} + 400 \text{ m} + 500 \text{ m} + 600 \text{ m} + 700 \text{ m}) \times 19,4 \text{ W/m} + 129 \text{ hane} \times 30 \text{ m/hane} \times 6,95 \text{ W/m}] \times (8 \times 30 \times 24 \text{ h}) = 478 \, 924 \text{ kWh}$$
 bulunur. %20 oranında bağlantı elemanlarında oluşacak ısı kaybı ile beraber 574 709 kWh bulunur.

Dönüş su sıcaklığı kaybı hesabında 70°C operasyon sıcaklığı değerleri kullanılırsa;

$$*(2900 \text{ m} \times 16,63) + (129 \text{ hane} \times 30 \text{ m/hane} \times 5,96 \text{ W/m}) + (8 \times 30 \times 24 \text{ h}) = 410 \, 643 \text{ kWh}$$
 bağlantı elemanları oluşacak ısı kaybı ile beraber 492 772 kWh bulunur.

Gidiş ve geliş kalorifer suyu dağıtımı toplam ısı kaybı;

574 709 kWh + 492 772 kWh = **1 067 481 kWh/yıl** olarak bulunur.

Aylık kayıp 1 067 481 kWh/yıl /12 = 133 435 kWh/ay'dır.



Fotoğraf 36 Isıtma borularının yer altına döşenmesi

10.5 Sıhhi sıcak su dağıtımı ısı kaybı

Sıhhi sıcak su evlere 60°C'de dağıtılacaktır. Bu yüzden operasyon sıcaklığı 60°C alınabilir. Kalorifer suyuna benzer konfigürasyonda ana borular ve dağıtıcı borular ile evlere sıcak su dağıtımı yapılacaktır.

Sıhhi sıcak su dağıtımından kaynaklanan ısı kaybı;

$[(2900 \text{ m} \times 13,86) + (129 \text{ hane} \times 30 \text{ m/hane} \times 4,97 \text{ W/m})] \times (12 \times 30 \times 24\text{h}) = 513\,457 \text{ kWh}$ bağlantı elemanlarındaki %20'lik kayıp ile birlikte **616 148 kWh/yıl** olarak bulunur.

Aylık değer ise 616 148 kWh/yıl /12 = 51 346 kWh/ay'dır.

Kalorifer suyu dağıtımından kaynaklanan ısı kaybını 8 ay için, sıcak su dağıtımından kaynaklanan ısı kaybının ise 12 ay için hesaplandığı not edilebilir.



Fotoğraf 37 Çaplı ısıtma boruları montajı

Soğuk su dağıtımı ısı kaybı

Soğuk suyun da evlere 10°C'de evlere servis edilmesi donmaları önlemek için uygun olacaktır. Yer sıcaklığı ortalama olarak 10°C alındığı için hesap sonucu bir ısı kaybı çıkmaz ancak kış aylarında yer sıcaklığının 10°C altına düştüğü aylarda bir miktar ısı kaybı ve yaz aylarında bir miktar ısı kazanımı olabilir.

Isı ihtiyaçları aşağıdaki tabloda olduğu gibi özetlenebilir.

Tablo 13 Mekan ısıtma ve sıhhi sıcak su için ısı ihtiyaçları

Isıtma enerjisi ihtiyacı		4.208.367	
Kalorifer suyu dağıtımı ısı kayıpları		<u>1 067 481</u>	
Mekan ısıtma enerji ihtiyacı			5.275.848
Sıhhi sıcak su enerji ihtiyacı	(kWh)	239.037	
Sıhhi sıcak su dağıtımı ısı kaybı		<u>616.148</u>	
Sıcak su enerji ihtiyacı			855.185
Toplam enerji ihtiyacı			6.131.033

10.6 Kojenerasyon ısısı

Bu noktada 1 MW elektrik çıkış gücüne sahip bir kojenerasyon tesisinden ne kadar ısı geri kazanılabileceğini kontrol edelim.

GE firması tarafından isteğimiz üzerine 1 MWe çıkışlı kojenerasyon ünitesi olarak 2 adet 527 kWe elektrik çıkış gücünde J312 GS-C25 biyogaz motoru ve elektrik jeneratörün ve ısıyı geri kazanan ısı değiştiricilerden oluşan ünite önerilmiştir.

Aşağıda bu ünitelerin teknik verileri ve ısı değiştiricilerin şeması verilmiştir.

Tablo 14 GE J312 GS-C25 biyogaz motoru ve elektrik jeneratörün ve ısıyı geri kazanan ısı değiştiricilerden oluşan ünite teknik verileri



0.01 Technical Data (at module)

Data at:

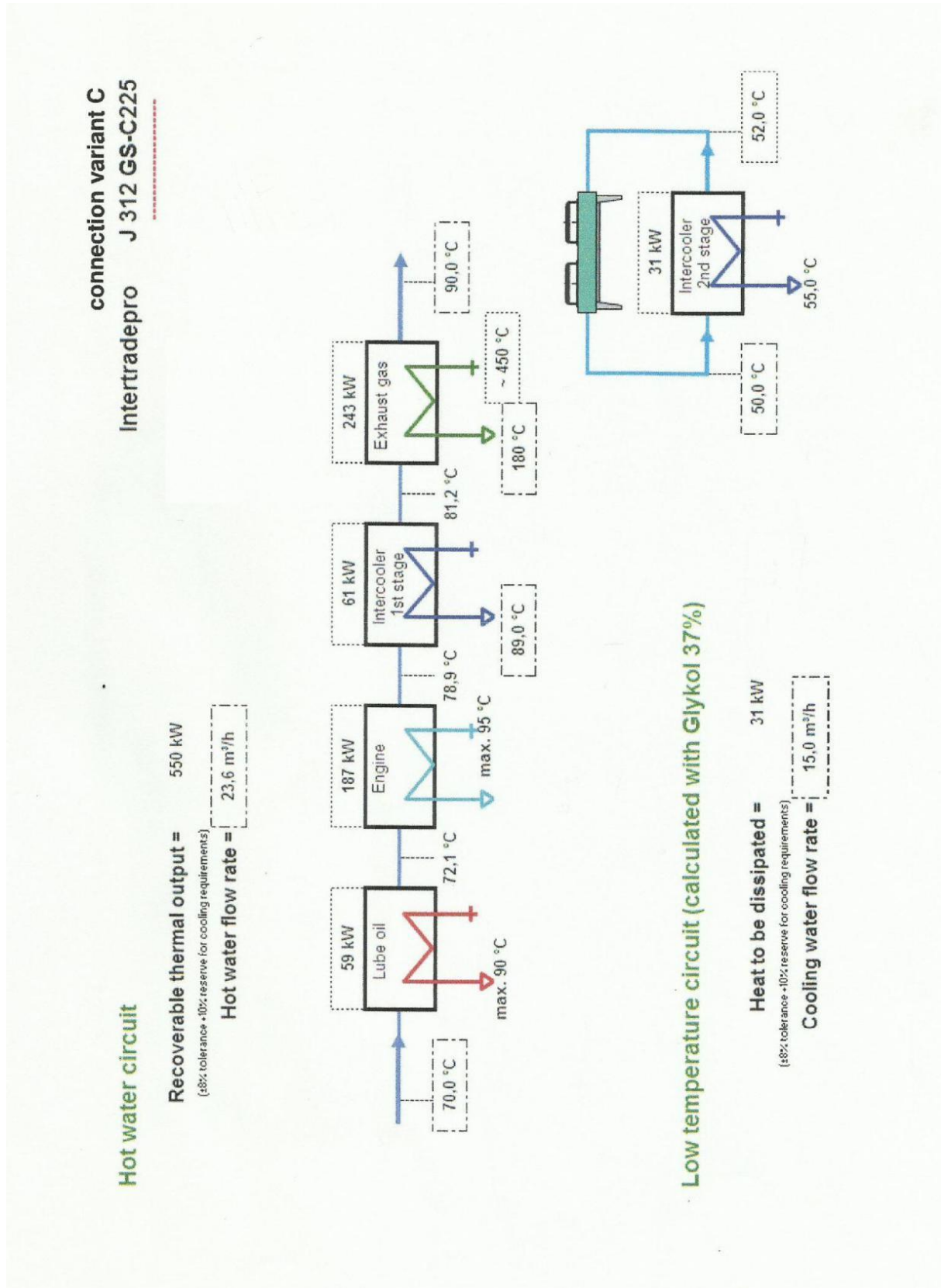
Full
load

Part Load

Fuel gas LHV		kWh/Nm ³	4,5		
			100%	75%	50%
Energy input		kW	[2]	1.302	1.008
Gas volume		Nm ³ /h	*)	289	224
Mechanical output		kW	[1]	544	408
Electrical output		kW el.	[4]	527	395
Recoverable thermal output					
~ Intercooler 1st stage		kW		61	23
~ Lube oil		kW		59	49
~ Jacket water		kW		187	177
~ Exhaust gas cooled to 180 °C		kW		243	193
Total recoverable thermal output		kW	[5]	550	442
Total output generated		kW total		1.077	837
Heat to be dissipated					
~ Intercooler 2nd stage		kW		31	15
~ Surface heat	ca.	kW	[7]	49	47
~ Balance heat		kW		13	10
Spec. fuel consumption of engine		kWh/kWh	[2]	2,39	2,47
Lube oil consumption	ca.	kg/h	[3]	0,16	~
Electrical efficiency		%		40,5%	39,1%
Thermal efficiency		%		42,2%	43,8%
Total efficiency		%	[6]	82,7%	83,0%
Hot water circuit:					
Forward temperature		°C		90,0	86,1
Return temperature		°C		70,0	70,0
Hot water flow rate		m ³ /h		23,6	23,6

*) approximate value for pipework dimensioning
[] Explanations: see 0.10 - Technical parameters

All heat data is based on standard conditions according to attachment 0.10. Deviations from the standard conditions can result in a change of values within the heat balance, and must be taken into consideration in the layout of the cooling circuit/equipment (intercooler; emergency cooling; ...). In the specifications in addition to the general tolerance of +/- 8% on the thermal output a further reserve of 10% is recommended for the dimensioning of the cooling requirements.



Şekil 9 GE J312 GS-C25 biyogaz motoru ısı geri kazanımı

Tablo ve şekilden okunabileceği üzere, ünite başına 550 kW termal çıkış ya da ısı debisi elde etmek mümkündür. Bu ısı ile 90 °C çıkış ve 70 °C giriş sıcaklığı olmak üzere 23,6 m³ debisinde sıcak suyu devri daim yapmak mümkündür. Başka bir deyişle 70°C'de gelen 23,6 m³ debiye sahip suyu 90 °C'ye yükseltmek mümkündür.

İki adet ünite için termal çıkış $2 \times 550 \text{ kW} = 1100 \text{ kW}$ olacaktır. Biyogaz tesisinin mera zamanı olan 2 ay dışında arıza halleri dışında çalıştırılacağı düşünülürse normal çalışma süresi; $10 \times 30 \times 24 = 7200 \text{ h}$ olarak bulunur. Kapsamlı bakımların atıl geçecek olan 2 aylık sürede yapılması uygun olacaktır. Arıza halleri için %5'lik sürede makinaların kapalı olacağı varsayılırsa kojenerasyon ünitesinin $7200 \times \%95 = 6840 \text{ h}$ üretimde olduğunu varsayabiliriz. Kapsamlı bakımlar dahil %93'lük çalışma süresi yılda 8200 h Avrupa'da tesisi rejimine oturduktan sonra sağlanabilen bir aktif çalışma süresi oranıdır. Bu yüzden kapsamlı bakımların atıl sürede yapılacağı varsayılarak geriye kalan sürede %95'lik bir aktif çalışma süresi oranı gerçekçi bir yaklaşımdır. Bu durumda yılda üretililecek toplam termal enerji veya ısı;

$2 \times 550 \text{ kW} \times 6840 \text{ h} = 7\,524\,000 \text{ kWh}$ olarak hesaplanabilir. Aylık ise $7\,524\,000 \text{ kWh} / 10 = 752\,400 \text{ kWh}$ 'dir.

Bu mekan ısıtılması ve sıhhi sıcak su için bulunan 5 063 552 kWh'den büyüktür ve yeterli gözükmektedir. Ancak biyogaz tesisi çürütücü tanklarının ısıtılması için de ısıya ihtiyaç vardır. Bu ısı miktarı da hesaplandığında, genel indikatörler çerçevesinde gereken ısıнын kojenerasyon tesisinden elde edilebilecek ısıyı geçeceği aşıkardır. Bu yüzden bir biyokütle doğrudan yakma ünitesi ilave edilmesi gerekli gözüküyor. Ancak kojenerasyon ısısının en çevreci ısı olduğundan yola çıkarak, biyokütle doğrudan yakma ünitesine mümkün olduğu kadar az iş bırakmak adına tesisi lisansız elektrik üretme üst limiti olan 1 MWe kapasitesinde tasarlamak doğru olacaktır.

Bir MWe kapasitesinde biyogaz tesisi için çürütücü tankların ısı ihtiyacının hesaplanması için öncelikle çürütücü tankların hacimlerinin hesaplanması gerekiyor.

10.7 1 MWh biyogaz tesisi tasarımı

10.7.1 Kojenerasyon ısı üretiminin ile evlerin ısı ihtiyacının karşılaştırılması

Saha çalışması sırasında Susuz ilçesi, Çamçavuş Köyü büyükbaş hayvan sayısından yola çıkarak aşağıdaki tabloda yer alan elektrik ve termal çıkış değerlerini hesaplamıştık.

Tablo 15 sadece dışkı ile üretilen elektrik, ısı ve gübre

BİYOKÜTLE	Günlük (ton/gün)	Yıllık (ton/yıl) ²	Kuru Madde Oranı %	Kuru Madde (KM) Miktarı (ton/yıl)	Organik Kuru Madde Oranı %	Organik Kuru Madde (OKM) Miktarı (ton/yıl)	Birim OKM başına Metan çıkışı m ³ /ton	Metan Miktarı m ³	Biyogaz Miktarı m ³ ton	
Dışkı, B'baş ¹	90	26.100	14%	3.654	80%	2.923	240	701.568	1.169.280	1.435
Toplam				3.654		2.923		701.568	1.169.280	1.435
GELİRLER										
Biyogaz içinde beklenen metan yüzdesi								60%		
Elde edilecek metan (m ³ /yıl)								701.568		
Metan ısı değeri (kWh/m ³)								9,4		
Toplam Enerji (kWh/yıl)								6.594.739		
Elektriğe çevrim verimi								40%		
Biyogazdan elde edilen Elektrik (kWh/yıl)								2.637.896		
Tesis tarafından tüketilen elektrik (kWh/yıl)								263.790		
Elde edilen net elektrik miktarı (kWh/yıl)								2.374.106		
Jeneratör ortalama çıkış gücü (kW)³								382		
Elektrik Satış Fiyatı (TL/kWh) (0,1330 USD/kWh)								0,3857		
Elektrik geliri (TL/yıl)								915.693		
Kullanılabilen ısıya dönüştürme verimliliği								42%		
Kojenerasyon biriminden kullanılabilen ısı (kWh/yıl)								2.769.790		
Biyogaz tesisi tarafından kullanılacak ısı miktarı (kWh/yıl)								1.661.874		
Kullanılabilecek ısı miktarı (kWh/yıl)								1.107.916		
Üretilen gübre, %30 kuru (ton/yıl)								7.398		
<u>1.07.2016</u>										
USD/TL								2,9000		

1 Çamçavuş Köyü büyükbaş sayısı 3000 adet (kayıtsız buzağılar dahil) ve ortalama dışkı miktarı hayvan başına 30 kg alınmıştır.

2 Mera zamanı düşünülerek bir yıl 290 gün alınmıştır.

3 Arizi bakım ve mera süreleri çıkartılarak yıllık çalışma süreleri 6900 saat alınmıştır.

Sadece büyükbaş hayvan dışkıları kullanıldığı durumda, yukarıdaki tabloya bakarak sadece büyükbaş hayvan dışkısı kullanıldığında 2.769.790 kWh ısı elde edebileceğimizi söyleyebiliriz. Bu sadece mekan ısıtması için gereken 4.208.367 kWh'den bile düşüktür.

Tablo 16 Dışkı ve mısır silajı ile üretilen elektrik, ısı ve gübre

Biyogaz, Elektrik, Isı ve Gübre Üretimi

Biyokütle	Biyokütle (ton/gün)	Biyokütle (ton/yıl)	Kuru Madde %	Kuru Madde (KM) Miktarı (ton/yıl)	Organik Kuru Madde Oranı %	Organik Kuru Madde (OKM) Miktarı (ton/yıl)	Metan Çıkışı Organik Kuru Madde tonu başına m ³	Metan Miktarı m ³	Metan %	Biyogaz m ³	Biyogaz ton
Sığır Dışkısı	180	54.000	7,0%	3.780	83%	3.137	230	721.602	60%	1.202.670	1.476
Mısır Silajı	30	9.000	36,5%	3.285	96%	3.154	355	1.119.528	50%	2.239.056	2.747
Toplam				7.065		6.291		1.841.130	54%	3.441.726	4.223
Biyogaz içinde metan yüzdesi		54%									
Elde edilecek metan (m ³)		1.841.130									
Metan ısı değeri (kWh/m ³)		9,4									
Toplam Enerji (kWh)		17.306.622									
Elektriğe çevrim verimi		40,5%									
Üretilen Elektrik (kWh)		7.009.182									
Ortalama Güç (kW)		1.025									
Termal verimlilik		42,2%									
Üretilen Isı (kWh)		7.303.394									
Termal çıkış gücü (kW)		1.068									
Üretilen Gübre,%85 kuru (ton)		2.433									

10.7.3 Çürütücü hacmi

Çürütücü tanklarının büyüklüğü, her gün beslenen miktar ve bu miktarın tanklarda ortalama bekleme süresinin çarpılması ile bulunabilir. Tanklarda ortalama bekleme süresi ya da Hidrolik Alıkonma Süresi (HRT) gün olarak ifade edilir. Genel olarak HRT arttıkça birim organik girdi kütesinden elde edilen gaz artar. Belli bir süre gün HRT ile gaz çıkışı lineer şekilde artar ancak belli bir zamandan gaz çıkışı yavaşlar. Her girdi için ideal HRT süreleri belirlenmiştir. Genellikle saman gibi kuru madde oranı yüksek ve odunsu maddeleri içinde bulunduran girdilerin HRT süreleri yüksektir. Örneğin saman için bu süre 50 güne kadar çıkabilir. İnek dışkısı için 20 – 30 günlük bir süre öngörülür. (7) Mısır silajı için süre 30 -40 gündür. geçmiş yıllarda yaptığımız bir çok tesis ziyaretinde, mısır silajı ve dışkı karışımı için 38 günlük bekletme süresinin baz alındığını gördük.

Girdilerin birbiri ardına girip çıkacağı iki aşamalı bir çürütme prosesi, Orta Avrupa’da yer alan tesislerde yaygın uygulamadır. Girdiler belli bir süre birincil çürütücü tankta bekler ve akabinde ikincil

çürütücü tanklara nakledilirler. Bu uygulama, birincil çürütücü tankta mısır silajı gibi hidroliz aşamasına ihtiyaç duyan girdilerin daha çok kalmasına olanak tanır.

Bu durumda toplam Hidrolik Alıkonma Süresini (HRT) 38 gün olarak alabiliriz. Çürütücü tankların içinde iyi bir karışımın sağlanması için kuru madde oranının %9 olması uygundur. (8) Bu kuru madde oranı, şerbetin su pompaları ile basılabilmesi içinde uygundur.

Tesise günde giren katı madde miktarı = $0,07 \times 180 \text{ ton} + 0,365 \times 30 = 23,55 \text{ ton}$

Tesise günde giren su miktarı = $0,93 \times 180 \text{ ton} + 0,635 \times 30 = 186,45 \text{ ton}$

$23,55 \text{ ton} / (186,45 + \text{Proses suyu}) = 0,09$ ise Proses suyu = 75,22 ton günde bulunur. Böylece **günelik girdi miktarı** $180 + 30 + 75,22 = 285, 22 \text{ ton}$

Şerbet yoğunluğu kuru madde yoğunluğu, su yoğunluğundan az olduğu için 1 ton/m^3 'ün biraz altındadır. Bu yüzden güvenli tarafta kalınarak 1 ton/m^3 alınabilir. Bu durumda tesise giren şerbetin debisi;

Debi (D) = $285,22 \text{ ton/gün} \times 1 \text{ ton/m}^3 = 285,22 \text{ m}^3/\text{gün}$

Çürütücü tankların hacmi (V) = $\text{HRT} \times \text{D} = 38 \text{ gün} \times 285,22 \text{ m}^3/\text{gün} = 10\,838 \text{ m}^3$ bulunur.

İki tanklar için

$10\,838 \text{ m}^3 / 2 = 5419 \text{ m}^3 = h \cdot \pi \cdot d / 4$, $h_h = 12 \text{ m}$ için $d_{iç} = 12 \text{ m}$ bulunur. Burada

h_h = Hidrolik Yükseklik

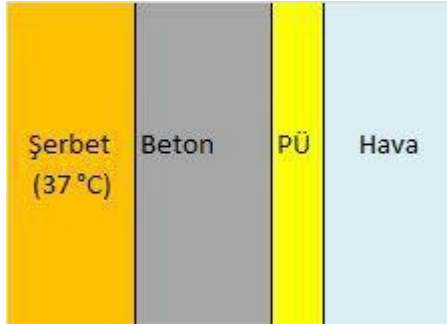
$d_{iç}$ = İç çap yüksekliği'dir.

Bulamaç seviyesi üzerinde 0,5 metre min. Köpüklenme için boşluk bırakılmalıdır. Otuz cm duvar kalınlığı yeterlidir. Uygulamada statik hesaplar neticesinde daha düşük bir kalınlık seçilebilir. Bu durumda tank yüksekliği (h) 12,5 metre ve dış çapı $d_{dış} = 12,6 \text{ m}$ bulunur. Donmaya karşı, çürütücü tabanı üst kodu 1,5 metre toprak altında olmalıdır. Böylece dışarıdan yükseklik 11 metre olacaktır.

10.7.4 Çürütücü ısı kayıpları

Dışkı ve bitki kökenli girdilerin sindirilmesinde mezofilik bakteriler kullanılır. Mezofilik bakterilerin ideal yaşam sıcaklığı 37°C 'dir. Bu yüzden şerbet sıcaklığı 37°C 'de tutulacaktır.

Tank 30 cm kalınlığında betonarme cidara sahip olacaktır ve yanal alan üzerinde 10 cm kalınlığında poliüretan köpük ile kaplanacaktır.



Şekil 11 Çürütücü Duvar Kesiti

TS 825 Standardı Çizelge 9 yardımıyla çürütücüler için yanal, üst ve alt tank cidarlarından Kelvin başına meydana gelen ısı kaybı debileri aşağıdaki tablolarda hesaplanmıştır. Bir çürütücünün üzeri betonarme ve yalıtımla kaplıdır. İkinci çürütücü üzerinde ise elastik gaz tutucu kubbe vardır. Sadece bir çürütücü üzerinde gaz tutucu ünite olması yeterli gaz depolama kapasitesini sağlayacaktır.

Tablo 17 Çürütücü ısı kayıpları

Birincil Çürütücü

Isı kaybeden yüzey	Yapı elemanı	Yapı elemanı kalınlığı d m	Isıl iletkenlik hesap değeri λ (W/mK)	Isıl iletkenlik direnci R (m ² K/W)	Isı geçirgenlik katsayısı U (W/m ² K)	Isı kaybedilen yüzey A m ²	Isı Kaybı (derece başına debi) A x U (W/K)
Duvar yüzeyleri (dış ortama açık, betonarme)	Betonarme	0,3	2,5	0,12			
	Yalıtım	0,1	0,025	4,00			
Toplam				4,120	0,243	45.216,00	10.975

Tavan (kapalı)	Betonarme	0,3	2,5	0,12			
	Yalıtım	0,2	0,025	8,00			
Toplam				8,120	0,123	11.304,00	1.392

Taban	Betonarme	0,3	2,5	0,12			
	Yalıtım	0,1	0,025	4,00			
Toplam				4,120	0,243	11.304,00	2.744

İkincil Çürütücü

Isı kaybeden yüzey	Yapı elemanı	Yapı elemanı kalınlığı d m	Isıl iletkenlik hesap değeri λ (W/mK)	Isıl iletkenlik direnci R (m ² K/W)	Isı geçirgenlik katsayısı U (W/m ² K)	Isı kaybedilen yüzey A m ²	Isı Kaybı (derece başına debi) A x U (W/K)
Duvar yüzeyleri (dış ortama açık, betonarme)	Betonarme	0,3	2,5	0,12			
	Yalıtım	0,1	0,025	4,00			
Toplam				4,120	0,243	45.216,00	10.975

Tavan (gaz tutucu ile kapalı)	Gas tutucu	0,006	0,25	0,024			
	Yalıtım	0,2	0,025	8,00			
Toplam				8,024	0,125	11.304,00	1.409

Taban	Betonarme	0,3	2,5	0,12			
	Yalıtım	0,1	0,025	4,00			
Toplam				4,120	0,243	11.304,00	2.744

Buna göre TS 825 Ek B.2’de 4. Bölge için verilen aylık ortalama dış sıcaklık değerleri kullanılarak aşağıdaki tabloda hesaplanmıştır.

Tablo 18 Çürütücülerin ısı kayıpları

Çürütücülerin ısı kayıpları

Aylar	Sıcaklıklar			Birincil Çürütücü			İkincil Çürütücü			Zaman h	Q _{ay} kWh
	Tank iç sıcaklık (°C)	Dış Ortam sıcaklığı (°C)	Taban sıcaklığı (1 m derinlik)	Duvar yüzeyleri (dış ortama açık, betonarme) (W/K)	Tavan (kapalı) (W/K)	Taban (W/K)	Duvar yüzeyleri (dış ortama açık, betonarme) (W/K)	Tavan (gaz tutucu ile kapalı) (W/K)	Taban (W/K)		
Ocak	37	-5,4	10	10975	1392	2744	10975	1409	2744	720	862.285
Şubat	37	-4,7	10	10975	1392	2744	10975	1409	2744	720	849.811
Mart	37	0,3	10	10975	1392	2744	10975	1409	2744	720	760.707
Nisan	37	7,9	10	10975	1392	2744	10975	1409	2744	720	625.270
Mayıs	37	12,8	10	10975	1392	2744	10975	1409	2744	720	537.948
Haziran	37	17,3	10	10975	1392	2744	10975	1409	2744	720	457.755
Temmuz	37	21,4	10	10975	1392	2744	10975	1409	2744	720	384.690
Ağustos	37	21,1	10	10975	1392	2744	10975	1409	2744	720	390.036
Eylül	37	16,5	10	10975	1392	2744	10975	1409	2744	720	472.011
Ekim	37	10,3	10	10975	1392	2744	10975	1409	2744	720	582.500
Kasım	37	3,1	10	10975	1392	2744	10975	1409	2744	720	710.809
Aralık	37	-2,8	10	10975	1392	2744	10975	1409	2744	720	815.951

Q_{yıl} 6.675.048

Temmuz ve Ağustos aylarına ait ısıtma enerjisi ihtiyacı mera zamanını temsilen yıllık toplama katılmamıştır.

10.7.5 Toplam ısı kaybı

Tüm yıllık ısı ihtiyaçları aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

Tablo 19 Tüm yıllık ısı ihtiyaçları

Isıtma enerjisi ihtiyacı		4.208.367	
Kalorifer suyu dağıtımı ısı kayıpları		<u>1 067 481</u>	
Mekan ısıtma enerji ihtiyacı			5.275.848
Sıhhi sıcak su enerji ihtiyacı		239.037	
Sıhhi sıcak su dağıtımı ısı kaybı	(kWh)	<u>616.148</u>	
Sıcak su enerji ihtiyacı			855.185
Çürütücülerin ısı ihtiyacı			6.675.048
Toplam enerji ihtiyacı			12.806.081

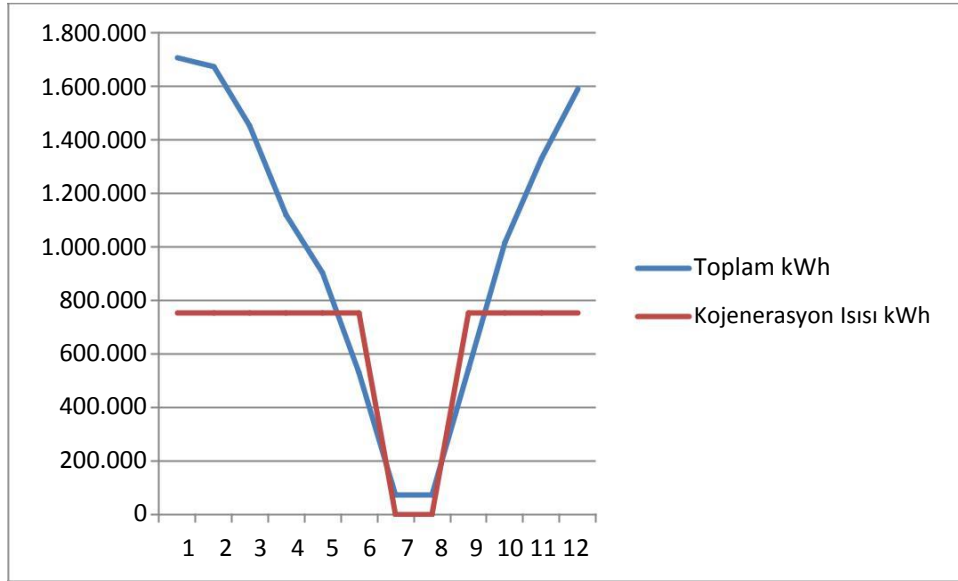
Aylar bazında ısı ihtiyacı kalemlerinin değişimi aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 20 Aylara göre ısı kayıpları, sıhhi sıcak su dahil

Aylara göre ısı kayıpları

Aylar	Mekan Isıtma (129 hane) kWh	Kalorifer suyu dağıtımı ısı kayıpları kWh	Sıhhi sıcak su enerji ihtiyacı (129 hane) kWh	Sıhhi sıcak su dağıtımı ısı kaybı kWh	Çürütücüler kWh	Toplam kWh	Kojenerasyon Isısı kWh
Ocak	638.307	133.435	19.919	51.346	862.285	1.705.292	752.400
Şubat	619.995	133.435	19.919	51.346	849.811	1.674.506	752.400
Mart	489.194	133.435	19.919	51.346	760.707	1.454.601	752.400
Nisan	290.377	133.435	19.919	51.346	625.270	1.120.347	752.400
Mayıs	162.193	133.435	19.919	51.346	537.948	904.841	752.400
Haziran	0	0	19.919	51.346	457.755	529.020	752.400
Temmuz	0	0	19.919	51.346	0	71.265	752.400
Ağustos	0	0	19.919	51.346	0	71.265	752.400
Eylül	0	0	19.919	51.346	472.011	543.276	752.400
Ekim	227.593	133.435	19.919	51.346	582.500	1.014.793	752.400
Kasım	415.946	133.435	19.919	51.346	710.809	1.331.455	752.400
Aralık	570.291	133.435	19.919	51.346	815.951	1.590.942	752.400

Toplam ihtiyaç ve kojenerasyon ısısının karşılayabileceği miktar aşağıdaki grafikte görülebilir.



Şekil 12 Toplam ısı ihtiyacı (sıhhi sıcak su dahil) ve Kojenerasyon ısısının aylara göre değişimleri

İhtiyaç kojenerasyondan elde edilen 752 400 kWh'in üzerine çıktığında, biyokütle doğrudan yakma ünitesi devreye alınabilir. Biyokütle yakma ünitesinin bulunması hem gaz motorlarından birinin arızası sırasında ya da aşırı soğuk ve rüzgarlı havalarda, tesisin istenen performansta çalışmasının garantisi olacaktır.

Bu noktada sıhhi sıcak suyun merkezi olarak sağlanmasını irdeleyebiliriz. Kojenerasyon ünitesinin kapalı olacağı iki aylık süre sırasında temizlik, yıkanma gibi ihtiyaçlar için sıcak su temini için ikincil bir su üreteceğinin evlerde bulundurulması gerekiyor. Diğer yandan sıhhi sıcak suyun bölgesel olarak tek bir merkezden sağlanması sırasında, sıcak su boru hatlarında meydana gelen ısı kaybının (51.346 kWh), sıhhi sıcak suyun üretilmesi için gereken enerjiden (19.919 kWh) çok daha fazladır. Aynı durum kalorifer tesisatı için söz konusu değildir. Bu sıcak suyun kalorifer suyuna göre daha az hareketli olması, bu yüzden suyun hatlarda beklerken dış ortama ısı kaybetmesinden kaynaklanıyor. Bu durumda sıhhi sıcak su hatlarının iptal edilmesi de tesis yatırım maliyetinde bir iyileştirmeye sebep olacaktır. Sıhhi sıcak suyun ev içinde üretilmesi sırasında, depolanan sıcak sudan, örneğin elektrikli şofben sıcak su rezervuarından kaybedilen ısı, yine evin ısıtılmasına yardımcı olacağı için aslında bir kayıp sayılmaz. Operasyon maliyeti açısından bakılırsa sıhhi sıcak su üretimi için gerekli enerji eğer merkezi olarak biyokütleden karşılanırsa yıllık maliyeti;

$$*12 \text{ ay} \times (19\,919 \text{ kWh/ay} + 51\,346 \text{ kWh/ay}) + x \, 0,1 \text{ TL/kWh} = 1\,026\,216 \text{ TL'dir.}$$

Eğer elektrikli ısıtıcı ile karşılanırsa fırsat maliyeti;

$$12 \text{ ay} \times 19\,919 \text{ kWh/ay} \times 0,133 \text{ USD/kWh} = 31\,791 \text{ USD ya da yaklaşık } 95\,000 \text{ TL'dir.}$$

Biyogaz ile çalıştırılan bir biyogaz tesisinde, kojenerasyondan elde edilen ısı da biyokütleden elde edilmiş sayılır ve birincil enerji kaynağı faktörü 0,10'dur. Elektrikten elde edilecek ısıya ise birincil enerji kaynağı faktörü 2,5'dir. Bu durumda elektrikli şofben ile ısınmanın 25 kat daha fazla birincil enerji kullanımına neden olacağını ve çevresel açıdan kojenerasyon ısısının kullanımının daha uygun olacağını söyleyebiliriz. Ancak burada özel bir durum da söz konusudur ve kullanılan elektrik te biyokütleden elde edilmektedir. Bu yüzden burada elektrik birincil enerji kaynağı faktörünün 2,5 alınmasının ne kadar doğru olduğu da tartışmalıdır. Çünkü bu faktör hesaplanırken elektrik üretim

veriminin %40 olduğu varsayılarak her 1 birim elektrik için 2,5 birim birincil enerji kullanımı öngörülmüştür. Halbuki kojenerasyon sırasında arta kalan %60'ın da çok büyük bir kısmı değerlendirilmektedir. Diğer yandan ekonomik açıdan bakıldığında yaklaşık 10 kat fark vardır.

Bu durumda sıhhi sıcak suyun elektrikli ısıtıcılar ile sağlanmasına karar vermek daha doğru olacaktır.

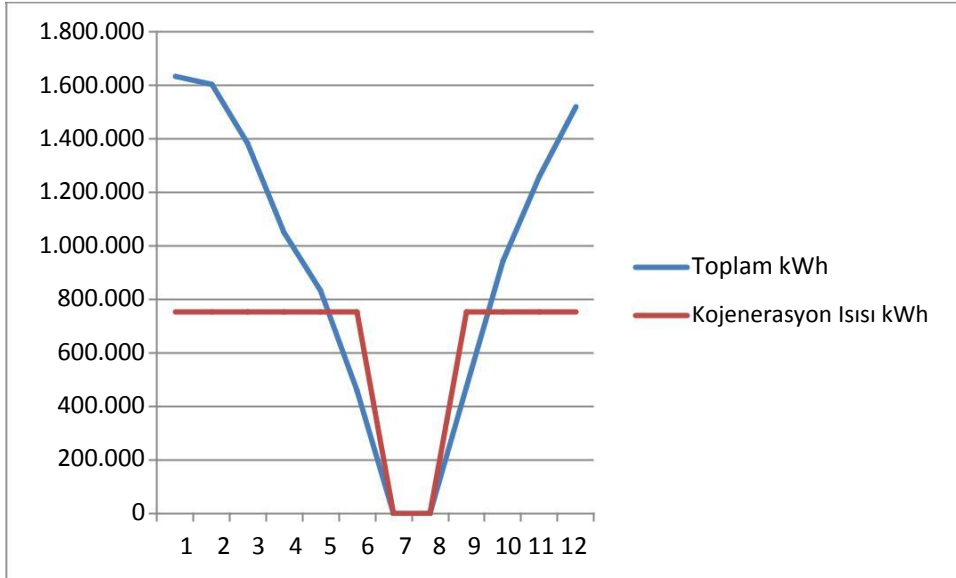
Buna göre bu noktada sıhhi sıcak suyun merkezi üretilmesini öngören senaryo 3'ü de eleayabiliriz.

Buna göre kojenerasyon ve biyokütle doğrudan yakma ünitesinden merkezi olarak sağlanacak ısı miktarlarını aylık ve toplam olarak aşağıda verilmiştir.

Tablo 21 Aylara göre ısı kayıpları, sıhhi sıcak su hariç

Aylar	Mekan Isıtma (129 hane) kWh	Kalorifer suyu dağıtımı ısı kayıpları kWh	Çürütücüler kWh	Toplam kWh	Kojenerasyon Isısı kWh
Ocak	638.307	133.435	862.285	1.634.027	752.400
Şubat	619.995	133.435	849.811	1.603.241	752.400
Mart	489.194	133.435	760.707	1.383.337	752.400
Nisan	290.377	133.435	625.270	1.049.082	752.400
Mayıs	162.193	133.435	537.948	833.576	752.400
Haziran	0	0	457.755	457.755	752.400
Temmuz	0	0	0	0	0
Ağustos	0	0	0	0	0
Eylül	0	0	472.011	472.011	752.400
Ekim	227.593	133.435	582.500	943.528	752.400
Kasım	415.946	133.435	710.809	1.260.190	752.400
Aralık	570.291	133.435	815.951	1.519.677	752.400

Kojenerasyon ve biyokütleden elde edilecek ısı grafiği aşağıdadır. Biyokütle tesisi yılın yaklaşık 6,5 ayında devrede olacak yaz aylarında ise çalıştırılmayacaktır.



Şekil 13 Toplam ısı ihtiyacı (sıhhi sıcak su hariç) ve Kojenerasyon ısının aylara göre değişimleri

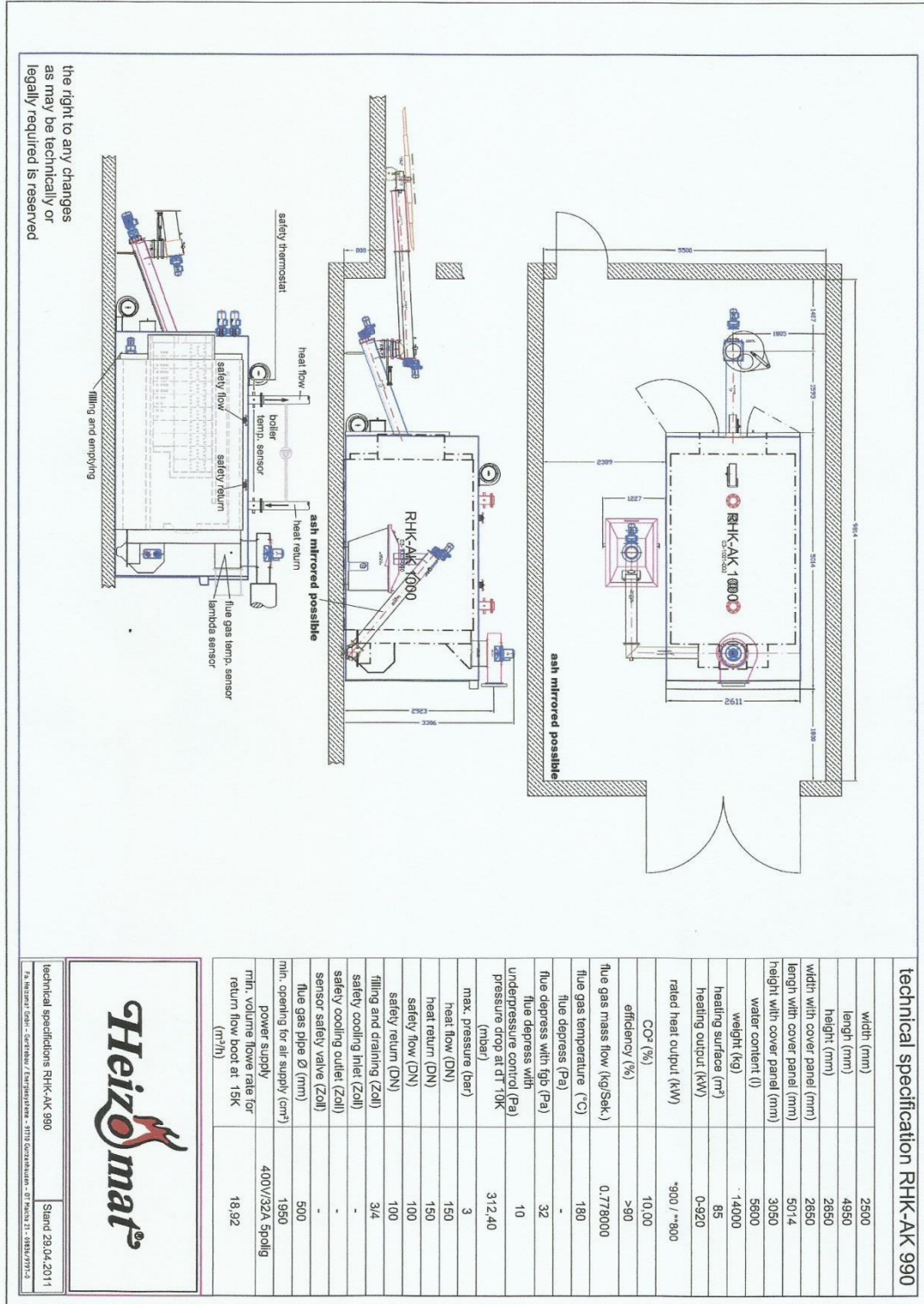
10.7.6 Biyokütle doğrudan yakma tesisinin kapasitesi

Biyokütle doğrudan yakma tesisinin kapasitesi, ihtiyacın en yüksek olduğu ay olan Ocak ayında ortaya çıkan ihtiyacı ve gaz motorlarından birinin arızalanması halini karşılayabilecek şekilde seçilebilir. Bu durumda gereken kapasite;

$1\ 634\ 027\ \text{kWh} - (752\ 400\ \text{kWh}/2) = 1\ 257\ 827\ \text{kWh}$ gereken biyokütle doğrudan yakma ünitesi gücü ise;

$1\ 257\ 827\ \text{kWh} / (30 \times 24) = 1\ 747\ \text{kW}$ olarak bulunur. Bu kapasite kojenerasyon ünitesi gaz motorlarından birinin 1 ay boyunca arızalı durumda kalması durumunda bile yeterli ısıtmayı sağlayabilir. Gaz motorlarının arızasının 1 ay boyunca arızalı halde kalması söz konusu değildir. Biyogaz motorları üreticilerinin servis anlaşmaları en çok birkaç günlük sürede tamir ön görmektedir. Bu da Ocak ayında bile ek ısıtma kapasitesine sahip olduğu anlamına gelmektedir.

Örnek olarak 2 adet Heizomat RHK – AK 990 biyokütle doğrudan yakma ünitesi seçilebilir. Her ünite 920 kW ısı debisi üretme kapasitesine sahiptir. Dikkat edilirse kojenerasyon ünitelerinin termal çıkışları ile doğrudan yakma ünitelerinin termal çıkışları birbirine yakındır. Bu termal çıkış olarak birbirlerini yedekleyebilmelerini sağlar. Bir ünite yerine 2 ünite seçilmesi de termal çıkışın istenildiği miktarda ayarlanabilmesine olanak tanır. Doğrudan yakma ünitelerini her biri de tam kapasite altında esnek şekilde çalışabilmektedir.



Şekil 14 Heizomat RHK – AK 990 biyokütle doğrudan yakma ünitesi teknik verileri



Fotoğraf 38 Heizomat RHK – AK serisi biyokütle doğrudan yakma ünitesi

10.7.7 Pelet tüketimi

Toplam ısı ihtiyacı olan 11 156 425 kWh ile kojenerasyon ısısı olan 7 524 000 kWh arasındaki fark pelet yakılarak karşılanacaktır. Bu farkın karşılanması sırasında %20 ısının zayı olacağını ön görerek pelet tüketimini ve maliyetini aşağıdaki şekilde hesaplayabiliriz.

$$(11\,156\,425\text{ kWh} - 7\,524\,000\text{ kWh}) \times 1,2 \times (350\text{ TL/ton} / (4,7\text{ kWh/kg} \times 1000\text{ kg/1 ton})) = 324\,600\text{ TL}$$

Yılda 927 ton veya ünitenin çalışacağı 6,5 ay boyunca günde ortalama 4,75 ton pelet tüketilecektir. Bu tüketim hane başına yılda 7,2 ton pelet tüketimine tekabül etmektedir.

Doğrudan yakma ünitesinin yakma veriminin %90'ın üzerinde olduğu teknik verilerinde verilmiştir. Daha önce biyokütle analizlerinde kullandığımız %85'lik değer güvenli tarafta kalmaktadır.

Kojenerasyon dışında başka bir ısı kaynağının sistem içinde bulunması biyogaz tesisi devreye alınırken ve kojenerasyon tesisini çalıştıracak olan gaz üretimi daha başlamamışken, çürütücülerin 37 °C'ye getirilmesi için çok yardımcı olacağını söyleyebiliriz. Aksi takdirde tankların ilk ısıtılması aşamasında geçici bir ısıtıcı kullanmak gerekecekti. İlk ısıtma işlemi yazın veya ilkbaharda yapıldığında doğrudan yakma tesisi kapasitesi çürütücüleri istenen sıcaklığa kolaylıkla getirecektir. Çürütücülerin 37 °C'ye getirilmesi için gereken ısı;

$$38\text{ gün} \times 285,22\text{ ton/gün} \times (1000\text{ kg/1 ton}) \times 4,19\text{ kJ/kg K} \times 0,000278\text{ kWh/kJ} \times (37\text{ °C} - 10\text{ °C}) = 340\,868\text{ kWh' dir}$$

bu ısı doğrudan biyokütle doğrudan yakma ünitesi tarafından,

$$340\,868\text{ kWh} / (2 \times 920\text{ kW}) = 185\text{ h}$$

veya yaklaşık 8 günde sağlanabilir. Isı kayıplarıyla beraber ilk ısıtma işleminin yaklaşık 10 gün süreceğini söyleyebiliriz.

Doğrudan yakma tesisinin bir diğer avantajı ise yerleşimde iskanın biyogaz tesisinden bağımsız olarak başlayabilmesindedir. Doğrudan yakma tesisinden elde edilecek ısı, mekan ısıtma ihtiyacı için yeterlidir. En soğuk ay olan Ocak ayında mekan ısıtma ihtiyacı 638 307 kWh iken doğrudan yakma tesisi termal çıkışı $2 \times 920\text{ kW} \times 30 \times 24\text{ h} = 1\,324\,800\text{ kWh' dir}$.

10.7.8 Termal depolama Ünitesi

Doğrudan yakma ünitesi ile bir termal depolama ünitesi kullanılmalıdır. Bu şofbenin sıcak su rezervuarına benzer şekilde 5-10 metre yüksekliğinde 2-3 metre çapında silindirik çelik bir tank olarak düşünülebilir. Doğrudan yakma ünitesi termal depolama ünitesi içindeki suyu ısıtacak, ısıtma ihtiyaçları bu tanktan karşılanacaktır. Bu sisteme hem termal bir atalet kazandırır hem de ısı deposu olarak görev görür. Böylece doğrudan yakma üniteleri daha programlı olarak devreye alınabilirler.



Fotoğraf 39 Isı depolama ünitesi

Endüstriyel uygulamalarda her kW termal çıkış için 40 lt hacim önerilmiştir. Bu durumda **termal depolama tankı hacmi;**

$$2 \times 920 \text{ kW} \times 40 \text{ lt} \times (1 \text{ m}^3/1000 \text{ lt}) = 73,6 \text{ m}^3 \text{ bulunur.}$$

Termal depolama ünitesinden meydana gelecek ısı kayıpları doğrudan yakma ünitesi pelet tüketimi, için öngörülen %20'lik güvenlik payı içinde değerlendirilmiştir.

10.7.9 Biyogaz depolama Ünitesi



Fotoğraf 40 Biyogaz çürütücü tankı ve üzerinde yarın küre formunda biyogaz depolama ünitesi

Gaz tutucu kapasitelerinin yaklaşık 4-5 saatlik operasyonu desteklemeleri beklenir. Bu süre kojenerasyon ünitesinde çok ciddi olmayan bir arızanın giderilmesi için yeterli olacaktır. Gaz tutucu üretiminde Avrupa'da Pazar payı sahibi firmalardan Ecomembrane firması kataloğunda çaplarına göre gaz tutucular aşağıda verilmiştir.

TABELLA CUPOLE - GAS HOLDER DOMES TABLE				
3M-2M				
				
Ø (m)	H (m)	V (m³)	H (m)	V (m³)
6,00	3,50	68	3,50	68
7,00	4,00	106	4,00	106
8,00	4,50	155	4,70	155
9,00	5,00	217	5,00	217
10,00	5,50	294	5,50	294
11,00	6,00	367	6,00	387
12,00	6,00	418	6,50	498
13,00	6,00	474	7,00	629
14,00	6,00	534	7,50	781
15,00	6,00	599	8,00	955
16,00	6,00	667	8,50	1.154
17,00	6,00	740	9,00	1.378
18,00	6,00	817	9,50	1.630
19,00	6,00	899	10,00	1.910
20,00	6,00	985	10,50	2.221
21,00	7,00	1.312	11,00	2.564
22,00	7,00	1.423	11,50	2.940
23,00	7,00	1.540	12,00	3.352
24,00	7,00	1.662	12,50	3.801
25,00	7,00	1.789	13,00	4.287
26,00	7,00	1.921	13,50	4.814
27,00	7,00	2.059	14,00	5.382
28,00	7,00	2.201	14,50	5.993
29,00	8,00	2.765	15,00	6.649
30,00	8,00	2.941	15,50	7.351
31,00	8,00	3.123	16,00	8.100
32,00	8,00	3.311	16,50	8.899
33,00	8,00	3.504	17,00	9.749
34,00	8,00	3.704	17,50	10.651
35,00	8,00	3.909	18,00	11.608
36,00	8,00	4.121	18,50	12.619

Şekil 15 Çaplarına göre gaz deposu kapasiteleri

On iki metre çap için 498 m³ gaz tutucu kapasitesinin gaz motorlarından biri arızaya geçtiği zaman arızalı ünitenin harcamadığı gazı ne kadar süre için depolayabileceğini hesaplarsak;

$498 \text{ m}^3 \times 5,08 \text{ kWh/m}^3 / 527 \text{ kW} = 4,8 \text{ h}$ bulunur.

Daha uzun süreli arızalarda gaz meşalede yakılacaktır.

10.8 Mera zamanı - biyogaz tesisi

Yaz aylarında biyogaz tesisi çürütücülerinin ısıtılmaması neticesinde sıcaklık değişimi gerek yaz aylarında ısınımla kazanılacak ısı sebebiyle gerekse tesisin yavaşlatılmış de olsa çalışması için beslenecek mısır silajının çürümesinin ekzotermik bir reaksiyon olmasından dolayı ortaya çıkacak ısıdan dolayı bakteri kolonilerinin ölmesine yol açacak düzeyde olmayacaktır. Avrup a'da birçok

tesiste yaz aylarında tesis çalışmasına rağmen ısıtma sistemi kapatılmaktadır. Biyokütle tesisi devreye alınarak sıcaklık istendiği zaman hızlı bir şekilde arttırılabilir.

Aslında yaz aylarından tesis tamamen kapatılması yerine yavaşlatılmış şekilde işletilmesine az miktarda dışkı ve mısır silajı ile hidrolik alıkonma süresi de arttırılarak çalıştırılabilir. Üretilen gaz, 2 gaz motoru yerine tek gaz motoru çalıştırılarak düşük kapasite de olsa elektrik üretimine devam edilebilir. Tesisi yavaşlatarak çalıştırmak uygulamada tercih edilecektir ancak fizibilite çalışması kapsamında güvenli tarafta kalınarak 2 aylık sürede tesisin çalışmayacağı ve gelir getirmeyeceği öngörülmüştür.

10.9 Biyogazın doğal gaza dönüştürülmesi

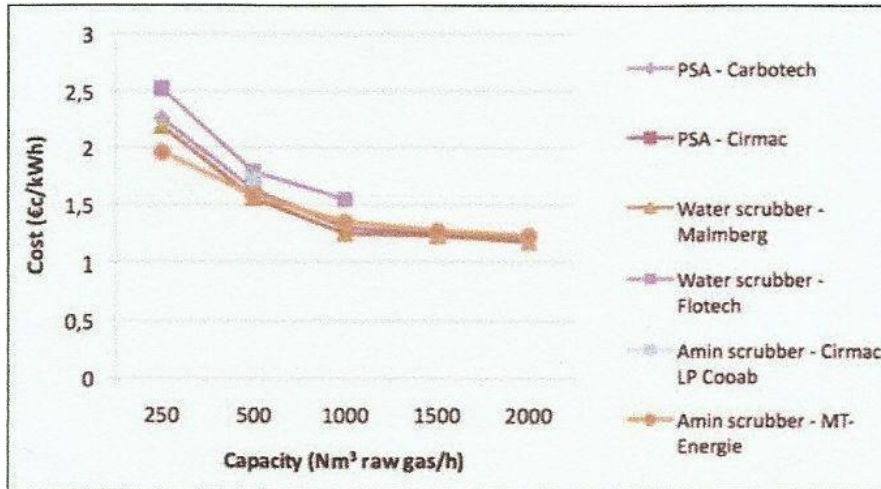
Daha önce Biyogazın doğal gaza dönüştürülmesi için kullanılan teknolojiler hakkında bir bilgi vermiş ve maliyetlerin teknoloji seçiminden çok tesis büyüklüğüne ve saatte üretilen biyogaz hacmine bağlı olduğunu göstermiştik. Ortalama saatlik debi, yıllık biyogaz üretiminin toplam çalışma saatine bölümü ile bulunabilir.

Biyogaz üretim debisi = yıllık toplam üretim / yıllık çalışma saatleri

$$= 3\,441\,726 \text{ m}^3 / 6\,840 \text{ h}$$

$$= 503 \text{ m}^3 / \text{h}$$

Kapasiteden maliyete Şekil 6'da verilen grafikten tekrar bakarsak;



503 m³/ h civarında tüm teknolojilerin 1,6 – 1,8 Euro Cent / kWh aralığında olduğunu, daha önce teknolojik ve çevresel açıdan ekolojik yerleşim modeli için en uygun olduğu değerlendirilen su ile temizleme (water scrubbing) teknolojisinin ise 1,6 Euro Cent /kWh olduğunu görürüz. Su ile temizleme teknolojisinin 500 m³ ve üstü için her zaman en düşük maliyetli sistem olduğuna dikkat edilmelidir. Bu da en çok tercih edilme sebeplerinden biridir.

Daha önce senaryo 2 ve 3 'ü yapılan analizler neticesinde elemiştik. Bu durumda senaryo 1 ve 4'ün farkları aşağıdaki tabloda görülebilir.

Tablo 22 Senaryo 1 ve 4 karşılaştırma

	Mekan ısıtma	Sihhi sıcak su	Piştirme	Kalorifer boru şebekesi	sihhi sıcak su şebekesi	Evlere doğal gaz şebekesi	Biyogaz - DG Dönüştürme tesisi
Senaryo1	DG	DG	DG	yok	yok	var	var
senaryo 4	Kojen. ve biyokütle	Elektrik	Elektrik	var	var	yok	yok

Senaryo 1' de bir miktar biyogazın doğalgaza dönüştürüldükten sonra mekan ısıtması, sihhi sıcak su üretimi ve piştirme amacıyla kullanılacağı düşünülerek biyogaz tesisi büyüklüğü mısır silajı oranı arttırılarak biraz daha büyütülebilir. Bu durumda mekan ısıtması, sihhi sıcak su üretimi ve piştirme amacıyla kullanıldıktan sonra kalan dönüştürülen doğal gaz yine 1 MWh elektrik çıkışı sağlamak üzere ayarlanabilir. Biyogaz tesisi hem evsel kullanımı hem de doğalgaza dönüştürme tesiste meydana gelecek kayıplar göz önüne alınarak büyütülmelidir.

Kapasitesi 500 m³ olan bir tesis için yatırım maliyeti yaklaşık 1 000 000 Euro'dur. Yıllık bakım maliyeti ilk yatırım maliyetinin %2'si olarak alınabilir. Operasyon maliyeti ise m³/h başına 440 Euro'dur. (15)

Senaryo 1 ve 4 yatırım maliyetleri açısından karşılaştırıldığında, senaryo 1'de yapılacak 1 000 000 Euro biyogaz dönüşüm tesisi karşılığında senaryo 4'de yapılacak bölgesel kalorifer ısıtma şebekesi maliyetinden tasarruf yapılmasıdır. Fakat bunun yerine aynı uzunlukta bir doğal gaz şebekesi yapılması gereklidir. Boru kanallarının döşenmesi için aynı miktarda hafriyat yapılacağı ve doğal gaz boru şebekesinin döşenmesi sırasında güvenlik endişesi ile daha pahalı donanım kullanılacağı düşünülürse yatırım maliyetleri açısından bu noktada senaryo 1 adına büyük bir tasarruftan söz edemeyiz. Bölgesel kalorifer ısıtma şebekesi maliyeti 315 000TL'dir ve doğal gaz şebekesinin maliyetini ihmal etsek bile yapılan tasarruf 315 000 TL olacaktır.

Elektrik şofben, ocak ve fırınlar yerine doğal gaz ile çalışan cihazlar kullanılacaktır ve bunların arasında bir fiyat farkı yoktur. Ancak 2 adet doğrudan yakma ünitesinden biri iptal edilebilir. Mekan ısıtması yükü olmadığı için gaz motorlarından biri arıza yaptığı durumda çürütücülerin ısıtılması için 920 kW termal çıkışlı bir ünite yeterli olacaktır. Ancak bu ünitenin fiyatı sadece yaklaşık 40 000 Euro olarak alınabilir.

Bu durumda senaryo 1'de ki 1 000 000 Euro ya da yaklaşık 3 300 000 TL yatırıma karşılık, senaryo 4'de yapılacak yatırım toplamı 315 000 TL + 40 000 Euro x 3,3 TL/Euro = 447 000 TL'dir.

Operasyon maliyetlerini karşılaştırdığımızda senaryo 1'de yapılacak 440 Euro /(m³/h) x 503 m³/h = 221 320 Euro veya yaklaşık 730 000 TL biyogaz dönüştürme maliyeti karşılığında senaryo 4'de yapılacak bölgesel mekan ısıtılması için kalorifer suyu şebekesinden meydana gelecek ısı kayıpları maliyeti ve sihhi sıcak su ve piştirme için harcanan elektrik fırsat maliyetleri (tarifeli fiyattan maliyetleri) vardır.

Bölgesel mekan ısıtılması için kalorifer suyu şebekesinden meydana gelecek ısı kayıpları;

(8 ay x 133 435 kWh / ay) x 0,1 TL / Kwh = 106 748 TL'dir.

Sıhhi sıcak su elektrik maliyeti;

$(12 \text{ ay} \times 19\,919 \text{ kWh} / \text{ay}) \times 0,133 \text{ USD} = 31\,791 \text{ USD}$ veya yaklaşık 95 000 TL'dir.

Pişirme maliyetleri;

$129 \text{ hane} \times 12 \text{ ay} \times 200 \text{ kWh} / \text{ay.hane} \times 0,133 \text{ USD} = 41\,177 \text{ USD}$ veya yaklaşık 121 500 TL'dir. Bu durumda bölgesel mekan ısıtılması için kalorifer suyu şebekesinden meydana gelecek ısı kayıpları maliyeti ve sıhhi sıcak su ve pişirme toplam operasyon maliyeti;

$106\,748 \text{ TL} + 95\,000 \text{ TL} + 121\,500 \text{ TL} = 323\,248 \text{ TL}$ 'dir.

Operasyon maliyetleri de senaryo 1 ve 4 için sırası ile 730 000 TL ve yaklaşık 325 000 TL dir. Görüldüğü üzere senaryo 1 hem yatırım maliyetlerinde hem de operasyonel maliyetlerde dezavantajlıdır.

Bu durumda senaryo 1'i de eleyebiliriz. Görülüyor ki, biyogaz arıtma tesisi gerek ilk yatırımı gerekse operasyonel maliyetleri açısından masraflı bir yatırımdır ve üretilen doğalgaz eğer teşvikli fiyatlardan satılması söz konusu değilse rentabl olması çok kolay değildir.

Senaryo 4 Avrupa'da da en çok rastlanan senaryodur. Kojenerasyon ve veya doğrudan yakma merkezinden gelen ısı evlerin ısıtılması için kullanılmaktadır. Mekan ısıtılmasının öncelik sırasına göre kojenerasyon ısısı, biyokütle ısısı, doğalgaz veya başka bir fosil yakıt ve en son olarak ta elektrik ile yapılması öngörülmektedir. Dikkat edilirse bu sıralama birincil enerji kullanımını minimize etmeği amaçlamaktadır.

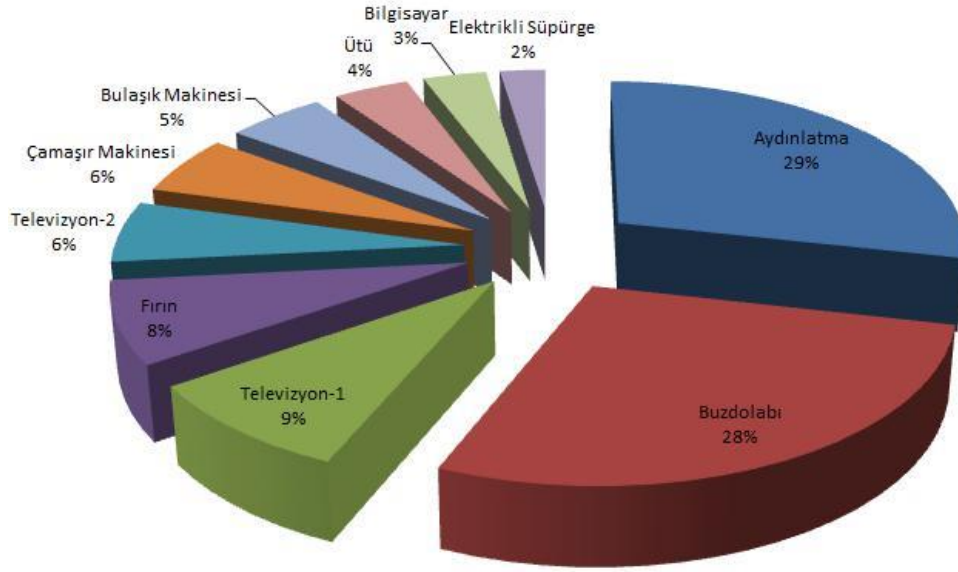
Sıcak su ve pişirme için gereken ısının da yine öncelikle doğalgaz veya LPG olmazsa elektrik ile yapılması öngörülmektedir. Elektrik tüketimine sadece elektriğin ağırlıklı olarak nükleer enerjiden çok düşük maliyetle üretildiği Fransa gibi ülkelerde, fosil yakıt tüketiminin çevresel zararlarının nükleer enerji üretiminde olmadığı savıyla, öncelik verilebilir.

10.10 Hane elektrik ihtiyacı

2011'de yapılan TEİAŞ araştırmasında, Türkiye'de iki çocuklu dört kişilik bir ailenin yıllık ortalama elektrik tüketimi 3036 kWh olarak bulunmuştur. Çalışmanın yapıldığı örnek aile, iki çocukludur ve gündüz vakti ebeveynler evde değildir. Hazırlanan raporda, günlük yaşamda sıkça kullanılan elektrikli aletler ve aydınlatmanın tüketimindeki payları hesaplanmıştır. Her bir cihazın tüketimdeki payı, çalıştıkları saatlerin uzunluğuna göre hesaplanmıştır. Çalışma yapılan örnek konutun aydınlatılmasında şeffaf akkor (tasarruflu olmayan) ampuller kullanılmıştır; ayrıca söz konusu konutta elektrik, ısıtma ya da su ısıtma amacıyla kullanılmamaktadır.

Elektrik kullanımı dağılımı aşağıdaki gibidir.

Ev Abonelerinin Elektrik Tüketiminin Dağılımı



Şekil 16 Türkiye hane başına elektrik tüketimi dağılımı

Fırın ihtiyacını daha önce bulunan hane başına aylık 200 kWh pişirme ihtiyacı içinde hesaplamıştık ancak %8'lik küçük payı sebebiyle burada tekrarlamakla güvenli tarafta kalmış olacağız.

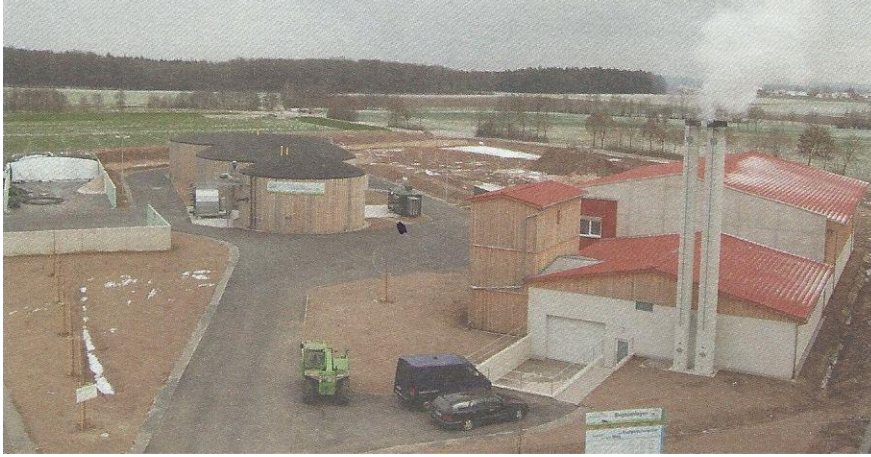
Böylece hane başına elektrik tüketimini yıllık 3036 kWh alabiliriz. Toplam ihtiyaç 129 hane için;

- 129 hane x 3036 kWh/hane. yıl = 391 644 kWh bulunur.

11 Yurtdışı incelemeler

2010 yılından beri gerçekleştirdiğimiz biyogaz çalışmaları çerçevesinde yurtdışında fizibilite ve mühendislik projelerinin hazırlanması, yurtdışında biyogaz konulu fuarlara katılımı ve eğitim amacıyla yurtdışında birçok tesis tarafımızdan incelenmiştir.

AgriKomp firması tarafından, Triesdorf'da gerçekleştirilen dışkı, ot silajı ve saman fermente edilerek ve tahta talaşı doğrudan yakılarak elektrik ve ısı üretilen tesis ekolojik yerleşim modeli fizibilite çalışmamızın geldiği nokta açısından tekrar incelenmeye değerdir.



Fotoğraf 41 Triesdorf biyogaz ve biyokütle doğrudan yakma tesisi

Tesiste üretilen ısı ile çevrede bulunan evler de ısıtılmaktadır. Üretilen gübre ıslak olarak saklanmakta ve tarımda kullanılmaktadır. Üretilen elektrik şebekeye satılmaktadır. Kojenerasyon ısısı ve doğrudan yakma tesisinden elde edilen ısı, yaklaşık 300 ton su alabilen bir ısı depolama tankında depolanmaktadır.

Tesisten yaptığımız incelemeler sırasında çektiğimiz bazı fotoğraflar aşağıda verilmiştir.



Fotoğraf 42 Biyokütle (tahta talaşı) deposu



Fotoğraf 43 Çürütücüler ve önce kojenerasyon ünitesi



Fotoğraf 44 Kojenerasyon ünitesi



Fotoğraf 45 Üstü örtülü silaj deposu



Fotoğraf 46 Silaj



Fotoğraf 47 kalabalığın arkasında çürütüclere silaj besleyen ünite görülebilir.



Fotoğraf 48 Sindirilmiş bulamacı katı ve sıvı kısımlarına ayıran seperatör ünitesi



Fotoğraf 49 Seperatörden geçmiş sindirilmiş bulamaç, katı kısım



Fotoğraf 50 Doğrudan yakma ünitesi

12 Modelin Türkiye genelinde uygulanabilirliği

Kars ile karşılaştırıldığında Türkiye'nin hemen hemen tamamı daha ılıman iklimlere sahiptir. Biyogaz teknolojisi Orta ve Kuzey Avrupa gibi soğuk iklimlerde uygulanabilmektedir. Ancak çürütücülerin ısıtılması için kojenerasyon ısısının bazen tamamına yakınının kullanılması gerekebilir. Kars'da da durum hemen hemen böyledir. İklimi daha yumuşak olan illerde kojenerasyon ısısının bir kısmı mekan ısıtmasında kullanılabilir. Bu açıdan bakıldığında Kars şartlarında fizibilitesi olan bu modelin Türkiye'nin diğer illerinde de fizibilitesi olacağını söyleyebiliriz.

Yine de proje aşamasında her uygulama kendi içinde tekrar düşünülmelidir. Antalya, Mersin gibi çok sıcak illerde güneş enerjisi kazanımları yazın çürütücü tankların iç sıcaklığının, tank ısıtması kapatılsa bile ideal sıcaklığın çok üzerine çıkmasına sebep olabilir. Bu yüzden tank ısı yalıtımlarının ve yalıtım üzeri yerleştirilebilecek kaplamaların yaz şartlarında aşırı ısınmaya göre de gözden geçirilmesi gereklidir.

Uygulama yapılacak ilde biyokütle olarak doğrudan yakılabilecek atıkların varlığı araştırılmalıdır. Zeytin çekirdekleri, pirinç kabukları, kanola bitkisi sapları, süceyrat ve tahta talaşı sağlanabilirliği araştırılmalıdır. Bu atıkların TL başına sağladıkları ısı değerleri pelete göre daha yüksek olabilir ancak yakılmalarından daha zahmetli ve kül miktarları daha fazla olabilir.

Büyükbaş hayvan dışkıları ile beraber %15'i geçmeyecek şekilde kanatlı dışkıları da girdi olarak kullanılabilir. Ekolojik yerleşim modeli temelinde bir köy modernleştirme projesi olduğu için kanatlı dışkılarının sistematik olarak toplanmasının köy şartlarında mümkün olmaması ve kanatlı dışkılarının çok ağır kokusu sebebiyle yerleşim merkezinin hemen yanında yer alacak bir tesiste kanatlı dışkılarının kullanılmasını ön görmedik. Ancak Kars'da yetiştiriciliği yaygın olan kazların dışkılarının da kullanılabileceğini not etmek istiyoruz. Tavuk dışkısı gibi diğer kanatlı dışkıları da çürütücü içindeki bulamacın asiditesini arttıracak ve H₂S emisyonunu arttıracak için girdi olarak %'sinin düşük tutulması ve mısır silajı gibi bazik bir girdi ile dengelenmesi gerekir.

Mısır silajı yerine uygulama yapılacak ilde metan potansiyeli açısından bakıldığında en az maliyet ile yetiştirilebilecek bir enerji bitkisinin seçilmesi uygun olacaktır. Enerji bitkisinin aynı zamanda yem bitkisi olması, ölçek ekonomisinden dolayı bölgede bu yemin yetiştirilmesi maliyetini düşürecek ve bitki silajının tüketilmesi için ikinci bir seçenek sunacağı için çiftçileri düşük fiyatlara karşı koruyacak, bölgede tarımın gelişmesine katkıda bulunacaktır.

13 Köy Mimari tasarımları ve biyogaz tesisleri

Çamçavuş ve Boğazköy köylerinde söz konusu olduğu gibi baraj suları altında kalacak, heyelan tehlikesinde olan, deprem ve diğer sebeplerle yeni araziler üzerinde baştan kurulan köylerin alt yapısının ahırlar ve biyogaz tesisi arasında kanalizasyon, bölgesel mekan ısıtma kalorifer suyu şebekesi yapılması diğerlerine göre daha kolay ve düşük maliyetli olacağı için modelin uygulanması öncelikli olarak yeri değiştirilen köylerde düşünülebilir. Bu köylerde köyün yanı başında biyogaz tesisi için yer ayrılmış olması da bir avantaj olacaktır.

Saha çalışması sırasında Kars'da herkesin kendi bahçesinde kend ahır olmasını istediğini gördük. Başka uygulamalarda projede ortak kullanılan büyük ahırlar ve yem hazırlama tesislerine yer verilmesi düşünülebilir. Ortak kullanılan ahırlar hem hayvancılık maliyetlerini düşürecek hem de biyogaz tesisi için dışkıların etkin ve az maliyetle toplanmasını sağlayacaktır. Ortak ahırlarda antibiyotik, pire ilacı, deterjan gibi biyogaz tesisinin performansına olumsuz etki edecek maddelerin toplanan atık içine karışmaması için gereken önlemleri almak ve uygulamak da daha kolay olacaktır.

Türkiye'nin her bölgesinde farklı köy mimari dokuları vardır ve bu dokular yapılan çalışmalarla tespit edilmektedir. Yapılan yeni köyler de elbette yörel mimari dokuya uygun olacaktır. Biyogaz tesislerinin köy yapıları içinde yer alması, köy mimari dokularının değiştirilmesini gerekli kılmaz . Biyogaz tesisleri için önemli olan dışkıların zamanında ve katışıksız olarak toplanması ve köye yakın olmasıdır. Böylece hem dışkıların etkin toplanması hem de bölgesel mekan ısıtma kalorifer suyu şebekesinden meydana gelecek ısı kayıpları en düşük seviyede tutulacaktır.



Fotoğraf 51 Avrupa'da kırsal yerleşkeler

14 Ekonomik ve Finansal değerlendirmeler

Ekonomik ve finansal fizibiliteye ait hesaplamalar ve sonuçları EK A ve EK B'de verilmiştir. EK A'da ilerde gerçekleşmesi en muhtemel ekonomik göstergeler çerçevesinde tesisin ekonomik performans değerleri hesaplanmıştır. EK B'de ise en muhtemel ekonomik gösterge değerlerinden bazı sapmalar sonucunda tesisin ekonomik performansında oluşabilecek değişiklikler irdelenmiştir.

Ek A'da verilen en muhtemel ekonomik gelişmeler çerçevesinde yapılan değerlendirmelerde,

- TL/ USD ve Euro/TL değişiminin gelecek 10 sene zarfında, geçmiş 10 yıla ait eğilimleri izleyeceği ve aynı şekilde bir seyir izleyeceği,
- Enflasyon oranının gelecek 2 sene içinde %5,5 seviyesinde sabitleneceğini,
- Net yatırımın %60'ının banka kredisi ile karşılanacağını,
- Kojenerasyon tesisinin mera zamanında tesisin kapanması ya da rölantiye alınması dolayısı ile 6840 saat çalışacağını,
- Tesisin inşaat için planlanan 1 yıllık sürede bitirileceğini,
- Tesis maliyetinin planlanan şekilde gerçekleşeceği,

Öngörülmüştür. Bunun dışında Euro faiz oranı Avrupa Yatırım Bankası benzer kredileri baz alınarak, %2,01 olarak alınmıştır. Parametreler başlığı altında kabul edilen bu değerleri gösterilmiştir. Tüm bu parametreler ekonomik performansı etkiler.

EK B'de yer alan duyarlılık analizlerinde ise;

- EK B1'de tesisin planlanandan %10 daha yüksek bir maliyetle gerçekleştirileceği
- EK B2'de tesisin planlanandan 3 ay geç bitirilebileceği
- EK B3'de TL/USD artışının son on yıla göre daha yavaş artacağı,

Öngörülerek tesisi ekonomik performans değerleri hesaplanmıştır.

Tesis ticari ömrü 20 sene olarak öngörülmüştür. Bu süre sonunda gas tutucular, kojenerasyon üniteleri, kontrol cihazları, doğrudan yakma üniteleri gibi birçok ünitenin yenilenmesi gerekecektir. Ancak çürütücü tanklar, genel altyapı, elektrik hatları gibi birçok donanım da hala kullanılabilir durumda olacaktır. Eskiyen donanımlar değiştirilerek ikinci bir 20 sene tesisin çalıştırılması mümkündür. Ancak fizibilite çalışması ilk 20 seneye odaklanmıştır.

Yüzde 60 öz kaynak kullanılacağı, finansmanın ise Avrupa Yatırım Bankası ilk iki sene anapara ödemesiz, 7 sene vadeli kredi ile yapılacağı ön görülmüştür. Kredi ödemeleri 6 ayda bir yapılacaktır.

Avrupa yatırım bankası 2+5 yıl vadeli ticari kredileri faiz oranları ve ödeme vadeleri açısından bakıldığında uygundur. Kredi Türk Sanayi Kalkınma Bankası, TSKB aracılığı kullanılabilir. Kredi

European Bank for Reconstruction and Development (EBRD), yenilenebilir enerji projelerinin finansmanında diğer önemli oyuncudur. Banka Türkiye'ye özel olarak geliştirdiği TurSEFF programı ile Türkiye'deki küçük çaplı yenilenebilir enerji projelerine uygun koşullarla finansman sağlamaktadır.

Tesis geliri olarak sadece elektrik üretimi alınmıştır. Aslında biyogaz tesisleri; gübre, karbon salımının azaltılmasının yetkili uluslararası otoriteler tarafından sertifikalandırılması sonucu kendilerine

tanınan karbon kredilerinin uluslararası karbon piyasalarında satışı sonucu karbon gelirleri ve ısı satışı sonucunda elde edilen ısı gelirlerine sahiptir. Tesiste sindirilmiş bulamaç kurutularak ve peletlenerek satışa hazır organik gübre elde etmek mümkündür. Tesisin karbon salınımını azalttığını göstererek ve bu konuda gereken denetlemelere tabi olunarak karbon gelirleri elde etmek te mümkündür. Köy sakinlerinin ısınma için, gerek miktarı gerekse ısı değeri yeterli olmadığı için tezek yanında kömür de yaktığı hatırlanarak kömür bedeli kadar bir ısınma ücreti talep edilerek ısı gelirleri elde edilebilir.

Ancak tüm bunlar hem tesisin çalıştırılmasını ve yönetilmesini kapsamlı hale getirip profesyonel bir yönetim personeline gereksinim duyulması yolunu açacak hem de tesisi ekolojik yerleşim modeli ruhundan uzaklaştıracaktır. Ekolojik yerleşim modelinde büyükbaş hayvan dışkılarının ber taraf edilerek çevre ve insan sağlığının korunması, enerji ihtiyaçlarının karşılanması ve köy sakinlerinin kendilerinin işletebileceği basit bir tesis öngörülmüştür. Bu çerçevede üretilen organik gübre, tarım yapan köy sakinlerine dağıtılacaktır.

Köy sakinlerine, sağlıklı bir çevre, etkin ısınma ve konforlu yaşam şartları sunulmasının getirileri ise daha geniş bir perspektifte; kırsal kesimden şehre göçün engellenmesi, tarımın gelişmesi, bölgesel ekonominin kalkınması sonucunda elde edilecek faydalar olarak gözetilmelidir.

Proje çerçevesinde köy modern standartlar çerçevesinde ısıtma, elektrik tüketimi, sıhhi sıcak su üretimi, pişirme için gerekli enerji ihtiyaçları konusunda kendine yeterli olacaktır. Elektrik tüketiminde köyün sokak aydınlatmaları ve ortak mekanlarda yapılacak elektrik tüketimleri de hesaba katılmıştır. Tüm bu enerji ihtiyaçları karşılandıktan sonra yıllık yaklaşık 5,7 milyon kWh elektrik üretimi yapılarak teşvikli fiyatlar üzerinden yerel elektrik dağıtım şebekesine satılacaktır. Bakiye elektriğin teşvikli fiyatlardan satılabilmesi lisansız elektrik üretilmesi ve 1 MW kurulu güç sınırlarına uyulması, tesis sahiplerinin kendi elektrik tüketimlerini karşılamaları halinde yasal olarak mümkündür.

Tesiste biri şef olmak üzere 3 teknisyen çalışacağı ön görülmüştür. Dışkılarının gerektiğinde vidanjör ile toplanması için bir vidanjörün yatırım ve operasyon maliyetleri hesaba katılmıştır.

İlk operasyon yılı olan 2018 rakamlarıyla 204 512 TL çalışma sermayesi gerekeceği hesaplanmıştır. Yıllar içinde enflasyon seviyesinde arttırılmış, yirminci sene sonunda özkaynaklara eklenmiştir.

Elektrik gelirleri, devlet tarafından ilk 10 sene için teşvikli fiyat olan 0,133 USD/kWh üzerinden garanti edilmiştir. Bu yüzden elektrik gelirleri ilk 10 yıl için bu fiyattan hesaplanmıştır. On sene sonra ekonomik gelişmeler ve artan elektrik ihtiyacı çerçevesinde elektrik borsası fiyatlarının teşvikli fiyat seviyesini yakalayacağı ön görülmüştür. Daha sonraki yıllar için elektrik gelirleri enflasyon oranında arttırılmıştır.

Kullanılan donanımların farklı amortisman süreleri olduğu gözetilerek yirmi yıl boyunca amortisman toplamı ayrı ayrı hızlandırılmış amortisman metodu kullanılarak hesaplanmıştır.

Tesis maliyetleri Avrupa'da tesis üreten iş ortaklarımız ve diğer yerli ve yabancı üreticilerle yapılan temaslardan sonucunda belirlenmiştir. Tesis yatırım maliyeti 2016 yılı rakamlarıyla 2.468.433 Euro veya 8.602. 795 Euro olarak bulunmuştur. Bu toplam yatırımın %50,9'u TL'ye endeksli, %49,1'i ise Euro'ya endeksli.

İç getiri oranı %14,80; Geri Ödeme Süresi ise 12,24 yıl olarak bulunmuştur.

Tesis harcamalarının tahmin edilenden %10 daha fazla olması durumunu inceleyen birinci duyarlılık analizinde;

İç getiri oranı %13,48; Geri Ödeme Süresi ise 12,90 yıl olarak bulunmuştur.

Tesis inşaatının tahmin edilen 1 yıllık süreden 3 ay daha geç bitmesi durumunu inceleyen ikinci duyarlılık analizinde;

İç getiri oranı %14,08; Geri Ödeme Süresi ise 13,09 yıl olarak bulunmuştur.

TL / USD kurunun tahmin edilenden daha yavaş artması durumunu inceleyen üçüncü duyarlılık analizinde;

İç getiri oranı %17,04; Geri Ödeme Süresi ise 10,38 yıl olarak bulunmuştur.

Tesisin ekonomik performansının en muhtemel gelişmeler dışındaki gelişmelere dayanıklı olduğu gösterge değerlerine bakılarak söylenebilir.

En muhtemel gelişmeler çerçevesinde bulunan %14,80'lük İç Getiri Oranı ve 12,24 yıllık Geri Ödeme Süreleri değerlendirilirken sadece finansman getirisi gözüyle bakılmamalı, projenin büyük resimde getireceği faydalar yani çarpan etkileri de değerlendirilmelidir.

Bölgesel çarpan etkileri düşünüldüğünde,

- Mısır silajı ekimi yapılması sırasında yeni istihdam yaratılması
- Toprağın işlenmesi sonucunda toprak verimliliğinin artması, tarım kültürünün yaygınlaşması
- Tarım ile ilgili yan sanayi ve ticaretin gelişmesi
- Mısır silajı ekimi ile yaratılan ölçek ekonomisinden dolayı yem fiyatlarının düşmesi
- 3 kişinin istihdam edilmesi sonucunda bu kişilerin ailelerinin daha iyi eğitim olanakları bulması,
- Köyde çağdak ve konforlu yaşam şartlarının sağlanarak, köyden şehre göçün engellenmesi ile şehire göç sorunlarının ve bunun yarattığı sosyo-ekonomik sorunların azaltılması
- Köyün enerji bağımsız hale gelerek, Türkiye'nin enerji konusunda dışa bağımlılığının ve yarattığı ekonomik ve politik sorunların azaltılması
- Tesisin örnek teşkil ederek çoğaltılması,
- Yenilenebilir enerji konusunda bilinci arttırarak, termal güneş enerjisi, fotovoltaik güneş panelleri, rüzgar enerjisi ve diğerlerinden yararlanılması konusunda bilinç geliştirmesi; sayılabilir.

Tüm bu etkiler yapılan yatırımın gerek bölge ekonomisine gerekse ülke ekonomisine katlanarak geri dönmesine sebep olacaktır.

Referanslar

- 1) <http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/gun-derece.aspx#sfU>
- 2) <http://www.degreedays.net>
- 3) sıhhi tesisat tekniğinde su tüketimi hesabı, Uğur KOKTURK, İTÜ Öğretim Görevlisi, Tesisat Mühendisliği Dergisi
- 4) Sıcak Su İhtiyacının Tespiti, Mehmet OSKAY, Tesisat Mühendisliği Dergisi, Sayı: 93, s. 37-52, 2006
- 5) Brugg Pipe Systems, http://www.pipesystems.com/en/Flexible_pipe_systems, <http://my.page2flip.de/3840027/4479240/4523642/html5.html#/14>
- 6) <http://www.cografyaharita.com/turkiye-tarim-haritalari1.html>
- 7) Steffen, R. Szolar, O., Braun, R. (1998) Feedstocks for anaerobic digestion, AD-NETT.
- 8) Anaerobik biyoteknoloji ve biyoenerji üretimi, Doç. Dr. Mustafa Türker, İzmir, 2008
- 9) Isı depolama tekniği, Doç. Dr. H. Hüseyin Öztürk, Ankara, 2008
- 10) <http://www.mbxterbiomass.co.uk/services/buffer.html>
- 11) <http://www.americanbiogasconditioning.com/about-hydrogen-sulfide--h2s-.html>
- 12) EPA Integrated Risk Information System, Hydrogen sulfide (CASRN 7783-06-4), <http://www.epa.gov/iris/subst/0061.htm>.
- 13) Practical Guide to AD, Joint study by Edina, Viessmann, MWM, http://adbioresources.org/wp-content/uploads/2013/06/59-80_chapter5_v41.pdf
- 14) Biogas upgrading Technologies developments and innovations, Anneli Petersson, Arthur Wellinger, IEA Bioenergy, Task 37 – Energy from biogas and landfill gas, http://www.iea-biogas.net/files/daten-redaktion/download/publi-task37/upgrading_rz_low_final.pdf
- 15) Urban, W., Girod, K., Lohmann, H., 2009: Technologien und Kosten der Biogasaufbereitung und Einspeisung in das Erdgasnetz. Ergebnisse der Markterhebung 2007–2008. 123 s. Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik, Oberhausen
- 16) Master's Thesis, A techno-economic comparison of biogas upgrading Technologies in Europe, Katie Elisabeth, Hannah Warren, University of Jyväskylä, 2012
- 17) <http://sdw.ecb.europa.eu/reports.do?node=1000002886>
- 18) <http://www.isbank.com.tr/TR/fiyatlar-ve-oranlar/turk-lirasi-bono-tahvil/hazine-bonusu-ve-devlet-tahvilleri/Sayfalar/hazine-bonusu-ve-devlet-tahvilleri.aspx>
- 19) <http://www.isbank.com.tr/TR/ticari/krediler/nakdi-krediler/ticari-krediler-faiz-oranlari/Sayfalar/ticari-krediler-faiz-oranlari.aspx>

- 20) Doğu Anadolu bölgesinin biyokütle potansiyeli ve enerji üretimi, Nilüfer (Nacar) Koçer, Ayhan Ünlü, Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü – Elazığ
- 21) <http://erzurumobm.ogm.gov.tr/Sayfalar/Ormanlarimiz/OrmanVarligi.aspx>
- 22) **Kars'ın sosyo-ekonomik durumu** ve uygun yatırım alanları, Dr.Hüseyin TUTAR, Evren DEMİR, Gökhan ELYILDIRIM, İsa BOZTEMİR, Mustafa SARIŞEN, S.122
- 23) [*"The Case for Pellets"* \(PDF\). 2012 VT Wood Chip & Pellet Heating Conference. Retrieved 23 January 2012](#)
- 24) Anaerobik Biyoteknoloji ve Biyoenerji Üretimi, Doç. Dr. Mustafa Türker, Pakmaya, İzmit, 2008
- 25) Lettinga, G., vd., 1980., Use of the Upflow Sludge Blanket reactor concept for biological waste water treatment, especially for anaerobic treatment, Biotech. Bioeng. , 22, 699 734.
- 26) www.eu.agrobiogas.net

EK A

Ekonomik ve Finansal Fizibilite
Hesaplamalar, Tablolar, Grafikler
Hedef Proje Parametreleri Değerleri ile

Parametreler

Makro Ekonomik parametreler									
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024-2037
TL/Euro (30.06.2016)	3,208	3,485	3,746	3,990	4,249	4,525	4,820	5,133	
TL/USD (30.06.2016)	2,885	3,130	3,365	3,617	3,888	4,180	4,494	4,831	
TL Enflasyon Oranı (TÜFE 06.2016)	7,64%	6,50%	5,50%	5,50%	5,50%	5,50%	5,50%	5,50%	5,50%
USD/Euro (30.06.2016)	1,112	1,123	1,134	1,146	1,157	1,169	1,180	1,192	
Faiz Oranı (Euro) (17)		2,01%							
Faiz Oranı (TL) (19)		18,00%							
NINV içinde özkaynak oranı		60%							
Öz Kaynak Fırsat maliyeti (18)		9%							
Sermaye Maliyeti	10,03%								

Cirolar	
Gübre Satış Fiyatında Değişim	0%
Karbon Salınımı Fiyatında Değişim	0%

Vergi	
Gelir Vergisi Oranı	20%
Vergi Muafiyeti*	1

*Varsa "1" yoksa "0" giriniz

Planlama ve Gerçekleştirmede Hassasiyet	
Toplam Proje Maliyetinde Değişim	0%
Erken, ay (-), Planlandığı gibi (0), Geç, ay(+)	0

Tesis performansı	
Gen-set Çalışma süresi (h/a)	6.840

Operasyon Maliyetleri	
Sübatrat (TL/ton DM)	0
Pelet (TL/kWh)	0,0745

Sarı hücrelerdeki parametre değerleri değiştirilebilir.

Kütle Dengesi:

Girdi	Sığır Dışkısı	Mısır silajı	Proses Suyu	Toplam
Input (ton/a)	54.000	9.000	22.566	85.566
Input (ton/gün)	180,00	30,00	75,22	285,22
Toplam Kuru Madde (%)	7,0%	36,5%	5,0%	10,6%
Toplam Kuru Madde (t/a)	3.780,0	3.285,0	1.128,3	8.193,3
Toplam Kuru Madde (t/gün)	12,6	10,95	3,761	27,3
Organik Kuru Madde (% KM)	83,0%	96,0%	50,0%	76,9%
Organik Kuru Madde (t/a)	3.137	3.154	564	6.855
Organik Kuru Madde (t/gün)	10,5	10,5	1,9	23
Su (t/a)	50.220	5.715	21.438	77.373
Su (t/gün)	167	19	71,46	258
Metan konsantrasyonu	53,5%			
Biyogaz potansiyeli (m ³ /t OKM)	385	710	50	
(kuru gaz, normal şartlarda	1,31 kg/m3)			
Biyogaz				
Gaz üretimi (m ³ /a)	1.207.899	2.239.056	28.208	3.475.163
Gaz üretimi (m ³ /gün)	4.851,0	7.774,5	188,05	12.814
Gaz üretimi (t/a)	1582,3	2933,2	37,0	4.552
Gaz üretimi (t/gün)	6,4	10,2	0,2	17
Su bileşeni	4%	63,3	117,3	182
Islak Gaz 37°C (t/a)	1.645,6	3.050,5	38,4	4.735
Islak Gaz 37°C (t/gün)	6,6	10,6	0,3	6,45
Reaktör Çıktısı				
Toplam Kuru Madde (t/a)				3.640,8
Toplam kuru madde (t/gün)				10,5
Organik Kuru Madde (t/a)				2.303
Organik Kuru Madde (t/gün)				6
Su (t/a)				77.191
Su (t/gün)				257
Çıktı (t/a)				80.831,4
Toplam Kuru Madde (%)				4,7%

Enerji Dengesi

Girdi	
Sığır Dışkısı (m ³ /a)	54.000
Mısır Silajı (m ³ /a)	9.000
Proses suyu (m ³ /a)	22.566
Toplam (m³/a)	85.566
Kuru Madde	
Sığır Dışkısı (%) Girdi	7,0%
Etleme ve traşlama atığı (%) Girdi	36,5%
Proses suyu (%) Girdi	5,0%
Toplam (%) Girdi	10,6%
Organik Kuru Madde	
Sığır Dışkısı (%) KM	60,0
Mısır Silajı (%) KM	50,0
Proses Suyu (%) KM	50,0
Hidrolik alıkonma süresi (gün)	38,0
Çürütücü Hacmi (net) m³	10.838
Organik Yükleme Oranı (kg OKM /m³.gün)	2,1
Spesifik Gaz Potansiyeli:	
Sığır Dışkısı (m³/t OKM)	385
Mısır Silajı (m³/t OKM)	710
Proses Suyu (m³/t OKM)	50
Biyogaz Üretimi	
Sığır Dışkısı (m ³ /a)	1.207.899
Mısır Silajı (m ³ /a)	2.239.056
Proses Suyu (m ³ /a)	28.208
Metan Bileşeni	
Sığır Dışkısı (%)	60,0%
Mısır Silajı (%)	50,0%
Proses Suyu (%)	50,0%
Toplam (%)	53,5%
Kalorifik Değer (kWh/m³)	5,08
Biyogaz Üretimi (m³/a)	3.475.163
Biyogaz Üretimi (m³/h)	508,1

Üretilenler	
Toplam enerji (kWh/a)	17.639.925
Elektrik verimliliği	40,5%
Elektrik (kWh/a)	7.144.170
Gen-set güç çıkışı (kW)	1.044
Termal verimlilik	42,2%
Geri kazanılabilen ısı (kWh/a)	7.444.048
Tesisin kendi ısı tüketimi (kWh/a)	2.307.655
Kullanılabilir ısı (kWh/a)	5.136.393
Gübre, 85% dry (ton/a)	4.485
Kurutucu için gerekli ısı (kWh)	12.334.766
2016 ortalama pelet satış fiyatı (TL/kWh)	350 TL/ton

Proje Maliyeti

		Hizmet maliyeti		Birim	Toplam Hizmet Maliyeti	
	Köken	TL	Euro		TL	Euro
Hizmetler						
Çevre izinleri	Yerli	20.000		1	20.000	0
Yasal izinler	Yerli	20.000		1	20.000	0
Gümrük Masrafları	Yerli			1	0	0
Sübstat Testleri	İthal		15.000	1	0	15.000
Fermentasyon kalıntıları testleri	Yerli	3.000		1	0	3.000
Mühendislik Hizmetleri						
Detay Mühendislik	İthal		120.000	1	0	120.000
Uygulama Projesi Hazırlanması	İthal		40.000	1	0	40.000
Uygulama Projesinin Yönetilmesi	İthal		40.000	1	0	40.000
Proses Otomasyonu	İthal		47.500	1	0	47.500
Devreye almadan sonra izleme süresi maliyetleri	Yerli	30.000		1	30.000	0
Vinç ve diğer iş makinası kiralari	Yerli	70.000		1	70.000	0
Nakliye	Yerli		60.000	1	0	60.000
Hukuk Bürosu ücretleri (Kontrat hazırlama)	Yerli		10.000	1	0	10.000
Karbon Ayak izi ve emisyon düşüşü sertifikasyonu	İthal				0	0
Genel Giderler, Proje	Yerli	933.000		1	933.000	0
İnşaat işleri için işçilik ve diğer hizmet bedelleri	Yerli	172.000		1	172.000	0
Tedarikçi montör ücretleri	İthal		37.250	1	0	37.250
Seyahat Masrafları	Yerli	65.000		1	65.000	0
TOPLAM					1.310.000	372.750
	Köken	Mal Maliyeti		Birim	Toplam Mal Maliyeti	
		TL	Euro		TL	Euro
Arazi, Ekipman & Malzemeler						
Arazi (tahsis)	Yerli	0		1	0	0
İnşaat işleri (hafriyat, betonarme)	Yerli	1.875.000		1	1.875.000	0
çelik yapılar	Yerli					
Separatör Standı	Yerli	9.200		1	9.200	0
Çürütücü çelik merdivenleri	Yerli	20.000		2	40.000	0
Boru Köprüleri	Yerli	12.000		2	24.000	0
Yalıtım						
Çürütücülerin Isı Yalıtımı	Yerli		41.400	2	0	82.800
Borular ve donatıları						
Pis Su Boruları	Yerli	450		1	450	0
Pis Su Boruları Donatıları	Yerli	150		1	150	0
Kojen. - Çürütücü, Isıtma Suyu Boruları ve Donatıları	Yerli		5.000	2	0	10.000
Çürütücü Isı Değiştirici Boruları ve Donatıları	Yerli		35.267	2	0	70.534
Isı Depolama Tankı, Donatıları ve sıcak su kazanları	Yerli	135.000		1	135.000	0
Biyogaz Transfer Boruları ve Donatıları	Yerli		5.000	2	0	10.000
Çelik Boru ve Donatıları	Yerli	80.000		1	80.000	0
Mekan Isıtma Kalorifer Suyu Şebekesi	Yerli	315.000		1	315.000	0
Çürütücü Donatıları						
Giriş ve Çıkış Ekipmanları	Yerli		400	24	0	9.600
İzleme Pencereleri	İthal		2.000	2	0	4.000
Vanalar	Yerli		1.000	18	0	18.000
Katı cisim ayıklayıcı ve öğütücü	İthal		2.650	2	0	5.300
Pozitif Deplasman Pompası	İthal		2.280	2	0	4.560
Ultrasonik Parçalayıcı	İthal		4.000	2	0	8.000
Pompalar	Yerli	5.000		4	20.000	0
Fanlar, biyogaz	İthal		500	2	0	1.000
Dozlama Ünitesi	Yerli		2.000	2	0	4.000
Dalgıç karıştırıcılar	Yerli		5.000	6	0	30.000
Separatörler	Yerli	35.600		1	35.600	0
Çürütücü Üstü Kubbe Gaz depolama üniteleri	İthal		67.900	1	0	67.900
Meşale	İthal		7.350	1	0	7.350
Filtreler	İthal		16.000	1	0	16.000
Kurutma Ünitesi	İthal		22.100	1	0	22.100
Desülfürizasyon Ekipmanı	İthal		4.500	2	0	9.000
Proses Otomasyonu Saha Ekipmanları	İthal		58.500	1	0	58.500
Proses Analitik Enstrümanları	İthal		47.000	1	0	47.000
Gaz Denetleme ve Alarm Sistemleri	İthal		3.500	1	0	3.500
Gen-setler & Opsiyonları	İthal		107.500	2	0	215.000
Trafo	İthal		35.000	1	0	35.000
Güç Kontrol Üniteleri	İthal		80.000	1	0	80.000
Güç İletim Hatları	Yerli		20.000	1	0	20.000
İş Güvenliği ve İşçi Sağlığı Malzemeleri	Yerli	6.000		1	6.000	0
Biyokütle doğrudan yakma ünitesi	Yerli	120.000		2	240.000	0
Pelet deposu	Yerli	80.000		1	80.000	0
Kül deposu, kül doldurma silosu ve standı	Yerli	19.000		1	19.000	0
Baca	Yerli	30.000		2	60.000	0
Pelet Besleme Hattı	Yerli	30.000		1	30.000	0
Araçlar						
Vidanjör	Yerli	100.000		1	100.000	0
TOPLAM					3.069.400	839.144

Hizmetler / Malzeme ve Ekipman	Köken	Maliyet		Maliyet Yüzdeleri	
		TL	Euro	TL	Euro
Hizmetler	Toplam	1.310.000	372.750	15,2%	15,1%
Malzeme ve Ekipman	Toplam	3.069.400	839.144	35,7%	34,0%
Toplam	Yerli	3.535.200	452.934	41,1%	18,3%
Toplam	İthal	0	1.856.520	0,0%	75,2%
Hizmetler	Yerli	1.235.000	68.000	14,4%	2,8%
Hizmetler	İthal	0	287.750	0,0%	11,7%
Malzeme ve Ekipman	Yerli	2.300.200	384.934	26,7%	15,6%
Malzeme ve Ekipman	İthal	0	1.568.770	0,0%	63,6%
Gerçekleştiği Para Birimlerinde Proje Maliyetleri	Total	4.379.400	1.211.894	50,9%	49,1%
TL ve Euro Cinsinden Proje Maliyetleri	Total	8.602.795	2.468.553		

Hızlandırılmış Amortisman (%200)

	Amortisman periyotları	Yıllık Amortisman Oranı	Gerçekleştiği Para Biriminde Maliyet		Amortisman Tabi Maliyet	Amortisman	Amortisman	Amortisman	Amortisman	Amortisman	Amortisman	Amortisman	Amortisman	Amortisman	Amortisman	Amortisman
						Yıl 1	Yıl 2	Yıl 3	Yıl 4	Yıl 5	Yıl 6	Yıl 7	Yıl 8	Yıl 9	Yıl 10	Yıl 11
			TL	Euro	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL
SERVICES																
Sübvansiyon Testleri	5	20,00%	0	15.000	52.274	20.910	12.546	7.528	4.517	6.775						
Fermentasyon kalıntılar testleri	5	20,00%	0	3.000	10.455	4.182	2.509	1.506	903	1.355						
Çevre izinleri	15	6,66%	20.000	0	20.000	2.664	2.309	2.002	1.735	1.504	1.304	1.130	979	849	736	638
Yasal izinler	15	6,66%	20.000	0	20.000	2.664	2.309	2.002	1.735	1.504	1.304	1.130	979	849	736	638
Mühendislik Hizmetleri																
Detay Mühendislik	5	20,00%	0	120.000	418.194	167.278	100.367	60.220	36.132	54.198						
Uygulama Projesi Hazırlanması	5	20,00%	0	40.000	139.398	55.759	33.456	20.073	12.044	18.066						
Uygulama Projesinin Yönetilmesi	5	20,00%	0	40.000	139.398	55.759	33.456	20.073	12.044	18.066						
Proses Otomasyonu	5	20,00%	0	47.500	165.535	66.214	39.728	23.837	14.302	21.453						
Devreye almadan sonra izleme süresi ücreti	5	20,00%	30.000	0	30.000	12.000	7.200	4.320	2.592	3.888						
Vinç ve diğer iş makinası kiralama	5	20,00%	70.000	0	70.000	28.000	16.800	10.080	6.048	9.072						
Nakliye	5	20,00%	60.000	0	60.000	209.097	83.639	50.183	30.110	18.066	27.099					
Genel Giderlerdeki Projeye Bağlı Net Artış	5	20,00%	933.000	0	933.000	373.200	223.920	134.352	80.611	120.917						
İnşaat işleri için işçilik ve diğer hizmet bedelleri	10	10,00%	172.000	0	172.000	34.400	27.520	22.016	17.613	70.451						
Tedarikçi montaj ücretleri	10	10,00%	0	37.250	129.815	25.963	20.770	16.616	13.293	53.172						
Seyahat Masrafları	5	20,00%	65.000	0	65.000	26.000	15.600	9.360	5.616	8.424						
Hukuk Bürosu ücretleri (Kontrat hazırlama)	5	20,00%	0	10.000	34.850	13.940	8.364	5.018	3.011	4.517						
Materials & Equipment																
Civil Works	10	10,00%	1.875.000	0	1.875.000	375.000	300.000	240.000	192.000	153.600	122.880	98.304	78.643	62.915	251.658	
İnşaat işleri	10	10,00%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Çelik yapılar	10	10,00%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Separatör Standı	10	10,00%	9.200	0	9.200	1.840	1.472	1.178	942	754	603	482	386	309	1.235	
Çürütücü çelik merdivenleri	10	10,00%	40.000	0	40.000	8.000	6.400	5.120	4.096	3.277	2.621	2.097	1.678	1.342	5.369	
Boru Köprüleri	10	10,00%	24.000	0	24.000	4.800	3.840	3.072	2.458	1.966	1.573	1.258	1.007	4.027		
Çürütücülerin ısı Yalıtımı	10	10,00%	0	82.800	288.554	57.711	46.169	36.935	29.548	23.638	18.911	15.129	12.103	9.682	38.729	
Borular ve donatılar	10	10,00%														
Pls Su Boruları	10	10,00%	450	0	450	90	72	58	46	37	29	24	19	15	60	
Pls Su Boruları Donatıları	10	10,00%	150	0	150	30	24	19	15	12	9	7	5	20		
Köşen - Çürütücü, Isıtma Suyu Boruları ve Donatıları	10	10,00%	0	10.000	34.850	6.970	5.576	4.461	3.569	2.855	2.284	1.827	1.462	1.169	4.677	
Çürütücü ısı Değişirici Boruları ve Donatıları	10	10,00%	0	70.534	245.808	49.162	39.329	31.463	25.171	20.137	16.100	12.887	10.310	8.248	32.992	
Isı Depolama Tankları ve Donatıları	10	10,00%	135.000	0	135.000	27.000	17.280	13.824	11.059	8.847	7.078	5.662	4.530	3.622	18.119	
Biyo gaz Transfer Boruları ve Donatıları	10	10,00%	0	10.000	34.850	6.970	5.576	4.461	3.569	2.855	2.284	1.827	1.462	1.169	4.677	
Çelik Boru ve Donatıları	10	10,00%	80.000	0	80.000	16.000	12.800	10.240	8.192	6.554	5.243	4.194	3.355	2.684	10.737	
Mekan Isıtma Kalorifer Suyu Şebekesi	10	10,00%	315.000	0	315.000	63.000	50.400	40.320	32.256	25.805	20.644	16.515	13.212	10.570	42.279	
Çürütücü Donatıları	10	10,00%														
Güç ve Çıkış Ekipmanları	10	10,00%	0	9.600	33.456	6.691	5.353	4.282	3.426	2.741	2.193	1.754	1.403	1.123	4.490	
İzleme Pencereleri	10	10,00%	0	4.000	13.940	2.788	2.230	1.784	1.427	1.142	914	731	585	468	1.871	
Vanalar	10	10,00%	0	18.000	62.729	12.546	10.037	8.029	6.423	5.139	4.111	3.289	2.631	2.105	8.419	
Katı cisim ayıklayıcı ve öğütücü	10	10,00%	0	5.300	18.470	3.694	2.955	2.364	1.891	1.513	1.210	968	775	620	2.479	
Pozitif Deplasman Pompası	10	10,00%	0	4.560	15.891	3.178	2.543	2.034	1.627	1.302	1.041	833	667	533	2.133	
Ultrasonik Parçalayıcı	10	10,00%	0	8.000	27.880	5.576	4.461	3.569	2.855	2.284	1.827	1.462	1.169	935	3.742	
Pompalar	10	10,00%	20.000	0	20.000	4.000	3.200	2.560	2.048	1.638	1.311	1.049	839	671	2.684	
Fanlar, biyo gaz, ex-proof	10	10,00%	0	1.000	3.485	697	558	446	357	285	228	183	146	117	468	
Dozlama Ünitesi	10	10,00%	0	4.000	13.940	2.788	2.230	1.784	1.427	1.142	914	731	585	468	1.871	
Dalgıç karıştırıcılar	10	10,00%	0	30.000	104.549	20.910	16.728	13.382	10.706	8.565	6.852	5.481	4.385	3.508	14.032	
Separatörler	10	10,00%	35.600	0	35.600	7.120	5.696	4.557	3.645	2.916	2.333	1.866	1.493	1.195	4.778	
Çürütücü Üstü Kubbe Gaz depolama Üniteleri	10	10,00%	0	67.900	236.628	47.326	37.861	30.288	24.231	19.385	15.508	12.406	9.925	7.940	31.760	
Megale	10	10,00%	0	7.350	25.614	5.123	4.098	3.279	2.623	2.098	1.679	1.343	1.074	859	3.438	
Filtreler	10	10,00%	0	16.000	55.759	11.152	8.921	7.137	5.710	4.568	3.654	2.923	2.339	1.871	7.484	
Kurutma Ünitesi	10	10,00%	0	22.100	77.017	15.403	12.323	9.858	7.887	6.309	5.047	4.038	3.230	2.584	10.337	
Desülfitasyon Ekipmanı	10	10,00%	0	9.000	31.365	6.273	5.018	4.015	3.212	2.569	2.056	1.644	1.316	1.052	4.210	
Proses Otomasyonu Sahası Ekipmanları	5	20,00%	0	58.500	203.870	81.548	48.929	29.357	17.614	26.422						
Proses Analitik Enstrümanları	4	25,00%	0	47.000	163.793	81.896	40.948	20.474	20.474							
Gaz Denetim ve Alarm Sistemleri	5	20,00%	0	3.500	12.197	2.427	1.942	1.554	1.243	996						
Gen-setler & Opsiyonları	15	6,66%	0	615.000	2.143.247	285.480	247.454	214.494	185.923	161.158	139.692	121.085	104.956	90.976	78.858	68.354
Trafo	10	10,00%	0	70.000	243.947	48.789	39.031	31.225	24.980	19.984	15.987	12.790	10.232	8.185	32.742	
Güç Kontrol Üniteleri	10	10,00%	0	180.000	627.292	125.458	100.367	80.293	64.235	51.388	41.110	32.888	26.311	21.048	84.194	
Güç İletim Hatları	10	10,00%	0	150.000	522.529	104.509	83.639	66.911	53.529	42.823	34.258	27.407	21.925	17.540	70.161	
İş Güvenliği ve İşçi Sağlığı Materyalleri	5	20,00%	6.000	0	6.000	2.400	1.440	864	518	778						
Biyokütle doğrudan yakma ünitesi	10	10,00%	240.000	0	240.000	48.000	38.400	30.720	24.576	19.661	15.729	12.583	10.066	8.053	32.212	
Pelet deposu	10	10,00%	80.000	0	80.000	16.000	12.800	10.240	8.192	6.554	5.243	4.194	3.355	2.684	10.737	
Kül deposu, kül doldurma silosu ve standı	10	10,00%	19.000	0	19.000	3.800	3.040	2.432	1.946	1.556	1.245	996	797	638	2.550	
Baca	10	10,00%	60.000	0	60.000	12.000	9.600	7.680	6.144	4.915	3.932	3.146	2.517	2.013	8.053	
Pelet Besleme Hattı	10	10,00%	30.000	0	30.000	6.000	4.800	3.840	3.072	2.458	1.966	1.573	1.258	1.007	4.027	
Vidanör	10	10,00%	100.000	0	100.000	20.000	16.000	12.800	10.240	8.192	6.554	5.243	4.194	3.355	13.422	
TOTAL			4.379.400	1.876.894	10.896.289	2.580.409	1.860.042	1.373.103	1.045.482	1.082.107	519.666	425.238	348.430	285.886	853.178	69.630

Hızlandırılmış Amortisman (%200)

	Amortisman periyotları	Yıllık Amortisman Oranı	Gerçekleştiği Para Biriminde Maliyet		Amortismana Tabi Maliyet	Amortisman	Amortisman	Amortisman	Amortisman	Amortisman
			TL	Euro		Yıl 12	Yıl 13	Yıl 14	Yıl 15	Yıl 16 - 20
						TL	TL	TL	TL	TL
SERVICES										
Süstrat Testleri	5	20,00%	0	15.000	52.274					
Fermentasyon kalıntıları testleri	5	20,00%	0	3.000	10.455					
Çevre izinleri	15	6,66%	20.000	0	20.000	553	479	415	2.703	
Yasal izinler	15	6,66%	20.000	0	20.000	553	479	415	2.703	
Mühendislik Hizmetleri										
Detay Mühendislik	5	20,00%	0	120.000	418.194					
Uygulama Projesi Hazırlanması	5	20,00%	0	40.000	139.398					
Uygulama Projesinin Yönetilmesi	5	20,00%	0	40.000	139.398					
Proses Otomasyonu	5	20,00%	0	47.500	165.535					
Devreye almadan sonra izleme süresi ücreti	5	20,00%	30.000	0	30.000					
Vinç ve diğer iş makinası kiralari	5	20,00%	70.000	0	70.000					
Nakliye	5	20,00%		60.000	209.097					
Genel Giderlerdeki Projeyle Bağlı Net Artış	5	20,00%	933.000	0	933.000					
İnşaat işleri için işçilik ve diğer hizmet bedelleri	10	10,00%	172.000	0	172.000					
Tedarikçi montör ücretleri	10	10,00%	0	37.250	129.815					
Seyahat Masrafları	5	20,00%	65.000	0	65.000					
Hukuk Bürosu ücretleri (Kontrat hazırlama)	5	20,00%	0	10.000	34.850					
Materials & Equipment										
Civil Works	10	10,00%	1.875.000	0	1.875.000					
İnşaat işleri	10	10,00%								
çelik yapılar	10	10,00%	0	0	0					
Separatör Standı	10	10,00%	9.200	0	9.200					
Çürütücü çelik merdivenleri	10	10,00%	40.000	0	40.000					
Boru Köprüleri	10	10,00%	24.000							
Çürütücülerin Isı Yalıtımı	10	10,00%	0	82.800	288.554					
Borular ve donatılar										
Pis Su Boruları	10	10,00%	450	0	450					
Pis Su Boruları Donatıları	10	10,00%	150	0	150					
Kojen - Çürütücü, Isıtma Suyu Boruları ve Don	10	10,00%	0	10.000	34.850					
Çürütücü Isı Değiştirici Boruları ve Donatıları	10	10,00%	0	70.534	245.808					
Isı Depolama Tankları ve Donatıları	10	10,00%	135.000		135.000					
Biyogaz Transfer Boruları ve Donatıları	10	10,00%	0	10.000	34.850					
Çelik Boru ve Donatıları	10	10,00%	80.000	0	80.000					
Mekan Isıtma Kalorifer Suyu Şebekesi	10	10,00%	315.000	0	315.000					
Çürütücü Donatıları										
Giriş ve Çıkış Ekipmanları	10	10,00%	0	9.600	33.456					
İzolme Pencereleri	10	10,00%	0	4.000	13.940					
Vanalar	10	10,00%	0	18.000	62.729					
Katı cisim ayıklayıcı ve öğütücü	10	10,00%	0	5.300	18.470					
Pozitif Deplasman Pompası	10	10,00%	0	4.560	15.891					
Ultrasonik Parçalayıcı	10	10,00%	0	8.000	27.880					
Pompalar	10	10,00%	20.000	0	20.000					
Fanlar, biyogaz, ex-proof	10	10,00%	0	1.000	3.485					
Dozajlama Ünitesi	10	10,00%	0	4.000	13.940					
Dalgıç karıştırıcılar	10	10,00%	0	30.000	104.549					
Separatörler	10	10,00%	35.600	0	35.600					
Çürütücü Üstü Kubbe Gaz depolama üniteleri	10	10,00%	0	67.900	236.628					
Meşale	10	10,00%	0	7.350	25.614					
Filtreler	10	10,00%	0	16.000	55.759					
Kurutma Ünitesi	10	10,00%	0	22.100	77.017					
Oksidatifürasyon Ekipmanı	10	10,00%	0	9.000	31.365					
Proses Otomasyonu Saha Ekipmanları	5	20,00%	0	58.500	203.870					
Proses Analitik Enstrümanları	4	25,00%	0	47.000	163.793					
Gaz Denetleme ve Alarm Sistemleri	5	20,00%	0	3.500	12.197					
Gen-setler & Opsiyonları	15	6,66%	0	615.000	2.143.247	59.249	51.357	44.517	289.692	
Trafo	10	10,00%	0	70.000	243.947					
Güç Kontrol Üniteleri	10	10,00%	0	180.000	627.292					
Güç İletim Hatları	10	10,00%	0	150.000	522.743					
İş Güvenliği ve İşçi Sağlığı Malzemeleri	5	20,00%	6.000		6.000					
Biyokütle doğrudan yakma ünitesi	10	10,00%	240.000		240.000					
Pellet deposu	10	10,00%	80.000		80.000					
Kül deposu, kül doldurma silosu ve standı	10	10,00%	19.000		19.000					
Baca	10	10,00%	60.000		60.000					
Pellet Besleme Hattı	10	10,00%	30.000		30.000					
Vidanör	10	10,00%	100.000		100.000					
TOTAL			4.379.400	1.876.894	10.896.289	60.355	52.316	45.347	295.099	

Amortisman; Özet

Yıl	Yıllara Göre Amortisman Toplamları, Hızlandırılmış (%200)
	TL
1	2.580.409
2	1.860.042
3	1.373.103
4	1.045.482
5	1.082.107
6	519.666
7	425.238
8	348.430
9	285.886
10	853.178
11	69.630
12	60.355
13	52.316
14	45.347
15	295.099
16-20	0

Net Elektrik Üretimi

Ekipman (İki modülden biri)	Nominal Güç (kW)	Günlük Çalışma Zamanı (h)	Yıllık Enerji Tüketimi (kWh)
Vana motorları	1,85	1	555
Pozitif Deplasman Pompası	3,00	4	3.600
Ultrasonik Parçalayıcı	0,35	4	420
Pis Su Pompaları	6,10	4	7.320
Fanlar	7,30	24	52.560
Karıştırıcılar	37,50	2	22.500
Separatörler	5,50	10	16.500
Separatör Pompaları	5,50	10	16.500
Biyogaz tesisi, diğer			10.000
Sıhhi sıcak su			239.028
Pişirme			309.600
Aydınlatma			391.644
Sokak aydınlatma ve diğer			10.000
Toplam			1.080.227
Ekipman	Güç (kW)	Yıllık Çalışma Zamanı (h/a)	Yıllık Brüt Elektrik Üretimi (kWh/a)
Gen - Setler - lisanssız limit	1.000	6.840	6.840.000
Toplam, Brüt			6.840.000
			Yıllık Elektrik Üretimi, Net (kWh/a)
Toplam, net			5.759.773

Yıllık Operasyondan Kaynaklanan Gelirler

Ciro Kalemleri	Toprak İyileştirici /CO ₂	Elektrik	Ciro	
	ton/a	kWh/a	TL/a	USD/a
Yıllık Elektrik Üretimi, Net Elektrik Satış Fiyatı (0.133 USD/kWh) Yıllık Ciro, Elektrik		5.759.773		0,1330 766.050
Gübre, %85 kuru (ton/a)	4.485		375	
Yıllık Ciro, Gübre (TL/a)			0	
Yıllık CO ₂ salınımı düşüşü Biyokütleden CO ₂ salınımı düşüşü değeri (USD/ton CO ₂) (2011 price) Yıllık Ciro, CO₂ salınımı düşüşü				0
Yıllık Operasyondan Kaynaklanan Ciro (TL/a) ve (USD/a) Bileşenleri			0	766.050
Yıllık Operasyondan Kaynaklanan Ciro (TL/a)			2.209.900	
Yıllık Operasyondan Kaynaklanan Ciro (USD/a)				766.050

Gübre köylülere geri dağıtılacaktır. / Karbon sertifikası alınmayacaktır.

	Para Birimi	
	TL	USD
Cironun Para Birimlerine Bağımlılığı	0,0%	100,0%

Kars, Akyaka Kaymakamlığı KHGB - Serka 2016 Doğrudan Faaliyet Desteği kapsamında "Ekolojik Yerleşim Modeli Fizibilite Çalışması"

Yönetim Masrafları

	Masraf Kalemi	Birim Aylık	Maliyet, ayda (TL)	Yıllık Maliyet (TL)
2018	Ofis Kirası	12	0	0
	Ofis Masrafları	12	0	0
	Isınma	12	0	0
	Elektrik, su	12	0	0
	İletişim, telefon	12	100	1.200
	Seyahat (Kars dışına)	12	500	6.000
	Üyelikler, abonelikler	12	0	0
	Ağırlama	12	0	0
	Eğitim	12	0	0
	Personel Taşıma/Araç Gideri	12	0	0
	Toplam Maliyet			<u>7.200</u>

Yıllık Operasyon Maliyetleri

Maliyet kalemleri	Açıklama		
Siğır dışkısı (TL/ton DM)	Köylülerden karşılığında organik gübre dağıtılmak üzere ücretsiz toplanacaktır.	0	
Siğır dışkısı (ton DM)		3.780	
Mısır silajı (TL/ton DM)		192	
Mısır Silajı (ton DM)	Mısır silajı - tarla kirası dahil ton maliyeti 70 TL, 70/%36,5 = 192 TL	3.285	
Sübat Maliyeti (TL/a)			630.720
Pelet maliyeti (TL/ton)		350	
Yıllık pelet kullanımı (ton)		927	
Biyokütle Maliyeti (TL/a)			324.450
Bakım ve harç malzemeleri (TL/a)	Tesisi Maliyetinin %2'si (Kojenerasyon hariç) + Üretilen Elektrik kWh Başına 0.03 TL / kWh		323.897
Sigorta (TL/a)	Kojenerasyon dahil tesisi maliyetinin %1,2		103.234
Vidanjör (TL)		72.000	
Araç Maliyeti (TL/a)			72.000
Tesis Yöneticisi, 1 kişi	Brüt maaş	48.000	
Teknisyen / Şöför, 1 kişi	Brüt maaş	24.000	
Teknisyen / Şöför, 1 kişi	Brüt maaş	24.000	
Personel Maliyetleri (TL/a)			96.000
Yönetim ve İdari Maliyetleri (TL)			7.200
Yıllık Operasyon Maliyetleri			1.557.500

Net Çalışma Sermayesi

Ödemelerin Gecikme Süresi	Ödemeler (TL/a)	Ödemeler (TL/gün)	Ödemelerin Gecikme Süresi (gün)
Süstrat Maliyeti (TL/a)	630.720	2.102	90
Bakım ve Harç Malzemeleri (TL/a)	323.897	1.080	30
Sigorta (TL/a)	103.234	344	-15
Biyokütle (Pelet) (TL/a)	324.450	1.082	25
Araçlar (TL/a)	72.000	240	15
Personel (TL/a)	96.000	320	20
Yönetim ve İdari (TL/a)	7.200	24	25
Toplam Ödemeler	1.557.500		
Gün Başına Ort. Ödeme		5.192	
Ödemelerin Gecikme Süresi			48,9

Alacakların Dönüştürme Süresi	Alacaklar (TL/a)	Alacaklar (TL/gün)	Alacakların Dönüştürme Süresi (gün)
Elektrik	2.209.900	6.055	55
Gübre	0	0	90
Karbon	0	0	30
Toplam Alacaklar	2.209.900		
Gün başına Ort. Alacaklar		6.055	
Alacakların Dönüştürme Süresi			55,0

Net Çalışma Sermayesi

Envanter Dönüştürme Süresi	(gün)
Gübre	
Nakliye Süresi ve KM%'si Ayarlama Süresi	1
Alıkonma Süresi	28
Isının İşlenmesi İçin Gereken Zaman	0
Dağıtım İçin Geçen Süre	0
Gübre için Envanter Dönüşüm Süresi	29
Elektrik	
Nakliye Süresi ve KM%'si Ayarlama Süresi	1
Alıkonma Süresi	28
Dağıtım için Bekleme Süresi	0
Elektrik için Envanter Dönüştürme Süresi	29
Envanter Dönüştürme Süresi*	29,0

*Elektrikten Elde Edilen Gelire Göre Ağırlıklı Ortalama

Operasyon Döngüsü = Envanter Dönüştürme Süresi + Alacakların Dönüştürme Süresi

Operasyon Döngüsü	84,0
--------------------------	-------------

Nakit Dönüştürme Döngüsü = Operasyon Döngüsü - Ödemelerin Gecikme Süresi

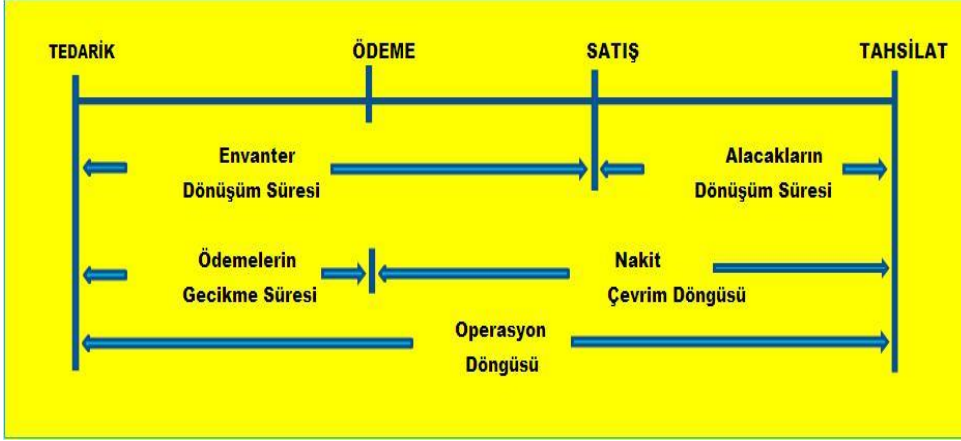
Nakit Dönüştürme Döngüsü	35,1
---------------------------------	-------------

Net Çalışma Sermayesi

Net Çalışma Sermayesi = Gün Başına Ort. Ödeme x Nakit Dönüştürme Döngüsü

Net Çalışma Sermayesi	182.019
-----------------------	---------

Operasyon Döngüsü



İZBAŞ Enerji ve Çevre Ortak Yönetim Tesisi Kuruluş Fizibilite Çalışması

Net Yatırım (NINV)

	TL
Proje Maliyeti	8.602.795
Net Çalışma Sermayesi (ilk operasyon yılı olan 2018 için)	204.512
Net Yatırım	8.807.306

Net (Operasyon) Nakit Akışı (NCF) & Net Şimdiki Değer (NPV)

	Açıklamalar	Planlama Yılı 2016	İnşaat Yıl 2017	Operasyon Yıl 1 2018
Enflasyon Tahmini		7,6%	6,5%	5,5%
TL/USD Tahmini		2,885	3,130	3,365
Yıllık (Operasyon) Ciroosu (ΔR) (1)	USD'ye bağlı cirolar ve maliyetler operasyonun ilk 10 yılı için TL/USD kuruna göre daha sonra enflasyona göre ayarlanm TL'ye bağlı Cirolar ve Maliyetler 2016 yılı için hesaplanmış, gelecekteki yıllar için enflasyon oranında arttırılmıştır.	2.209.900	2.397.742	2.577.573
Yıllık (Operasyon) Maliyetleri (ΔO) (2)	"	1.557.500	1.676.493	1.785.465
Yıllık Amortisman (ΔDep) (3)	Amortisman, hızlandırılmış (%200)			2.580.409
Yıllık Operasyon Karı, Vergi Öncesi (ΔOEBT) (1-2-3)			721.249	-1.788.301
Yıllık Operasyon Karı, Vergi Sonrası (ΔOEAT) (4)	% 20 kurumlar gelir vergisi			-1.430.641
Net Çalışma Sermayesindeki Yıllık Değişim (ΔNWC) (5)		11.831	10.662	11.248
Net Çalışma Sermayesi	Net çalışma Sermayesi 2013 değeri alınmış enflasyonla ayarlanmıştır.	182.019	193.850	204.512
Yıllık Net (Operasyon) Nakit Akışı (ΔNCF) (4+3-5)				1.138.519
Net (operasyon) Nakit Akışı (NCF)	Kümülatif ΔNCF			1.138.519
Şimdiki Değer Faiz Çarpanı (PVIF)	Bu kadar yıl için sermaye maliyeti oranında iskonto edilmiş 1 TL		1,000	0,909
Net Nakit Akışının Şimdiki Değeri				1.034.758
Net Şimdiki Değer (NPV)	Sermaye maliyeti oranında bu yıla göre iskonto edilmiş		-8.807.306	-7.772.549
Şimdiki Değer Faiz Çarpanı (PVIF)	Bu kadar yıl için İç Getiri Oranında iskonto edilmiş 1 TL		1,000	0,871
Net Nakit Akışının Şimdiki Değeri	Bu yıla kadar olan kümülatif Net (operasyon) Nakit Akışlarının Şimdiki Değeri İç			991.749
Net Şimdiki Değer (NPV)	Getiri Oranında sermaye maliyeti, bu yılda		-8.807.306	-7.815.558

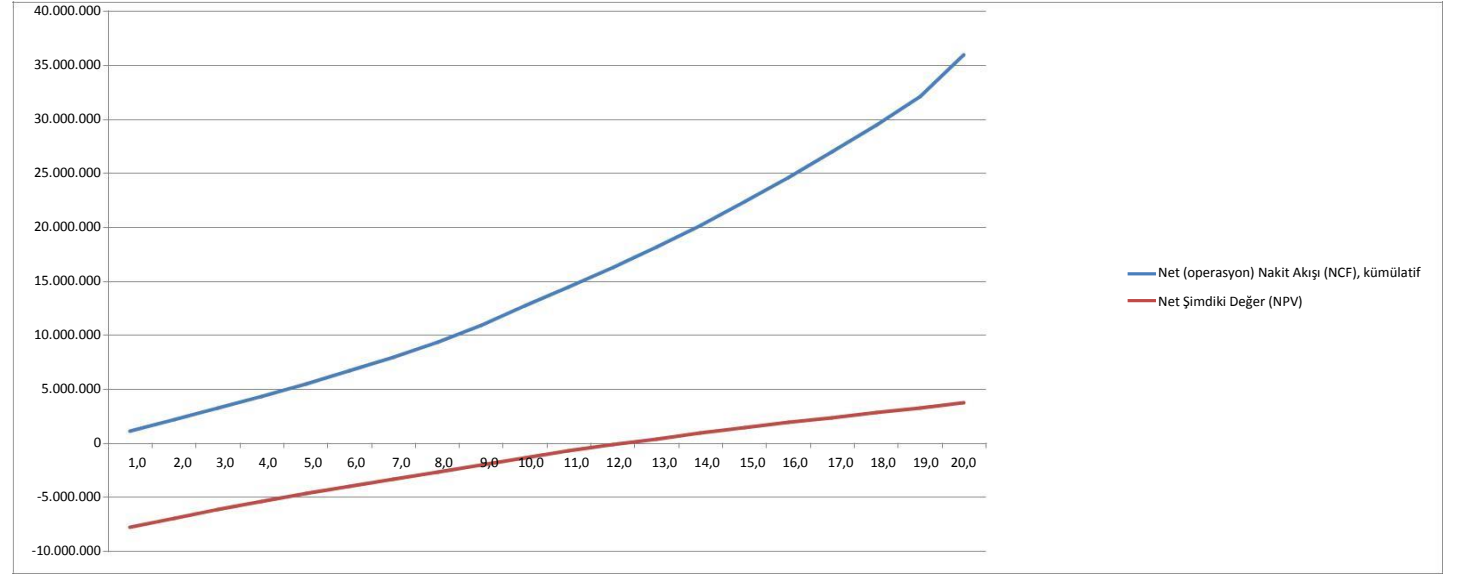
Net (Operasyon) Nakit Akışı (NCF) & Net Şimdiki De Net (Operasyon) Nakit Akışı (NCF) & Net Şimdiki Değer (NPV)

	Operasyon	Operasyon	Operasyon	Operasyon	Operasyon	Operasyon	Operasyon	Operasyon	Operasyon	Operasyon	Operasyon	Operasyon
	Yıl 2	Yıl 3	Yıl 4	Yıl 5	Yıl 6	Yıl 7	Yıl 8	Yıl 9	Yıl 10	Yıl 11	Yıl 12	Yıl 13
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Enflasyon Tahimini	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%
TL/USD Tahmini	3,617	3,888	4,180	4,494	4,831	5,193	5,583	6,001	6,452			
Yıllık (Operasyon) Ciro (ΔR) (1)	2.770.891	2.978.707	3.202.110	3.442.269	3.700.439	3.978.097	4.276.856	4.597.065	4.942.553	5.214.394	5.501.185	5.803.751
Yıllık (Operasyon) Maliyetleri (ΔO) (2)	1.883.666	1.987.268	2.096.567	2.211.879	2.333.532	2.461.876	2.597.279	2.740.130	2.890.837	3.049.833	3.217.574	3.394.540
Yıllık Amortisman (ΔDep) (3)	1.860.042	1.373.103	1.045.482	1.082.107	519.666	425.238	348.430	285.886	853.178	69.630	60.355	52.316
Yıllık Operasyon Karı, Vergi Öncesi (ΔOEBT) (1-2-3)	-972.818	-381.663	60.061	148.283	847.241	1.090.982	1.331.147	1.571.049	1.198.539	2.094.931	2.223.257	2.356.895
Yıllık Operasyon Karı, Vergi Sonrası (ΔOEAT) (4)	-778.254	-305.331	48.049	118.626	677.793	872.786	1.064.917	1.256.839	958.831	1.675.945	1.778.605	1.885.516
Net Çalışma Sermayesindeki Yıllık Değişim (ΔNWC) (5)	11.867	12.519	13.208	13.934	14.701	15.509	16.362	17.262	18.212	19.213	20.270	21.385
Net Çalışma Sermayesi	215.760	227.626	240.146	253.354	267.288	281.989	297.499	313.861	331.123	349.335	368.549	388.819
Yıllık Net (Operasyon) Nakit Akışı (ΔNCF) (4+3-5)	1.069.921	1.055.253	1.080.323	1.186.799	1.182.758	1.282.515	1.396.985	1.525.463	1.793.797	1.726.361	1.818.690	1.916.447
Net (operasyon) Nakit Akışı (NCF)	2.208.441	3.263.694	4.344.017	5.530.816	6.713.574	7.996.089	9.393.074	10.918.537	12.712.334	14.438.695	16.257.385	18.173.832
Şimdiki Değer Faiz Çarpanı (PVIF)	0,826	0,751	0,682	0,620	0,564	0,512	0,466	0,423	0,385	0,350	0,318	0,289
Net Nakit Akışının Şimdiki Değeri	1.918.546	2.710.776	3.447.911	4.183.895	4.850.526	5.507.502	6.157.898	6.803.383	7.493.235	8.096.644	8.674.391	9.227.708
Net Şimdiki Değer (NPV)	-6.888.760	-6.096.530	-5.359.396	-4.623.412	-3.956.781	-3.299.804	-2.649.408	-2.003.923	-1.314.072	-710.662	-132.915	420.402
Şimdiki Değer Faiz Çarpanı (PVIF)	0,759	0,661	0,576	0,502	0,437	0,381	0,332	0,289	0,252	0,219	0,191	0,166
Net Nakit Akışının Şimdiki Değeri	1.803.596	2.501.089	3.123.100	3.718.327	4.235.056	4.723.135	5.186.242	5.626.748	6.077.964	6.456.236	6.803.366	7.122.000
Net Şimdiki Değer (NPV)	-7.003.711	-6.306.218	-5.684.206	-5.088.979	-4.572.250	-4.084.171	-3.621.064	-3.180.558	-2.729.342	-2.351.070	-2.003.940	-1.685.306

Net (Operasyon) Nakit Akışı (NCF) & Net Şimdiki De Net (Operasyon) Nakit Akışı (NCF) & Net Şimdiki Değer (NPV)

	Operasyon	Operasyon	Operasyon	Operasyon	Operasyon	Operasyon	Operasyon
	Yıl 14	Yıl 15	Yıl 16	Yıl 17	Yıl 18	Yıl 19	Yıl 20
	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
Enflasyon Tahmini	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%
TL/USD Tahmini							
Yıllık (Operasyon) Ciro (ΔR) (1)	6.122.957	6.459.720	6.815.004	7.189.829	7.585.270	8.002.460	8.442.595
Yıllık (Operasyon) Maliyetleri (ΔO) (2)	3.581.240	3.778.208	3.986.010	4.205.240	4.436.528	4.680.537	4.937.967
Yıllık Amortisman (ΔDep) (3)	45.347	295.099	0	0	0	0	0
Yıllık Operasyon Karı, Vergi Öncesi (ΔOEBT) (1-2-3)	2.496.370	2.386.413	2.828.995	2.984.589	3.148.742	3.321.923	3.504.628
Yıllık Operasyon Karı, Vergi Sonrası (ΔOEAT) (4)	1.997.096	1.909.130	2.263.196	2.387.671	2.518.993	2.657.538	2.803.703
Net Çalışma Sermayesindeki Yıllık Değişim (ΔNWC) (5)	22.561	23.802	25.111	26.492	27.949	29.487	-536.120
Net Çalışma Sermayesi	410.204	432.765	456.567	481.678	508.171	536.120	565.607
Yıllık Net (Operasyon) Nakit Akışı (ΔNCF) (4+3-5)	2.019.882	2.180.427	2.238.085	2.361.179	2.491.044	2.628.051	3.339.823
Net (operasyon) Nakit Akışı (NCF)	20.193.714	22.374.141	24.612.225	26.973.404	29.464.448	32.092.500	35.997.929
Şimdiki Değer Faiz Çarpanı (PVIF)	0,262	0,238	0,217	0,197	0,179	0,163	0,148
Net Nakit Akışının Şimdiki Değeri	9.757.740	10.277.754	10.762.873	11.228.029	11.674.045	12.101.707	12.595.663
Net Şimdiki Değer (NPV)	950.433	1.470.447	1.955.567	2.420.723	2.866.739	3.294.400	3.788.356
Şimdiki Değer Faiz Çarpanı (PVIF)	0,145	0,126	0,110	0,096	0,083	0,073	0,063
Net Nakit Akışının Şimdiki Değeri	7.414.538	7.689.617	7.935.572	8.161.603	8.369.325	8.560.220	8.807.331
Net Şimdiki Değer (NPV)	-1.392.769	-1.117.689	-871.734	-645.703	-437.982	-247.086	25

Net (Operasyon) Nakit Akışı (NCF) & Net Şimdiki Değer (NPV) Grafikleri



İç Getiri Oranı

Eğer sermaye maliyet oranı % 14,80% ise 20. yıl sonunda Net Şimdiki Değer (NPV) ~ 0 TL'dir.
Bu durumda;

İç Getiri Oranı, Internal Rate of Return (IRR)	14,80%
--	--------

Karlılık Endeksi (PI)

$$PI = PVNCF / NINV$$

Karlılık Endeksi (PI)	1,43
-----------------------	------

Geri Ödeme (PB) Süresi

$$PB = NINV / \Delta NCF$$

Yıllık Net (Operasyon) Nakit Akışı (ΔNCF) kümülatif toplamı Net Yatırım (NINV) değerini yakaladığı noktadır.
12. ve 13. yılların sonunda ΔNCF sırasıyla 8.674.391 ve 9.227.708 TL'dir, böylece enterpolasyon ile

Geri Ödeme (PB) Süresi (yıl)	12,24
------------------------------	-------

Nakit Akışı (TL)

Yıl	Yıllar	Oranı	Faiz Oranı	Periyod Başı Ana Para Bakiye,	Ana Para Bakiye, Periyod	Ödemesi Ana Para (1-2)	Ödemesi Faiz 1	Ödemesi Kredi 2	Vergi, Faiz ve Amortisman Öncesi Gelir, 3	Vergi, Faiz ve Amortisman Öncesi Gelir, EBITDA - Kredi (3-2)	Vergi 4	Vergi, Faiz ve Amortisman Öncesi Gelir, EBITDA - Kredi Ödemesi - (3-2-4)	Öz Kaynak harcamaları (-) Per. Başı. / Öz Kaynak Kazançları (+)	Baş) Öz Kaynak Bakiyesi (Per.
2016	12													5.562.894
2017	1	2,01%	0,17%	166.819	166.819	0	277	277	-277	-277	-277	-284.640	5.278.254	
	2	2,01%	0,17%	266.487	266.487	0	442	442	-442	-442	-442	-149.501	5.128.752	
	3	2,01%	0,17%	909.011	909.011	0	1.509	1.509	-1.509	-1.509	-1.509	-963.786	4.164.967	
	4	2,01%	0,17%	1.201.584	1.201.584	0	1.994	1.994	-1.994	-1.994	-1.994	-438.860	3.726.107	
	5	2,01%	0,17%	1.567.387	1.567.387	0	2.601	2.601	-2.601	-2.601	-2.601	-548.706	3.177.402	
	6	2,01%	0,17%	2.283.699	2.283.699	0	3.790	3.790	-3.790	-3.790	-3.790	-1.074.467	2.102.934	
	7	2,01%	0,17%	2.751.123	2.751.123	0	4.566	4.566	-4.566	-4.566	-4.566	-701.137	1.401.797	
	8	2,01%	0,17%	3.143.594	3.143.594	0	5.218	5.218	-5.218	-5.218	-5.218	-588.705	813.092	
	9	2,01%	0,17%	3.378.418	3.378.418	0	5.607	5.607	-5.607	-5.607	-5.607	-352.236	460.856	
	10	2,01%	0,17%	3.501.058	3.501.058	0	5.811	5.811	0	-5.811	0	-5.811	-183.960	271.085
	11	2,01%	0,17%	3.522.828	3.522.828	0	5.847	5.847	0	-5.847	0	-5.847	-32.655	232.583
	12	2,01%	0,17%	3.537.628	3.537.628	0	5.872	5.872	0	-5.872	0	-5.872	-226.712	0
2018	1	2,01%	0,17%	3.272.306	3.272.306	0	5.431	5.431	66.009	60.578	0	60.578	60.578	60.578
	2	2,01%	0,17%	3.272.306	3.272.306	0	5.431	5.431	66.009	60.578	0	60.578	60.578	121.592
	3	2,01%	0,17%	3.272.306	3.272.306	0	5.431	5.431	66.009	60.578	0	60.578	60.578	183.046
	4	2,01%	0,17%	3.272.306	3.272.306	0	5.431	5.431	66.009	60.578	0	60.578	60.578	244.943
	5	2,01%	0,17%	3.272.306	3.272.306	0	5.431	5.431	66.009	60.578	0	60.578	60.578	307.286
	6	2,01%	0,17%	3.272.306	3.272.306	0	5.431	5.431	66.009	60.578	0	60.578	60.578	370.078
	7	2,01%	0,17%	3.272.306	3.272.306	0	5.431	5.431	66.009	60.578	0	60.578	60.578	433.323
	8	2,01%	0,17%	3.272.306	3.272.306	0	5.431	5.431	66.009	60.578	0	60.578	60.578	497.024
	9	2,01%	0,17%	3.272.306	3.272.306	0	5.431	5.431	66.009	60.578	0	60.578	60.578	561.184
	10	2,01%	0,17%	3.272.306	3.272.306	0	5.431	5.431	66.009	60.578	0	60.578	60.578	625.806
	11	2,01%	0,17%	3.272.306	3.272.306	0	5.431	5.431	66.009	60.578	0	60.578	60.578	690.894

Nakit Akışı (TL)

Yıl	Yıllar	Oranı	Faiz Oranı	Periyod Başı Ana Para Bakiye,	Ana Para Bakiye, Periyod	Ödemesi Ana Para (1-2)	Ödemesi Faiz 1	Ödemesi Kredi 2	Vergi, Faiz ve Amortisman Öncesi Gelir, 3	Vergi, Faiz ve Amortisman Öncesi Gelir, EBITDA - Kredi (3-2)	Vergi 4	Vergi, Faiz ve Amortisman Öncesi Gelir, EBITDA - Kredi Ödemesi - (3-2-4)	Öz Kaynak harcamaları (-) Per. Başı. / Öz Kaynak Kazançları (+)	Baş) Öz Kaynak Bakiyesi (Per.
2019	12	2,01%	0,17%	3.272.306	3.272.306	0	5.431	5.431	66.009	60.578	0	60.578	60.578	756.452
	H1	2,01%	1,00%	3.485.005	3.136.505	348.501	34.850	383.351	443.612	60.262	0	60.262	60.262	822.165
	H2	2,01%	1,00%	3.136.505	2.788.004	348.501	31.365	379.866	443.612	63.747	0	63.747	63.747	891.838
2020	H1	2,01%	1,00%	2.969.225	2.598.072	371.153	29.692	400.845	495.720	94.875	0	94.875	94.875	993.140
	H2	2,01%	1,00%	2.598.072	2.226.918	371.153	25.981	397.134	495.720	98.586	0	98.586	98.586	1.098.884
2021	H1	2,01%	1,00%	2.371.668	1.976.390	395.278	23.717	418.995	552.772	133.777	0	133.777	133.777	1.240.581
	H2	2,01%	1,00%	1.976.390	1.581.112	395.278	19.764	415.042	552.772	137.730	0	137.730	137.730	1.387.252
2022	H1	2,01%	1,00%	1.683.884	1.262.913	420.971	16.839	437.810	615.195	177.385	0	177.385	177.385	1.574.635
	H2	2,01%	1,00%	1.262.913	841.942	420.971	12.629	433.600	615.195	181.595	0	181.595	181.595	1.767.579
2023	H1	2,01%	1,00%	896.668	448.334	448.334	8.967	457.301	683.454	226.153	0	226.153	226.153	2.006.471
	H2	2,01%	1,00%	448.334	0	448.334	4.483	452.818	683.454	230.636	0	230.636	230.636	2.251.569
2024	H1								758.110	758.110	151.622	606.488	758.110	3.025.907
	H2								758.110	758.110	151.622	606.488	758.110	3.805.826
2025	H1								839.788	839.788	167.958	671.831	839.788	4.673.044
	H2								839.788	839.788	167.958	671.831	839.788	5.546.512
2026	H1								928.468	928.468	185.694	742.774	928.468	6.514.955
	H2								928.468	928.468	185.694	742.774	928.468	7.490.379
2027	H1								1.025.858	1.025.858	205.172	820.687	1.025.858	8.570.222
	H2								1.025.858	1.025.858	205.172	820.687	1.025.858	9.657.849
2028	H1								1.082.280	1.082.280	216.456	865.824	1.082.280	10.809.737
	H2								1.082.280	1.082.280	216.456	865.824	1.082.280	11.969.927
2029	H1								1.141.806	1.141.806	228.361	913.445	1.141.806	13.198.004
	H2								1.141.806	1.141.806	228.361	913.445	1.141.806	14.434.932
2030	H1								1.204.605	1.204.605	240.921	963.684	1.204.605	15.743.574

Nakit Akışı (TL)

Yıl	Yıllar	Oranı	Faiz Oranı	Periyod Başı Ana Para Bakiye,	Ana Para Bakiye, Periyod	Ödemesi Ana Para (1-2)	Ödemesi Faiz 1	Ödemesi Kredi 2	Vergi, Faiz ve Amortisman Öncesi Gelir, 3	Vergi, Faiz ve Amortisman Öncesi Gelir, EBITDA - Kredi (3-2)	Vergi 4	Vergi, Faiz ve Amortisman Öncesi Gelir, EBITDA - Kredi Ödemesi - (3-2-4)	Öz Kaynak harcamaları (-) Per. Başı. / Öz Kaynak Kazançları (+)	Baş) Öz Kaynak Bakiyesi (Per.
2031	H2								1.204.605	1.204.605	240.921	963.684	1.204.605	17.061.649
	H1								1.270.859	1.270.859	254.172	1.016.687	1.270.859	18.455.476
	H2								1.270.859	1.270.859	254.172	1.016.687	1.270.859	19.859.349
2032	H1								1.340.756	1.340.756	268.151	1.072.605	1.340.756	21.343.237
	H2								1.340.756	1.340.756	268.151	1.072.605	1.340.756	22.837.821
2033	H1								1.414.497	1.414.497	282.899	1.131.598	1.414.497	24.416.918
	H2								1.414.497	1.414.497	282.899	1.131.598	1.414.497	26.007.396
2034	H1								1.492.295	1.492.295	298.459	1.193.836	1.492.295	27.687.134
	H2								1.492.295	1.492.295	298.459	1.193.836	1.492.295	29.378.979
2035	H1								1.574.371	1.574.371	314.874	1.259.497	1.574.371	31.165.094
	H2								1.574.371	1.574.371	314.874	1.259.497	1.574.371	32.964.081
2036	H1								1.660.961	1.660.961	332.192	1.328.769	1.660.961	34.862.625
	H2								1.660.961	1.660.961	332.192	1.328.769	1.660.961	36.774.853
2037	H1								1.752.314	1.752.314	350.463	1.401.851	1.752.314	38.792.215
	H2								1.752.314	1.752.314	350.463	1.401.851	1.752.314	41.389.724

Tüm Para Değerleri TL Cinsindendir ve aksi belirtilmediği sürece periyod sonu değerleridir. Hissedarların Öz Kaynağı

Kredi Euro üzerinden olacağı için, TL olarak gösterilirken miktar, yıl dönümlerinde TL/Euro kurunda yıllık ortalama değer oranına göre ayarlanır.

Öz Kaynak dışında 1) Kredinin onayından önce banka tarafından alınan %1 oranında alınan kredilendirme ücretini ve 2) bu dönem için olan kredi faizini içerir.

Öz Kaynak harcamaları dışında, 1) Net Çalışma Sermayesi ve 2) bu dönem için kredi faizini içerir. Ödemelerin ilk 2 yılında sadece faiz ödenir. Anapara ödemeleri 3. yıl başlar.

Tesisin faaliyete erken, planlandığı gibi veya geç geçmesi

Net Çalışma Sermayesi hissedarların Öz Kaynaklarına iade edilir.

InterTradePro Yenilenebilir Enerji Sistemleri

19 Mayıs Mahallesi, Büyükdere Cad. Beytem Plaza No: 20 Kat 5 Şişli

İstanbul Phone: + 90 212 939 63 20 - www.intertradepro.com

EK B1

Ekonomik ve Finansal Fizibilite

Hesaplamalar, Tablolar, Grafikler

Duyarlılık Analizleri

(Uygulamada Sapan Proje Parametreleri Değerleri ile)

Duyarlılık Analizi - 1

Proje Maliyetinin Tahmin Edilenden %10 Daha Fazla Gerçekleşmesi

Parametreler

Makro Ekonomik parametreler									
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024-2037
TL/Euro (30.06.2016)	3,208	3,485	3,746	3,990	4,249	4,525	4,820	5,133	
TL/USD (30.06.2016)	2,885	3,130	3,365	3,617	3,888	4,180	4,494	4,831	
TL Enflasyon Oranı (TÜFE 06.2016)	7,64%	6,50%	5,50%	5,50%	5,50%	5,50%	5,50%	5,50%	5,50%
USD/Euro (30.06.2016)	1,112	1,123	1,134	1,146	1,157	1,169	1,180	1,192	
Faiz Oranı (Euro) (17)		2,01%							
Faiz Oranı (TL) (19)		18,00%							
Net Yatırım içinde özkaynak oranı		60%							
Öz Kaynak Fırsat maliyeti (18)		9%							
Sermaye Maliyeti	9,14%								

Cirolar	
Gübre Satış Fiyatında Değişim	0%
Karbon Salınımı Fiyatında Değişim	0%

Vergi	
Gelir Vergisi Oranı	20%
Vergi Muafiyeti*	1

*Varsa "1" yoksa "0" giriniz

Planlanma ve Gerçekleştirmede Hassasiyet	
Toplam Proje Maliyetinde Değişim	10%
Erken, ay (-), Planlandığı gibi (0), Geç, ay(+)	0

Tesis performansı	
Gen-set Çalışma süresi (h/a)	6.840

Operasyon Maliyetleri	
Sübstat (TL/ton DM)	0
Pelet (TL/kWh)	0,0745

Sarı hücrelerdeki parametre değerleri değiştirilebilir.

İZBAŞ Enerji ve Çevre Ortak Yönetim Tesisi Kuruluş Fizibilite Çalışması

Net Yatırım (NINV)

	TL
Proje Maliyeti	9.463.074
Net Çalışma Sermayesi (ilk operasyon yılı olan 2018 için)	204.512
Net Yatırım	9.667.586

Net (Operasyon) Nakit Akışı (NCF) & Net Şimdiki Değer (NPV)

	Açıklamalar	Planlama Yılı 2016	İnşaat Yıl 2017	Operasyon Yıl 1 2018
Enflasyon Tahmini		7,6%	6,5%	5,5%
TL/USD Tahmini		2,885	3,130	3,365
Yıllık (Operasyon) Ciroosu (ΔR) (1)	USD'ye bağlı cirolar ve maliyetler operasyonun ilk 10 yılı için TL/USD kuruna göre daha sonra enflasyona göre ayarlanm TL'ye bağlı Cirolar ve Maliyetler 2016 yılı için hesaplanmış, gelecekteki yıllar için enflasyon oranında arttırılmıştır.	2.209.900	2.397.742	2.577.573
Yıllık (Operasyon) Maliyetleri (ΔO) (2)	"	1.557.500	1.676.493	1.785.465
Yıllık Amortisman (ΔDep) (3)	Amortisman, hızlandırılmış (%200)			2.580.409
Yıllık Operasyon Karı, Vergi Öncesi (ΔOEBT) (1-2-3)			721.249	-1.788.301
Yıllık Operasyon Karı, Vergi Sonrası (ΔOEAT) (4)	% 20 kurumlar gelir vergisi			-1.430.641
Net Çalışma Sermayesindeki Yıllık Değişim (ΔNWC) (5)		11.831	10.662	11.248
Net Çalışma Sermayesi	Net çalışma Sermayesi 2013 değeri alınmış enflasyonla ayarlanmıştır.	182.019	193.850	204.512
Yıllık Net (Operasyon) Nakit Akışı (ΔNCF) (4+3-5)				1.138.519
Net (operasyon) Nakit Akışı (NCF)	Kümülatif ΔNCF			1.138.519
Şimdiki Değer Faiz Çarpanı (PVIF)	Bu kadar yıl için sermaye maliyeti oranında iskonto edilmiş 1 TL		1,000	0,916
Net Nakit Akışının Şimdiki Değeri				1.043.218
Net Şimdiki Değer (NPV)	Sermaye maliyeti oranında bu yıla göre iskonto edilmiş		-9.667.586	-8.624.368
Şimdiki Değer Faiz Çarpanı (PVIF)	Bu kadar yıl için İç Getiri Oranında iskonto edilmiş 1 TL		1,000	0,881
Net Nakit Akışının Şimdiki Değeri	Bu yıla kadar olan kümülatif Net (operasyon) Nakit Akışlarının Şimdiki Değeri İç			1.003.244
Net Şimdiki Değer (NPV)	Getiri Oranında sermaye maliyeti, bu yılda		-9.667.586	-8.664.342

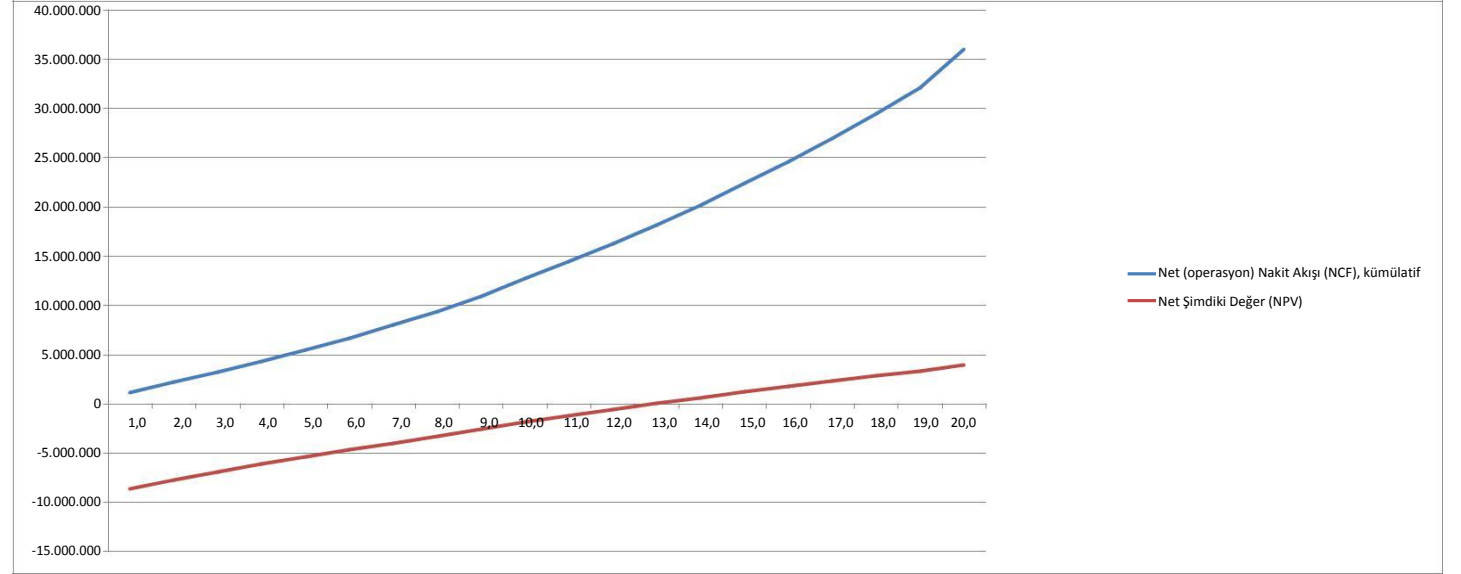
Net (Operasyon) Nakit Akışı (NCF) & Net Şimdiki De Net (Operasyon) Nakit Akışı (NCF) & Net Şimdiki Değer (NPV)

	Operasyon	Operasyon	Operasyon	Operasyon	Operasyon	Operasyon	Operasyon	Operasyon	Operasyon	Operasyon	Operasyon	Operasyon
	Yıl 2	Yıl 3	Yıl 4	Yıl 5	Yıl 6	Yıl 7	Yıl 8	Yıl 9	Yıl 10	Yıl 11	Yıl 12	Yıl 13
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Enflasyon Tahimini	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%
TL/USD Tahmini	3,617	3,888	4,180	4,494	4,831	5,193	5,583	6,001	6,452			
Yıllık (Operasyon) Ciro (ΔR) (1)	2.770.891	2.978.707	3.202.110	3.442.269	3.700.439	3.978.097	4.276.856	4.597.065	4.942.553	5.214.394	5.501.185	5.803.751
Yıllık (Operasyon) Maliyetleri (ΔO) (2)	1.883.666	1.987.268	2.096.567	2.211.879	2.333.532	2.461.876	2.597.279	2.740.130	2.890.837	3.049.833	3.217.574	3.394.540
Yıllık Amortisman (ΔDep) (3)	1.860.042	1.373.103	1.045.482	1.082.107	519.666	425.238	348.430	285.886	853.178	69.630	60.355	52.316
Yıllık Operasyon Karı, Vergi Öncesi (ΔOEBT) (1-2-3)	-972.818	-381.663	60.061	148.283	847.241	1.090.982	1.331.147	1.571.049	1.198.539	2.094.931	2.223.257	2.356.895
Yıllık Operasyon Karı, Vergi Sonrası (ΔOEAT) (4)	-778.254	-305.331	48.049	118.626	677.793	872.786	1.064.917	1.256.839	958.831	1.675.945	1.778.605	1.885.516
Net Çalışma Sermayesindeki Yıllık Değişim (ΔNWC) (5)	11.867	12.519	13.208	13.934	14.701	15.509	16.362	17.262	18.212	19.213	20.270	21.385
Net Çalışma Sermayesi	215.760	227.626	240.146	253.354	267.288	281.989	297.499	313.861	331.123	349.335	368.549	388.819
Yıllık Net (Operasyon) Nakit Akışı (ΔNCF) (4+3-5)	1.069.921	1.055.253	1.080.323	1.186.799	1.182.758	1.282.515	1.396.985	1.525.463	1.793.797	1.726.361	1.818.690	1.916.447
Net (operasyon) Nakit Akışı (NCF)	2.208.441	3.263.694	4.344.017	5.530.816	6.713.574	7.996.089	9.393.074	10.918.537	12.712.334	14.438.695	16.257.385	18.173.832
Şimdiki Değer Faiz Çarpanı (PVIF)	0,840	0,769	0,705	0,646	0,592	0,542	0,497	0,455	0,417	0,382	0,350	0,321
Net Nakit Akışının Şimdiki Değeri	1.941.518	2.753.340	3.514.879	4.281.447	4.981.457	5.676.970	6.371.146	7.065.713	7.814.090	8.474.044	9.111.097	9.726.200
Net Şimdiki Değer (NPV)	-7.726.068	-6.914.246	-6.152.706	-5.386.138	-4.686.128	-3.990.615	-3.296.439	-2.601.873	-1.853.496	-1.193.542	-556.489	58.614
Şimdiki Değer Faiz Çarpanı (PVIF)	0,776	0,684	0,603	0,531	0,468	0,413	0,364	0,320	0,282	0,249	0,219	0,193
Net Nakit Akışının Şimdiki Değeri	1.834.020	2.556.050	3.207.405	3.837.939	4.391.662	4.920.747	5.428.579	5.917.228	6.423.559	6.852.956	7.251.570	7.621.702
Net Şimdiki Değer (NPV)	-7.833.565	-7.111.536	-6.460.180	-5.829.647	-5.275.924	-4.746.839	-4.239.006	-3.750.358	-3.244.026	-2.814.629	-2.416.016	-2.045.884

Net (Operasyon) Nakit Akışı (NCF) & Net Şimdiki De Net (Operasyon) Nakit Akışı (NCF) & Net Şimdiki Değer (NPV)

	Operasyon	Operasyon	Operasyon	Operasyon	Operasyon	Operasyon	Operasyon
	Yıl 14	Yıl 15	Yıl 16	Yıl 17	Yıl 18	Yıl 19	Yıl 20
	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
Enflasyon Tahmini	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%
TL/USD Tahmini							
Yıllık (Operasyon) Ciro (ΔR) (1)	6.122.957	6.459.720	6.815.004	7.189.829	7.585.270	8.002.460	8.442.595
Yıllık (Operasyon) Maliyetleri (ΔO) (2)	3.581.240	3.778.208	3.986.010	4.205.240	4.436.528	4.680.537	4.937.967
Yıllık Amortisman (ΔDep) (3)	45.347	295.099	0	0	0	0	0
Yıllık Operasyon Karı, Vergi Öncesi (ΔOEBT) (1-2-3)	2.496.370	2.386.413	2.828.995	2.984.589	3.148.742	3.321.923	3.504.628
Yıllık Operasyon Karı, Vergi Sonrası (ΔOEAT) (4)	1.997.096	1.909.130	2.263.196	2.387.671	2.518.993	2.657.538	2.803.703
Net Çalışma Sermayesindeki Yıllık Değişim (ΔNWC) (5)	22.561	23.802	25.111	26.492	27.949	29.487	-536.120
Net Çalışma Sermayesi	410.204	432.765	456.567	481.678	508.171	536.120	565.607
Yıllık Net (Operasyon) Nakit Akışı (ΔNCF) (4+3-5)	2.019.882	2.180.427	2.238.085	2.361.179	2.491.044	2.628.051	3.339.823
Net (operasyon) Nakit Akışı (NCF)	20.193.714	22.374.141	24.612.225	26.973.404	29.464.448	32.092.500	35.997.929
Şimdiki Değer Faiz Çarpanı (PVIF)	0,294	0,269	0,247	0,226	0,207	0,190	0,174
Net Nakit Akışının Şimdiki Değeri	10.320.235	10.907.808	11.460.435	11.994.653	12.511.077	13.010.299	13.591.622
Net Şimdiki Değer (NPV)	652.649	1.240.222	1.792.849	2.327.068	2.843.491	3.342.713	3.924.036
Şimdiki Değer Faiz Çarpanı (PVIF)	0,170	0,150	0,132	0,116	0,103	0,090	0,080
Net Nakit Akışının Şimdiki Değeri	7.965.459	8.292.448	8.588.205	8.863.155	9.118.761	9.356.385	9.667.551
Net Şimdiki Değer (NPV)	-1.702.127	-1.375.137	-1.079.381	-804.431	-548.825	-311.201	-35

Net (Operasyon) Nakit Akışı (NCF) & Net Şimdiki Değer (NPV) Grafikleri



İç Getiri Oranı

Eğer sermaye maliyet oranı % 13,48% ise 20. yıl sonunda Net Şimdiki Değer (NPV) ~ 0 TL'dir.
Bu durumda;

İç Getiri Oranı, Internal Rate of Return (IRR)	13,48%
--	--------

Karlılık Endeksi (PI)

$$PI = PVNCF / NINV$$

Karlılık Endeksi (PI)	1,41
-----------------------	------

Geri Ödeme (PB) Süresi

$$PB = NINV / \Delta NCF$$

Yıllık Net (Operasyon) Nakit Akışı (ΔNCF) kümülatif toplamı Net Yatırım (NINV) değerini yakaladığı noktadır.
12. ve 13. yılların sonunda ΔNCF sırasıyla 9.111.097 ve 9.726.200 TL'dir, böylece enterpolasyon ile

Geri Ödeme (PB) Süresi (yıl)	12,90
------------------------------	-------

Nakit Akışı (TL)

Yıl	Yıllar	Oranı	Faiz Oranı	Periyod Başı	Ana Para	Ödemesi	Ödemesi	Ödemesi	Vergi, Faiz ve	Vergi, Faiz ve	Vergi	Vergi, Faiz ve	Öz Kaynak	Baş)
		Yıllık Faiz	Periyodun	Ana Para	Bakiye,	Ana Para	Faiz	Kredi	Amortisman	Amortisman		Amortisman	Öz Kaynak	Bakiyesi (Per.
				Bakiye,	Periyod	(1-2)	1	2	3	(3-2)	4	(3-2-4)	Per. Başı. / Öz	Kazançları (+)
2016	12													5.562.894
2017	1	2,01%	0,17%	166.819	166.819	0	277	277		-277		-277	-284.640	5.278.254
	2	2,01%	0,17%	266.487	266.487	0	442	442		-442		-442	-149.501	5.128.752
	3	2,01%	0,17%	909.011	909.011	0	1.509	1.509		-1.509		-1.509	-963.786	4.164.967
	4	2,01%	0,17%	1.201.584	1.201.584	0	1.994	1.994		-1.994		-1.994	-438.860	3.726.107
	5	2,01%	0,17%	1.567.387	1.567.387	0	2.601	2.601		-2.601		-2.601	-548.706	3.177.402
	6	2,01%	0,17%	2.283.699	2.283.699	0	3.790	3.790		-3.790		-3.790	-1.074.467	2.102.934
	7	2,01%	0,17%	2.751.123	2.751.123	0	4.566	4.566		-4.566		-4.566	-701.137	1.401.797
	8	2,01%	0,17%	3.143.594	3.143.594	0	5.218	5.218		-5.218		-5.218	-588.705	813.092
	9	2,01%	0,17%	3.378.418	3.378.418	0	5.607	5.607		-5.607		-5.607	-352.236	460.856
	10	2,01%	0,17%	3.501.058	3.501.058	0	5.811	5.811	0	-5.811	0	-5.811	-183.960	271.085
	11	2,01%	0,17%	3.522.828	3.522.828	0	5.847	5.847	0	-5.847	0	-5.847	-32.655	232.583
	12	2,01%	0,17%	3.537.628	3.537.628	0	5.872	5.872	0	-5.872	0	-5.872	-226.712	0
2018	1	2,01%	0,17%	3.272.306	3.272.306	0	5.431	5.431	66.009	60.578	0	60.578	60.578	60.578
	2	2,01%	0,17%	3.272.306	3.272.306	0	5.431	5.431	66.009	60.578	0	60.578	60.578	121.592
	3	2,01%	0,17%	3.272.306	3.272.306	0	5.431	5.431	66.009	60.578	0	60.578	60.578	183.046
	4	2,01%	0,17%	3.272.306	3.272.306	0	5.431	5.431	66.009	60.578	0	60.578	60.578	244.943
	5	2,01%	0,17%	3.272.306	3.272.306	0	5.431	5.431	66.009	60.578	0	60.578	60.578	307.286
	6	2,01%	0,17%	3.272.306	3.272.306	0	5.431	5.431	66.009	60.578	0	60.578	60.578	370.078
	7	2,01%	0,17%	3.272.306	3.272.306	0	5.431	5.431	66.009	60.578	0	60.578	60.578	433.323
	8	2,01%	0,17%	3.272.306	3.272.306	0	5.431	5.431	66.009	60.578	0	60.578	60.578	497.024
	9	2,01%	0,17%	3.272.306	3.272.306	0	5.431	5.431	66.009	60.578	0	60.578	60.578	561.184
	10	2,01%	0,17%	3.272.306	3.272.306	0	5.431	5.431	66.009	60.578	0	60.578	60.578	625.806
	11	2,01%	0,17%	3.272.306	3.272.306	0	5.431	5.431	66.009	60.578	0	60.578	60.578	690.894

Nakit Akışı (TL)

Yıl	Yıllar	Oranı	Faiz Oranı	Periyod Başı Ana Para Bakiye,	Ana Para Bakiye, Periyod	Ödemesi Ana Para (1-2)	Ödemesi Faiz 1	Ödemesi Kredi 2	Vergi, Faiz ve Amortisman Öncesi Gelir, 3	Vergi, Faiz ve Amortisman Öncesi Gelir, EBITDA - Kredi (3-2)	Vergi 4	Vergi, Faiz ve Amortisman Öncesi Gelir, EBITDA - Kredi Ödemesi - (3-2-4)	Öz Kaynak harcamaları (-) Per. Başı. / Öz Kaynak Kazançları (+)	Baş) Öz Kaynak Bakiyesi (Per.
2019	12	2,01%	0,17%	3.272.306	3.272.306	0	5.431	5.431	66.009	60.578	0	60.578	60.578	756.452
	H1	2,01%	1,00%	3.485.005	3.136.505	348.501	34.850	383.351	443.612	60.262	0	60.262	60.262	822.165
	H2	2,01%	1,00%	3.136.505	2.788.004	348.501	31.365	379.866	443.612	63.747	0	63.747	63.747	891.838
2020	H1	2,01%	1,00%	2.969.225	2.598.072	371.153	29.692	400.845	495.720	94.875	0	94.875	94.875	993.140
	H2	2,01%	1,00%	2.598.072	2.226.918	371.153	25.981	397.134	495.720	98.586	0	98.586	98.586	1.098.884
2021	H1	2,01%	1,00%	2.371.668	1.976.390	395.278	23.717	418.995	552.772	133.777	0	133.777	133.777	1.240.581
	H2	2,01%	1,00%	1.976.390	1.581.112	395.278	19.764	415.042	552.772	137.730	0	137.730	137.730	1.387.252
2022	H1	2,01%	1,00%	1.683.884	1.262.913	420.971	16.839	437.810	615.195	177.385	0	177.385	177.385	1.574.635
	H2	2,01%	1,00%	1.262.913	841.942	420.971	12.629	433.600	615.195	181.595	0	181.595	181.595	1.767.579
2023	H1	2,01%	1,00%	896.668	448.334	448.334	8.967	457.301	683.454	226.153	0	226.153	226.153	2.006.471
	H2	2,01%	1,00%	448.334	0	448.334	4.483	452.818	683.454	230.636	0	230.636	230.636	2.251.569
2024	H1								758.110	758.110	151.622	606.488	758.110	3.025.907
	H2								758.110	758.110	151.622	606.488	758.110	3.805.826
2025	H1								839.788	839.788	167.958	671.831	839.788	4.673.044
	H2								839.788	839.788	167.958	671.831	839.788	5.546.512
2026	H1								928.468	928.468	185.694	742.774	928.468	6.514.955
	H2								928.468	928.468	185.694	742.774	928.468	7.490.379
2027	H1								1.025.858	1.025.858	205.172	820.687	1.025.858	8.570.222
	H2								1.025.858	1.025.858	205.172	820.687	1.025.858	9.657.849
2028	H1								1.082.280	1.082.280	216.456	865.824	1.082.280	10.809.737
	H2								1.082.280	1.082.280	216.456	865.824	1.082.280	11.969.927
2029	H1								1.141.806	1.141.806	228.361	913.445	1.141.806	13.198.004
	H2								1.141.806	1.141.806	228.361	913.445	1.141.806	14.434.932
2030	H1								1.204.605	1.204.605	240.921	963.684	1.204.605	15.743.574

Nakit Akışı (TL)

Yıl	Yıllar	Oranı	Faiz Oranı	Periyod Başı Ana Para Bakiye,	Ana Para Bakiye, Periyod	Ödemesi Ana Para (1-2)	Ödemesi Faiz 1	Ödemesi Kredi 2	Vergi, Faiz ve Amortisman Öncesi Gelir, 3	Vergi, Faiz ve Amortisman Öncesi Gelir, EBITDA - Kredi (3-2)	Vergi 4	Vergi, Faiz ve Amortisman Öncesi Gelir, EBITDA - Kredi Ödemesi - (3-2-4)	Öz Kaynak harcamaları (-) Per. Başı. / Öz Kaynak Kazançları (+)	Baş) Öz Kaynak Bakiyesi (Per.
2031	H2								1.204.605	1.204.605	240.921	963.684	1.204.605	17.061.649
	H1								1.270.859	1.270.859	254.172	1.016.687	1.270.859	18.455.476
	H2								1.270.859	1.270.859	254.172	1.016.687	1.270.859	19.859.349
2032	H1								1.340.756	1.340.756	268.151	1.072.605	1.340.756	21.343.237
	H2								1.340.756	1.340.756	268.151	1.072.605	1.340.756	22.837.821
2033	H1								1.414.497	1.414.497	282.899	1.131.598	1.414.497	24.416.918
	H2								1.414.497	1.414.497	282.899	1.131.598	1.414.497	26.007.396
2034	H1								1.492.295	1.492.295	298.459	1.193.836	1.492.295	27.687.134
	H2								1.492.295	1.492.295	298.459	1.193.836	1.492.295	29.378.979
2035	H1								1.574.371	1.574.371	314.874	1.259.497	1.574.371	31.165.094
	H2								1.574.371	1.574.371	314.874	1.259.497	1.574.371	32.964.081
2036	H1								1.660.961	1.660.961	332.192	1.328.769	1.660.961	34.862.625
	H2								1.660.961	1.660.961	332.192	1.328.769	1.660.961	36.774.853
2037	H1								1.752.314	1.752.314	350.463	1.401.851	1.752.314	38.792.215
	H2								1.752.314	1.752.314	350.463	1.401.851	1.752.314	41.389.724

Tüm Para Değerleri TL Cinsindendir ve aksi belirtilmediği sürece periyod sonu değerleridir. Hissedarların Öz Kaynağı

Kredi Euro üzerinden olacağı için, TL olarak gösterilirken miktar, yıl dönümlerinde TL/Euro kurunda yıllık ortalama değer oranına göre ayarlanır.

Öz Kaynak dışında 1) Kredinin onayından önce banka tarafından alınan %1 oranında alınan kredilendirme ücretini ve 2) bu dönem için olan kredi faizini içerir.

Öz Kaynak harcamaları dışında, 1) Net Çalışma Sermayesi ve 2) bu dönem için kredi faizini içerir. Ödemelerin ilk 2 yılında sadece faiz ödenir. Anapara ödemeleri 3. yıl başlar.

Tesisin faaliyete erken, planlandığı gibi veya geç geçmesi

Net Çalışma Sermayesi hissedarların Öz Kaynaklarına iade edilir.

InterTradePro Yenilenebilir Enerji Sistemleri

19 Mayıs Mahallesi, Büyükdere Cad. Beytem Plaza No: 20 Kat 5 Şişli

İstanbul Phone: + 90 212 939 63 20 - www.intertradepro.com

EK B2

Ekonomik ve Finansal Fizibilite

Hesaplamalar, Tablolar, Grafikler

Duyarlılık Analizleri

(Uygulamada Sapan Proje Parametreleri Değerleri ile)

Duyarlılık Analizi - 2

Tesis İnşaatının Tahmin Edilenden 3 Ay Daha Geç Tamamlanması

Parametreler

Makro Ekonomik parametreler									
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024-2037
TL/Euro (30.06.2016)	3,208	3,485	3,746	3,990	4,249	4,525	4,820	5,133	
TL/USD (30.06.2016)	2,885	3,130	3,365	3,617	3,888	4,180	4,494	4,831	
TL Enflasyon Oranı (TÜFE 06.2016)	7,64%	6,50%	5,50%	5,50%	5,50%	5,50%	5,50%	5,50%	5,50%
USD/Euro (30.06.2016)	1,112	1,123	1,134	1,146	1,157	1,169	1,180	1,192	
Faiz Oranı (Euro) (17)		2,01%							
Faiz Oranı (TL) (19)		18,00%							
Net Yatırım içinde özkaynak oranı		60%							
Öz Kaynak Fırsat maliyeti (18)		9%							
Sermaye Maliyeti	10,03%								

Cirolar	
Gübre Satış Fiyatında Değişim	0%
Karbon Salınımı Fiyatında Değişim	0%

Vergi	
Gelir Vergisi Oranı	20%
Vergi Muafiyeti*	1

*Varsa "1" yoksa "0" giriniz

Planlanma ve Gerçekleştirmede Hassasiyet	
Toplam Proje Maliyetinde Değişim	0%
Erken, ay (-), Planlandığı gibi (0), Geç, ay(+)	3

Tesis performansı	
Gen-set Çalışma süresi (h/a)	6.840

Operasyon Maliyetleri	
Sübatrat (TL/ton DM)	0
Pelet (TL/kWh)	0,0745

Sarı hücrelerdeki parametre değerleri değiştirilebilir.

Net (Operasyon) Nakit Akışı (NCF) & Net Şimdiki Değer (NPV)

	Açıklamalar	Planlama Yılı 2016	İnşaat Yıl 2017	Operasyon Yıl 1 2018
Enflasyon Tahimini		7,6%	6,5%	5,5%
TL/USD Tahmini	İnşaatın gecikmesinin 3 ay gecikmesi için ilk Yıl cirosu %75 azaltılmıştır.	2,885	3,130	3,365
Yıllık (Operasyon) Ciro (ΔR) (1)	USD'ye bağlı cirolar ve maliyetler operasyonun ilk 10 yılı için TL/USD kuruna göre daha sonra enflasyona göre ayarlanm	2.209.900	2.397.742	1.933.180
Yıllık (Operasyon) Maliyetleri (ΔO) (2)	TL'ye bağlı Cirolar ve Maliyetler 2016 yılı için hesaplanmış, gelecekteki yıllar için enflasyon oranında arttırılmıştır.	1.557.500	1.676.493	1.785.465
Yıllık Amortisman (ΔDep) (3)	Amortisman, hızlandırılmış (%200)			2.580.409
Yıllık Operasyon Karı, Vergi Öncesi (ΔOEBT) (1-2-3)			721.249	-2.432.695
Yıllık Operasyon Karı, Vergi Sonrası (ΔOEAT) (4)	% 20 kurumlar gelir vergisi			-1.946.156
Net Çalışma Sermayesindeki Yıllık Değişim (ΔNWC) (5)		11.831	10.662	11.248
Net Çalışma Sermayesi	Net çalışma Sermayesi 2013 değeri alınmış enflasyonla ayarlanmıştır.	182.019	193.850	204.512
Yıllık Net (Operasyon) Nakit Akışı (ΔNCF) (4+3-5)				623.005
Net (operasyon) Nakit Akışı (NCF)	Kümülatif ΔNCF			623.005
Şimdiki Değer Faiz Çarpanı (PVIF)	Bu kadar yıl için sermaye maliyeti oranında iskonto edilmiş 1 TL		1,000	0,909
Net Nakit Akışının Şimdiki Değeri				566.226
Net Şimdiki Değer (NPV)	Sermaye maliyeti oranında bu yıla göre iskonto edilmiş		-8.807.306	-8.241.080
Şimdiki Değer Faiz Çarpanı (PVIF)	Bu kadar yıl için İç Getiri Oranında iskonto edilmiş 1 TL		1,000	0,877
Net Nakit Akışının Şimdiki Değeri	Bu yıla kadar olan kümülatif Net (operasyon) Nakit Akışlarının Şimdiki Değeri İç			546.093
Net Şimdiki Değer (NPV)	Getiri Oranında sermaye maliyeti, bu yılda		-8.807.306	-8.261.213

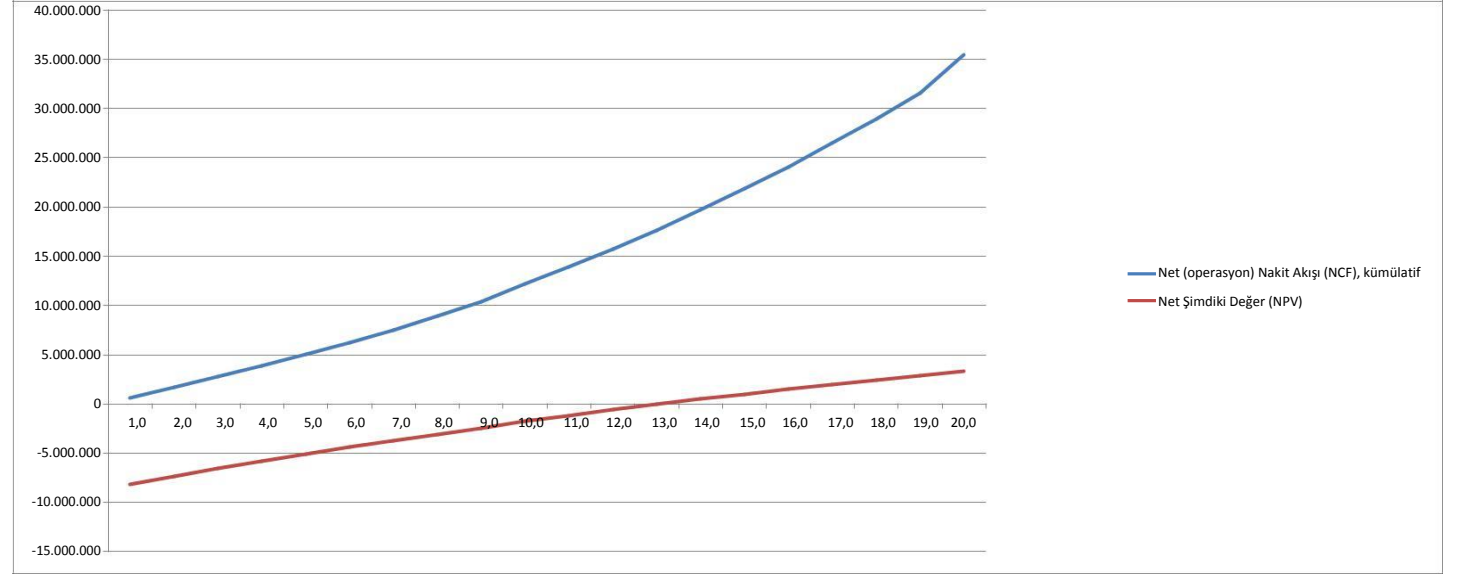
Net (Operasyon) Nakit Akışı (NCF) & Net Şimdiki De Net (Operasyon) Nakit Akışı (NCF) & Net Şimdiki Değer (NPV)

	Operasyon	Operasyon	Operasyon	Operasyon	Operasyon	Operasyon	Operasyon	Operasyon	Operasyon	Operasyon	Operasyon	Operasyon
	Yıl 2	Yıl 3	Yıl 4	Yıl 5	Yıl 6	Yıl 7	Yıl 8	Yıl 9	Yıl 10	Yıl 11	Yıl 12	Yıl 13
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Enflasyon Tahimini	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%
TL/USD Tahmini	3,617	3,888	4,180	4,494	4,831	5,193	5,583	6,001	6,452			
Yıllık (Operasyon) Ciro (ΔR) (1)	2.770.891	2.978.707	3.202.110	3.442.269	3.700.439	3.978.097	4.276.856	4.597.065	4.942.553	5.214.394	5.501.185	5.803.751
Yıllık (Operasyon) Maliyetleri (ΔO) (2)	1.883.666	1.987.268	2.096.567	2.211.879	2.333.532	2.461.876	2.597.279	2.740.130	2.890.837	3.049.833	3.217.574	3.394.540
Yıllık Amortisman (ΔDep) (3)	1.860.042	1.373.103	1.045.482	1.082.107	519.666	425.238	348.430	285.886	853.178	69.630	60.355	52.316
Yıllık Operasyon Karı, Vergi Öncesi (ΔOEBT) (1-2-3)	-972.818	-381.663	60.061	148.283	847.241	1.090.982	1.331.147	1.571.049	1.198.539	2.094.931	2.223.257	2.356.895
Yıllık Operasyon Karı, Vergi Sonrası (ΔOEAT) (4)	-778.254	-305.331	48.049	118.626	677.793	872.786	1.064.917	1.256.839	958.831	1.675.945	1.778.605	1.885.516
Net Çalışma Sermayesindeki Yıllık Değişim (ΔNWC) (5)	11.867	12.519	13.208	13.934	14.701	15.509	16.362	17.262	18.212	19.213	20.270	21.385
Net Çalışma Sermayesi	215.760	227.626	240.146	253.354	267.288	281.989	297.499	313.861	331.123	349.335	368.549	388.819
Yıllık Net (Operasyon) Nakit Akışı (ΔNCF) (4+3-5)	1.069.921	1.055.253	1.080.323	1.186.799	1.182.758	1.282.515	1.396.985	1.525.463	1.793.797	1.726.361	1.818.690	1.916.447
Net (operasyon) Nakit Akışı (NCF)	1.692.926	2.748.179	3.828.502	5.015.301	6.198.059	7.480.574	8.877.559	10.403.022	12.196.819	13.923.181	15.741.871	17.658.317
Şimdiki Değer Faiz Çarpanı (PVIF)	0,826	0,751	0,682	0,620	0,564	0,512	0,466	0,423	0,385	0,350	0,318	0,289
Net Nakit Akışının Şimdiki Değeri	1.450.014	2.242.245	2.979.379	3.715.363	4.381.994	5.038.971	5.689.366	6.334.851	7.024.703	7.628.113	8.205.860	8.759.176
Net Şimdiki Değer (NPV)	-7.357.292	-6.565.062	-5.827.928	-5.091.943	-4.425.313	-3.768.336	-3.117.940	-2.472.455	-1.782.604	-1.179.194	-601.447	-48.130
Şimdiki Değer Faiz Çarpanı (PVIF)	0,768	0,673	0,590	0,517	0,454	0,398	0,348	0,305	0,268	0,235	0,206	0,180
Net Nakit Akışının Şimdiki Değeri	1.368.151	2.078.845	2.716.601	3.330.721	3.867.194	4.377.098	4.863.947	5.329.940	5.810.254	6.215.445	6.589.609	6.935.210
Net Şimdiki Değer (NPV)	-7.439.155	-6.728.462	-6.090.706	-5.476.585	-4.940.113	-4.430.208	-3.943.359	-3.477.367	-2.997.052	-2.591.861	-2.217.697	-1.872.096

Net (Operasyon) Nakit Akışı (NCF) & Net Şimdiki De Net (Operasyon) Nakit Akışı (NCF) & Net Şimdiki Değer (NPV)

	Operasyon	Operasyon	Operasyon	Operasyon	Operasyon	Operasyon	Operasyon
	Yıl 14	Yıl 15	Yıl 16	Yıl 17	Yıl 18	Yıl 19	Yıl 20
	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
Enflasyon Tahmini	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%
TL/USD Tahmini							
Yıllık (Operasyon) Ciro (ΔR) (1)	6.122.957	6.459.720	6.815.004	7.189.829	7.585.270	8.002.460	8.442.595
Yıllık (Operasyon) Maliyetleri (ΔO) (2)	3.581.240	3.778.208	3.986.010	4.205.240	4.436.528	4.680.537	4.937.967
Yıllık Amortisman (ΔDep) (3)	45.347	295.099	0	0	0	0	0
Yıllık Operasyon Karı, Vergi Öncesi (ΔOEBT) (1-2-3)	2.496.370	2.386.413	2.828.995	2.984.589	3.148.742	3.321.923	3.504.628
Yıllık Operasyon Karı, Vergi Sonrası (ΔOEAT) (4)	1.997.096	1.909.130	2.263.196	2.387.671	2.518.993	2.657.538	2.803.703
Net Çalışma Sermayesindeki Yıllık Değişim (ΔNWC) (5)	22.561	23.802	25.111	26.492	27.949	29.487	-536.120
Net Çalışma Sermayesi	410.204	432.765	456.567	481.678	508.171	536.120	565.607
Yıllık Net (Operasyon) Nakit Akışı (ΔNCF) (4+3-5)	2.019.882	2.180.427	2.238.085	2.361.179	2.491.044	2.628.051	3.339.823
Net (operasyon) Nakit Akışı (NCF)	19.678.199	21.858.626	24.096.711	26.457.890	28.948.934	31.576.985	35.482.415
Şimdiki Değer Faiz Çarpanı (PVIF)	0,262	0,238	0,217	0,197	0,179	0,163	0,148
Net Nakit Akışının Şimdiki Değeri	9.289.208	9.809.222	10.294.341	10.759.498	11.205.513	11.633.175	12.127.131
Net Şimdiki Değer (NPV)	481.901	1.001.916	1.487.035	1.952.191	2.398.207	2.825.869	3.319.825
Şimdiki Değer Faiz Çarpanı (PVIF)	0,158	0,139	0,121	0,106	0,093	0,082	0,072
Net Nakit Akışının Şimdiki Değeri	7.254.496	7.556.610	7.828.429	8.079.796	8.312.250	8.527.213	8.807.223
Net Şimdiki Değer (NPV)	-1.552.810	-1.250.697	-978.877	-727.510	-495.057	-280.094	-83

Net (Operasyon) Nakit Akışı (NCF) & Net Şimdiki Değer (NPV) Grafikleri



İç Getiri Oranı

Eğer sermaye maliyet oranı % 14,08% ise 20. yıl sonunda Net Şimdiki Değer (NPV) ~ 0 TL'dir.
Bu durumda;

İç Getiri Oranı, Internal Rate of Return (IRR)	14,08%
--	--------

Karlılık Endeksi (PI)

$$PI = PVNCF / NINV$$

Karlılık Endeksi (PI)	1,38
-----------------------	------

Geri Ödeme (PB) Süresi

$$PB = NINV / \Delta NCF$$

Yıllık Net (Operasyon) Nakit Akışı (ΔNCF) kümülatif toplamı Net Yatırım (NINV) değerini yakaladığı noktadır.
13. ve 14. yılların sonunda ΔNCF sırasıyla 8.759.176 ve 9.289.208 TL'dir, böylece enterpolasyon ile

Geri Ödeme (PB) Süresi (yıl)	13,09
------------------------------	-------

Nakit Akışı (TL)

Yıl	Yıllar	Oranı	Faiz Oranı	Periyod Başı	Ana Para	Ödemesi	Ödemesi	Ödemesi	Vergi, Faiz ve	Vergi, Faiz ve	Vergi	Vergi, Faiz ve	Öz Kaynak	Baş)
		Yıllık Faiz	Periyodun	Ana Para	Bakiye,	Ana Para	Faiz	Kredi	Amortisman	Amortisman		Amortisman	Öz Kaynak	Bakiyesi (Per.
				Bakiye,	Periyod	(1-2)	1	2	3	(3-2)	4	(3-2-4)	Per. Başı. / Öz	Kazançları (+)
2016	12													5.562.894
2017	1	2,01%	0,17%	166.819	166.819	0	277	277		-277		-277	-284.640	5.278.254
	2	2,01%	0,17%	266.487	266.487	0	442	442		-442		-442	-149.501	5.128.752
	3	2,01%	0,17%	909.011	909.011	0	1.509	1.509		-1.509		-1.509	-963.786	4.164.967
	4	2,01%	0,17%	1.201.584	1.201.584	0	1.994	1.994		-1.994		-1.994	-438.860	3.726.107
	5	2,01%	0,17%	1.567.387	1.567.387	0	2.601	2.601		-2.601		-2.601	-548.706	3.177.402
	6	2,01%	0,17%	2.283.699	2.283.699	0	3.790	3.790		-3.790		-3.790	-1.074.467	2.102.934
	7	2,01%	0,17%	2.751.123	2.751.123	0	4.566	4.566		-4.566		-4.566	-701.137	1.401.797
	8	2,01%	0,17%	3.143.594	3.143.594	0	5.218	5.218		-5.218		-5.218	-588.705	813.092
	9	2,01%	0,17%	3.378.418	3.378.418	0	5.607	5.607		-5.607		-5.607	-352.236	460.856
	10	2,01%	0,17%	3.501.058	3.501.058	0	5.811	5.811	0	-5.811	0	-5.811	-183.960	271.085
	11	2,01%	0,17%	3.522.828	3.522.828	0	5.847	5.847	0	-5.847	0	-5.847	-32.655	232.583
	12	2,01%	0,17%	3.537.628	3.537.628	0	5.872	5.872	0	-5.872	0	-5.872	-226.712	0
2018	1	2,01%	0,17%	3.272.306	3.272.306	0	5.431	5.431	0	-5.431	0	-5.431	-5.431	-5.431
	2	2,01%	0,17%	3.272.306	3.272.306	0	5.431	5.431	0	-5.431	0	-5.431	-5.431	-10.902
	3	2,01%	0,17%	3.272.306	3.272.306	0	5.431	5.431	0	-5.431	0	-5.431	-5.431	-16.411
	4	2,01%	0,17%	3.272.306	3.272.306	0	5.431	5.431	12.310	6.878	0	6.878	6.878	-9.652
	5	2,01%	0,17%	3.272.306	3.272.306	0	5.431	5.431	12.310	6.878	0	6.878	6.878	-2.843
	6	2,01%	0,17%	3.272.306	3.272.306	0	5.431	5.431	12.310	6.878	0	6.878	6.878	4.015
	7	2,01%	0,17%	3.272.306	3.272.306	0	5.431	5.431	12.310	6.878	0	6.878	6.878	10.922
	8	2,01%	0,17%	3.272.306	3.272.306	0	5.431	5.431	12.310	6.878	0	6.878	6.878	17.879
	9	2,01%	0,17%	3.272.306	3.272.306	0	5.431	5.431	12.310	6.878	0	6.878	6.878	24.886
	10	2,01%	0,17%	3.272.306	3.272.306	0	5.431	5.431	12.310	6.878	0	6.878	6.878	31.944
	11	2,01%	0,17%	3.272.306	3.272.306	0	5.431	5.431	12.310	6.878	0	6.878	6.878	39.052

Nakit Akışı (TL)

Yıl	Yıllar	Oranı	Faiz Oranı	Periyod Başı Ana Para Bakiye,	Ana Para Bakiye, Periyod	Ödemesi Ana Para (1-2)	Ödemesi Faiz 1	Ödemesi Kredi 2	Vergi, Faiz ve Amortisman Öncesi Gelir, 3	Vergi, Faiz ve Amortisman Öncesi Gelir, EBITDA - Kredi (3-2)	Vergi 4	Vergi, Faiz ve Amortisman Öncesi Gelir, EBITDA - Kredi Ödemesi - (3-2-4)	Öz Kaynak harcamaları (-) Per. Başı. / Öz Kaynak Kazançları (+)	Baş) Öz Kaynak Bakiyesi (Per.
2019	12 H1 H2	2,01% 2,01% 2,01%	0,17% 1,00% 1,00%	3.272.306 3.485.005 3.136.505	3.272.306 3.136.505 2.788.004	0 348.501 348.501	5.431 34.850 31.365	5.431 383.351 379.866	12.310 443.612 443.612	6.878 60.262 63.747	0 0 0	6.878 60.262 63.747	6.878 60.262 63.747	46.212 106.807 171.323
2020	H1 H2	2,01% 2,01%	1,00% 1,00%	2.969.225 2.598.072	2.598.072 2.226.918	371.153 371.153	29.692 25.981	400.845 397.134	495.720 495.720	94.875 98.586	0 0	94.875 98.586	94.875 98.586	267.433 367.946
2021	H1 H2	2,01% 2,01%	1,00% 1,00%	2.371.668 1.976.390	1.976.390 1.581.112	395.278 395.278	23.717 19.764	418.995 415.042	552.772 552.772	133.777 137.730	0 0	133.777 137.730	133.777 137.730	504.375 645.740
2022	H1 H2	2,01% 2,01%	1,00% 1,00%	1.683.884 1.262.913	1.262.913 841.942	420.971 420.971	16.839 12.629	437.810 433.600	615.195 615.195	177.385 181.595	0 0	177.385 181.595	177.385 181.595	827.779 1.015.340
2023	H1 H2	2,01% 2,01%	1,00% 1,00%	896.668 448.334	448.334 0	448.334 448.334	8.967 4.483	457.301 452.818	683.454 683.454	226.153 230.636	0 0	226.153 230.636	226.153 230.636	1.248.811 1.488.447
2024	H1 H2								758.110 758.110	758.110 758.110	151.622 151.622	606.488 606.488	758.110 758.110	2.257.285 3.031.664
2025	H1 H2								839.788 839.788	839.788 839.788	167.958 167.958	671.831 671.831	839.788 839.788	3.893.303 4.761.152
2026	H1 H2								928.468 928.468	928.468 928.468	185.694 185.694	742.774 742.774	928.468 928.468	5.723.934 6.693.656
2027	H1 H2								1.025.858 1.025.858	1.025.858 1.025.858	205.172 205.172	820.687 820.687	1.025.858 1.025.858	7.767.758 8.849.601
2028	H1 H2								1.082.280 1.082.280	1.082.280 1.082.280	216.456 216.456	865.824 865.824	1.082.280 1.082.280	9.995.663 11.149.986
2029	H1 H2								1.141.806 1.141.806	1.141.806 1.141.806	228.361 228.361	913.445 913.445	1.141.806 1.141.806	12.372.153 13.603.129
2030	H1								1.204.605	1.204.605	240.921	963.684	1.204.605	14.905.777

Nakit Akışı (TL)

Yıl	Yıllar	Oranı	Faiz Oranı	Periyod Başı Ana Para Bakiye,	Ana Para Bakiye, Periyod	Ödemesi Ana Para (1-2)	Ödemesi Faiz 1	Ödemesi Kredi 2	Vergi, Faiz ve Amortisman Öncesi Gelir, 3	Vergi, Faiz ve Amortisman Öncesi Gelir, EBITDA - Kredi (3-2)	Vergi 4	Vergi, Faiz ve Amortisman Öncesi Gelir, EBITDA - Kredi Ödemesi - (3-2-4)	Öz Kaynak harcamaları (-) Per. Başı. / Öz Kaynak Kazançları (+)	Baş) Öz Kaynak Bakiyesi (Per.
2031	H2								1.204.605	1.204.605	240.921	963.684	1.204.605	16.217.813
	H1								1.270.859	1.270.859	254.172	1.016.687	1.270.859	17.605.558
	H2								1.270.859	1.270.859	254.172	1.016.687	1.270.859	19.003.306
2032	H1								1.340.756	1.340.756	268.151	1.072.605	1.340.756	20.481.025
	H2								1.340.756	1.340.756	268.151	1.072.605	1.340.756	21.969.394
2033	H1								1.414.497	1.414.497	282.899	1.131.598	1.414.497	23.542.232
	H2								1.414.497	1.414.497	282.899	1.131.598	1.414.497	25.126.405
2034	H1								1.492.295	1.492.295	298.459	1.193.836	1.492.295	26.799.794
	H2								1.492.295	1.492.295	298.459	1.193.836	1.492.295	28.485.244
2035	H1								1.574.371	1.574.371	314.874	1.259.497	1.574.371	30.264.917
	H2								1.574.371	1.574.371	314.874	1.259.497	1.574.371	32.057.417
2036	H1								1.660.961	1.660.961	332.192	1.328.769	1.660.961	33.949.426
	H2								1.660.961	1.660.961	332.192	1.328.769	1.660.961	35.855.072
2037	H1								1.752.314	1.752.314	350.463	1.401.851	1.752.314	37.865.805
	H2								1.752.314	1.752.314	350.463	1.401.851	1.752.314	40.456.637

Tüm Para Değerleri TL Cinsindendir ve aksi belirtilmediği sürece periyod sonu değerleridir. Hissedarların Öz Kaynağı

 Kredi Euro üzerinden olacağı için, TL olarak gösterilirken miktar, yıl dönümlerinde TL/Euro kurunda yıllık ortalama değer oranına göre ayarlanır.

 Öz Kaynak dışında 1) Kredinin onayından önce banka tarafından alınan %1 oranında alınan kredilendirme ücretini ve 2) bu dönem için olan kredi faizini içerir.

 Öz Kaynak harcamaları dışında, 1) Net Çalışma Sermayesi ve 2) bu dönem için kredi faizini içerir. Ödemelerin ilk 2 yılında sadece faiz ödenir. Anapara ödemeleri 3. yıl başlar.

 Tesisin faaliyete erken, planlandığı gibi veya geç geçmesi

 Net Çalışma Sermayesi hissedarların Öz Kaynaklarına iade edilir.

InterTradePro Yenilenebilir Enerji Sistemleri

19 Mayıs Mahallesi, Büyükdere Cad. Beytem Plaza No: 20 Kat 5 Şişli

İstanbul Phone: + 90 212 939 63 20 - www.intertradepro.com

EK B3

Ekonomik ve Finansal Fizibilite

Hesaplamalar, Tablolar, Grafikler

Duyarlılık Analizleri

(Uygulamada Sapan Proje Parametreleri Değerleri ile)

Duyarlılık Analizi - 3

TL /USD Kurunun Tahmin Edilenden Daha Hızlı Artması

Parametreler

Makro Ekonomik parametreler									
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024-2037
TL/Euro (30.06.2016)	3,208	3,485	3,746	3,990	4,249	4,525	4,820	5,133	
TL/USD (30.06.2016)	2,885	3,159	3,427	3,719	4,035	4,378	4,750	5,154	
TL Enflasyon Oranı (TÜFE 06.2016)	7,64%	6,50%	5,50%	5,50%	5,50%	5,50%	5,50%	5,50%	5,50%
USD/Euro (30.06.2016)	1,112	1,123	1,134	1,146	1,157	1,169	1,180	1,192	
Faiz Oranı (Euro) (17)		2,01%							
Faiz Oranı (TL) (19)		18,00%							
Net Yatırım içinde özkaynak oranı		60%							
Öz Kaynak Fırsat maliyeti (18)		9%							
Sermaye Maliyeti	10,03%								

Cirolar	
Gübre Satış Fiyatında Değişim	0%
Karbon Salınımı Fiyatında Değişim	0%

Vergi	
Gelir Vergisi Oranı	20%
Vergi Muafiyeti*	1

*Varsa "1" yoksa "0" giriniz

Planlanma ve Gerçekleştirmede Hassasiyet	
Toplam Proje Maliyetinde Değişim	0%
Erken, ay (-), Planlandığı gibi (0), Geç, ay(+)	0

Tesis performansı	
Gen-set Çalışma süresi (h/a)	6.840

Operasyon Maliyetleri	
Süstrat (TL/ton DM)	0
Pelet (TL/kWh)	0,0745

Sarı hücrelerdeki parametre değerleri değiştirilebilir.

Net (Operasyon) Nakit Akışı (NCF) & Net Şimdiki Değer (NPV)

	Açıklamalar	Planlama Yılı 2016	İnşaat Yıl 2017	Operasyon Yıl 1 2018
Enflasyon Tahmini		7,6%	6,5%	5,5%
TL/USD Tahmini		2,885	3,159	3,427
Yıllık (Operasyon) Ciroosu (ΔR) (1)	USD'ye bağlı cirolar ve maliyetler operasyonun ilk 10 yılı için TL/USD kuruna göre daha sonra enflasyona göre ayarlanm TL'ye bağlı Cirolar ve Maliyetler 2016 yılı için hesaplanmış, gelecekteki yıllar için enflasyon oranında arttırılmıştır.	2.209.900	2.419.841	2.625.528
Yıllık (Operasyon) Maliyetleri (ΔO) (2)	"	1.557.500	1.676.493	1.785.465
Yıllık Amortisman (ΔDep) (3)	Amortisman, hızlandırılmış (%200)			2.580.409
Yıllık Operasyon Karı, Vergi Öncesi (ΔOEBT) (1-2-3)			743.348	-1.740.346
Yıllık Operasyon Karı, Vergi Sonrası (ΔOEAT) (4)	% 20 kurumlar gelir vergisi			-1.392.277
Net Çalışma Sermayesindeki Yıllık Değişim (ΔNWC) (5)		11.831	10.662	11.248
Net Çalışma Sermayesi	Net çalışma Sermayesi 2013 değeri alınmış enflasyonla ayarlanmıştır.	182.019	193.850	204.512
Yıllık Net (Operasyon) Nakit Akışı (ΔNCF) (4+3-5)				1.176.883
Net (operasyon) Nakit Akışı (NCF)	Kümülatif ΔNCF			1.176.883
Şimdiki Değer Faiz Çarpanı (PVIF)	Bu kadar yıl için sermaye maliyeti oranında iskonto edilmiş 1 TL		1,000	0,909
Net Nakit Akışının Şimdiki Değeri				1.069.625
Net Şimdiki Değer (NPV)	Sermaye maliyeti oranında bu yıla göre iskonto edilmiş		-8.807.306	-7.737.681
Şimdiki Değer Faiz Çarpanı (PVIF)	Bu kadar yıl için İç Getiri Oranında iskonto edilmiş 1 TL		1,000	0,854
Net Nakit Akışının Şimdiki Değeri	Bu yıla kadar olan kümülatif Net (operasyon) Nakit Akışlarının Şimdiki Değeri İç			1.005.539
Net Şimdiki Değer (NPV)	Getiri Oranında sermaye maliyeti, bu yılda		-8.807.306	-7.801.767

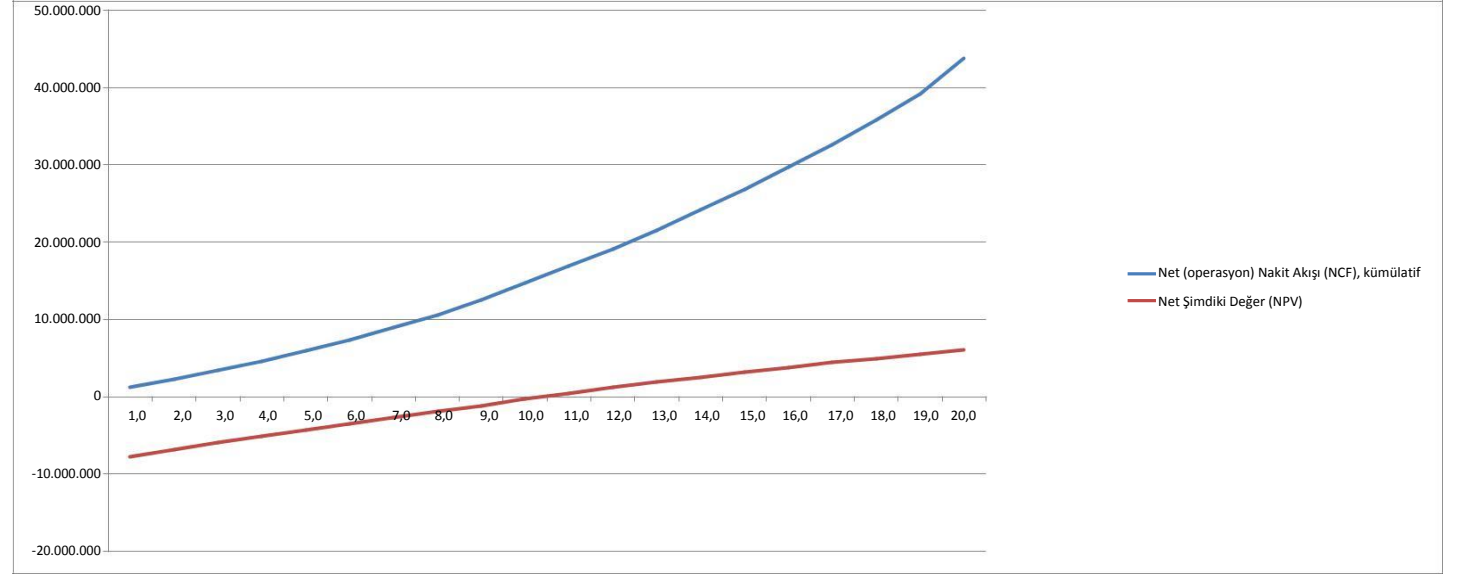
Net (Operasyon) Nakit Akışı (NCF) & Net Şimdiki De Net (Operasyon) Nakit Akışı (NCF) & Net Şimdiki Değer (NPV)

	Operasyon	Operasyon	Operasyon	Operasyon	Operasyon	Operasyon	Operasyon	Operasyon	Operasyon	Operasyon	Operasyon	Operasyon
	Yıl 2	Yıl 3	Yıl 4	Yıl 5	Yıl 6	Yıl 7	Yıl 8	Yıl 9	Yıl 10	Yıl 11	Yıl 12	Yıl 13
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Enflasyon Tahimini	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%
TL/USD Tahmini	3,719	4,035	4,378	4,750	5,154	5,592	6,068	6,583	7,143			
Yıllık (Operasyon) Ciro (ΔR) (1)	2.848.697	3.090.837	3.353.558	3.638.610	3.947.892	4.283.751	4.648.390	5.042.906	5.471.894	5.772.848	6.090.355	6.425.324
Yıllık (Operasyon) Maliyetleri (ΔO) (2)	1.883.666	1.987.268	2.096.567	2.211.879	2.333.532	2.461.876	2.597.279	2.740.130	2.890.837	3.049.833	3.217.574	3.394.540
Yıllık Amortisman (ΔDep) (3)	1.860.042	1.373.103	1.045.482	1.082.107	519.666	425.238	348.430	285.886	853.178	69.630	60.355	52.316
Yıllık Operasyon Karı, Vergi Öncesi (ΔOEBT) (1-2-3)	-895.011	-269.534	211.509	344.624	1.094.694	1.396.636	1.702.681	2.016.890	1.727.879	2.653.385	2.812.426	2.978.468
Yıllık Operasyon Karı, Vergi Sonrası (ΔOEAT) (4)	-716.009	-215.627	169.207	275.699	875.755	1.117.309	1.362.145	1.613.512	1.382.303	2.122.708	2.249.941	2.382.774
Net Çalışma Sermayesindeki Yıllık Değişim (ΔNWC) (5)	11.867	12.519	13.208	13.934	14.701	15.509	16.362	17.262	18.212	19.213	20.270	21.385
Net Çalışma Sermayesi	215.760	227.626	240.146	253.354	267.288	281.989	297.499	313.861	331.123	349.335	368.549	388.819
Yıllık Net (Operasyon) Nakit Akışı (ΔNCF) (4+3-5)	1.132.167	1.144.956	1.201.481	1.343.872	1.380.720	1.527.038	1.694.212	1.882.136	2.217.269	2.173.125	2.290.026	2.413.705
Net (operasyon) Nakit Akışı (NCF)	2.309.050	3.454.006	4.655.487	5.999.359	7.380.080	8.907.118	10.601.330	12.483.466	14.700.735	16.873.860	19.163.886	21.577.591
Şimdiki Değer Faiz Çarpanı (PVIF)	0,826	0,751	0,682	0,620	0,564	0,512	0,466	0,423	0,385	0,350	0,318	0,289
Net Nakit Akışının Şimdiki Değeri	2.004.830	2.864.405	3.684.209	4.517.601	5.295.808	6.078.043	6.866.819	7.663.227	8.515.936	9.275.502	10.002.979	10.699.864
Net Şimdiki Değer (NPV)	-6.802.476	-5.942.901	-5.123.098	-4.289.706	-3.511.499	-2.729.263	-1.940.487	-1.144.080	-291.370	468.195	1.195.672	1.892.558
Şimdiki Değer Faiz Çarpanı (PVIF)	0,730	0,624	0,533	0,455	0,389	0,332	0,284	0,243	0,207	0,177	0,151	0,129
Net Nakit Akışının Şimdiki Değeri	1.832.037	2.546.182	3.186.476	3.798.384	4.335.540	4.843.126	5.324.290	5.781.002	6.240.702	6.625.655	6.972.255	7.284.387
Net Şimdiki Değer (NPV)	-6.975.269	-6.261.125	-5.620.830	-5.008.922	-4.471.767	-3.964.181	-3.483.016	-3.026.305	-2.566.604	-2.181.651	-1.835.051	-1.522.919

Net (Operasyon) Nakit Akışı (NCF) & Net Şimdiki De Net (Operasyon) Nakit Akışı (NCF) & Net Şimdiki Değer (NPV)

	Operasyon	Operasyon	Operasyon	Operasyon	Operasyon	Operasyon	Operasyon
	Yıl 14	Yıl 15	Yıl 16	Yıl 17	Yıl 18	Yıl 19	Yıl 20
	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
Enflasyon Tahmini	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%
TL/USD Tahmini							
Yıllık (Operasyon) Ciro (ΔR) (1)	6.778.717	7.151.546	7.544.881	7.959.850	8.397.642	8.859.512	9.346.785
Yıllık (Operasyon) Maliyetleri (ΔO) (2)	3.581.240	3.778.208	3.986.010	4.205.240	4.436.528	4.680.537	4.937.967
Yıllık Amortisman (ΔDep) (3)	45.347	295.099	0	0	0	0	0
Yıllık Operasyon Karı, Vergi Öncesi (ΔOEBT) (1-2-3)	3.152.130	3.078.239	3.558.872	3.754.610	3.961.113	4.178.975	4.408.818
Yıllık Operasyon Karı, Vergi Sonrası (ΔOEAT) (4)	2.521.704	2.462.592	2.847.097	3.003.688	3.168.891	3.343.180	3.527.055
Net Çalışma Sermayesindeki Yıllık Değişim (ΔNWC) (5)	22.561	23.802	25.111	26.492	27.949	29.487	-536.120
Net Çalışma Sermayesi	410.204	432.765	456.567	481.678	508.171	536.120	565.607
Yıllık Net (Operasyon) Nakit Akışı (ΔNCF) (4+3-5)	2.544.490	2.733.888	2.821.986	2.977.196	3.140.941	3.313.693	4.063.175
Net (operasyon) Nakit Akışı (NCF)	24.122.081	26.855.969	29.677.955	32.655.151	35.796.092	39.109.785	43.738.567
Şimdiki Değer Faiz Çarpanı (PVIF)	0,262	0,238	0,217	0,197	0,179	0,163	0,148
Net Nakit Akışının Şimdiki Değeri	11.367.556	12.019.566	12.631.250	13.217.763	13.780.141	14.319.377	14.920.316
Net Şimdiki Değer (NPV)	2.560.250	3.212.260	3.823.944	4.410.457	4.972.834	5.512.071	6.113.010
Şimdiki Değer Faiz Çarpanı (PVIF)	0,110	0,094	0,081	0,069	0,059	0,050	0,043
Net Nakit Akışının Şimdiki Değeri	7.565.525	7.823.612	8.051.230	8.256.405	8.441.350	8.608.059	8.807.026
Net Şimdiki Değer (NPV)	-1.241.781	-983.694	-756.076	-550.902	-365.957	-199.247	-280

Net (Operasyon) Nakit Akışı (NCF) & Net Şimdiki Değer (NPV) Grafikleri



İç Getiri Oranı

Eğer sermaye maliyet oranı % 17,04 % ise 20. yıl sonunda Net Şimdiki Değer (NPV) ~ 0 TL'dir.
Bu durumda;

İç Getiri Oranı, Internal Rate of Return (IRR)	17,04%
--	--------

Karlılık Endeksi (PI)

$$PI = PVNCF / NINV$$

Karlılık Endeksi (PI)	1,69
-----------------------	------

Geri Ödeme (PB) Süresi

$$PB = NINV / \Delta NCF$$

Yıllık Net (Operasyon) Nakit Akışı (ΔNCF) kümülatif toplamı Net Yatırım (NINV) değerini yakaladığı noktadır.
10. ve 11. yılların sonunda ΔNCF sırasıyla 8.515.936 ve 9.275.502 TL'dir, böylece enterpolasyon ile

Geri Ödeme (PB) Süresi (yıl)	10,38
------------------------------	-------

Nakit Akışı (TL)

Yıl	Yıllar	Oranı	Faiz Oranı	Periyod Başı	Ana Para	Ödemesi	Ödemesi	Ödemesi	Vergi, Faiz ve	Vergi, Faiz ve	Vergi	Vergi, Faiz ve	Öz Kaynak	Baş)
		Yıllık Faiz	Periyodun	Ana Para	Bakiye,	Ana Para	Faiz	Kredi	Amortisman	Amortisman		Amortisman	Öz Kaynak	Bakiyesi (Per.
				Bakiye,	Periyod	(1-2)	1	2	3	(3-2)	4	(3-2-4)	Per. Başı. / Öz	Kazançları (+)
2016	12													5.562.894
2017	1	2,01%	0,17%	166.819	166.819	0	277	277		-277		-277	-284.640	5.278.254
	2	2,01%	0,17%	266.487	266.487	0	442	442		-442		-442	-149.501	5.128.752
	3	2,01%	0,17%	909.011	909.011	0	1.509	1.509		-1.509		-1.509	-963.786	4.164.967
	4	2,01%	0,17%	1.201.584	1.201.584	0	1.994	1.994		-1.994		-1.994	-438.860	3.726.107
	5	2,01%	0,17%	1.567.387	1.567.387	0	2.601	2.601		-2.601		-2.601	-548.706	3.177.402
	6	2,01%	0,17%	2.283.699	2.283.699	0	3.790	3.790		-3.790		-3.790	-1.074.467	2.102.934
	7	2,01%	0,17%	2.751.123	2.751.123	0	4.566	4.566		-4.566		-4.566	-701.137	1.401.797
	8	2,01%	0,17%	3.143.594	3.143.594	0	5.218	5.218		-5.218		-5.218	-588.705	813.092
	9	2,01%	0,17%	3.378.418	3.378.418	0	5.607	5.607		-5.607		-5.607	-352.236	460.856
	10	2,01%	0,17%	3.501.058	3.501.058	0	5.811	5.811	0	-5.811	0	-5.811	-183.960	271.085
	11	2,01%	0,17%	3.522.828	3.522.828	0	5.847	5.847	0	-5.847	0	-5.847	-32.655	232.583
	12	2,01%	0,17%	3.537.628	3.537.628	0	5.872	5.872	0	-5.872	0	-5.872	-226.712	0
2018	1	2,01%	0,17%	3.272.306	3.272.306	0	5.431	5.431	70.005	64.574	0	64.574	64.574	64.574
	2	2,01%	0,17%	3.272.306	3.272.306	0	5.431	5.431	70.005	64.574	0	64.574	64.574	129.613
	3	2,01%	0,17%	3.272.306	3.272.306	0	5.431	5.431	70.005	64.574	0	64.574	64.574	195.121
	4	2,01%	0,17%	3.272.306	3.272.306	0	5.431	5.431	70.005	64.574	0	64.574	64.574	261.102
	5	2,01%	0,17%	3.272.306	3.272.306	0	5.431	5.431	70.005	64.574	0	64.574	64.574	327.557
	6	2,01%	0,17%	3.272.306	3.272.306	0	5.431	5.431	70.005	64.574	0	64.574	64.574	394.492
	7	2,01%	0,17%	3.272.306	3.272.306	0	5.431	5.431	70.005	64.574	0	64.574	64.574	461.909
	8	2,01%	0,17%	3.272.306	3.272.306	0	5.431	5.431	70.005	64.574	0	64.574	64.574	529.812
	9	2,01%	0,17%	3.272.306	3.272.306	0	5.431	5.431	70.005	64.574	0	64.574	64.574	598.205
	10	2,01%	0,17%	3.272.306	3.272.306	0	5.431	5.431	70.005	64.574	0	64.574	64.574	667.090
	11	2,01%	0,17%	3.272.306	3.272.306	0	5.431	5.431	70.005	64.574	0	64.574	64.574	736.472

Nakit Akışı (TL)

Yıl	Yıllar	Oranı	Faiz Oranı	Periyod Başı Ana Para Bakiye,	Ana Para Bakiye, Periyod	Ödemesi Ana Para (1-2)	Ödemesi Faiz 1	Ödemesi Kredi 2	Vergi, Faiz ve Amortisman Öncesi Gelir, 3	Vergi, Faiz ve Amortisman Öncesi Gelir, EBITDA - Kredi (3-2)	Vergi 4	Vergi, Faiz ve Amortisman Öncesi Gelir, EBITDA - Kredi Ödemesi - (3-2-4)	Öz Kaynak harcamaları (-) Per. Başı. / Öz Kaynak Kazançları (+)	Baş) Öz Kaynak Bakiyesi (Per.
2019	H1	2,01%	0,17%	3.272.306	3.272.306	0	5.431	5.431	70.005	64.574	0	64.574	64.574	806.354
	H2	2,01%	1,00%	3.485.005	3.136.505	348.501	34.850	383.351	482.516	99.165	0	99.165	99.165	911.331
2020	H1	2,01%	1,00%	2.969.225	2.788.004	348.501	31.365	379.866	482.516	102.650	0	102.650	102.650	1.020.549
	H2	2,01%	1,00%	2.598.072	2.226.918	371.153	29.692	400.845	551.785	150.939	0	150.939	150.939	1.178.844
2021	H1	2,01%	1,00%	2.371.668	1.976.390	395.278	23.717	418.995	628.495	209.500	0	209.500	209.500	1.561.163
	H2	2,01%	1,00%	1.976.390	1.581.112	395.278	19.764	415.042	628.495	213.453	0	213.453	213.453	1.785.868
2022	H1	2,01%	1,00%	1.683.884	1.262.913	420.971	16.839	437.810	713.366	275.556	0	275.556	275.556	2.074.296
	H2	2,01%	1,00%	1.262.913	841.942	420.971	12.629	433.600	713.366	279.766	0	279.766	279.766	2.369.011
2023	H1	2,01%	1,00%	896.668	448.334	448.334	8.967	457.301	807.180	349.879	0	349.879	349.879	2.735.965
	H2	2,01%	1,00%	448.334	0	448.334	4.483	452.818	807.180	354.363	0	354.363	354.363	3.110.046
2024	H1								910.937	910.937	182.187	728.750	910.937	4.043.398
	H2								910.937	910.937	182.187	728.750	910.937	4.983.478
2025	H1								1.025.555	1.025.555	205.111	820.444	1.025.555	6.044.951
	H2								1.025.555	1.025.555	205.111	820.444	1.025.555	7.114.074
2026	H1								1.151.388	1.151.388	230.278	921.110	1.151.388	8.316.736
	H2								1.151.388	1.151.388	230.278	921.110	1.151.388	9.528.065
2027	H1								1.290.528	1.290.528	258.106	1.032.423	1.290.528	10.887.266
	H2								1.290.528	1.290.528	258.106	1.032.423	1.290.528	12.256.262
2028	H1								1.361.508	1.361.508	272.302	1.089.206	1.361.508	13.706.105
	H2								1.361.508	1.361.508	272.302	1.089.206	1.361.508	15.166.396
2029	H1								1.436.390	1.436.390	287.278	1.149.112	1.436.390	16.712.096
	H2								1.436.390	1.436.390	287.278	1.149.112	1.436.390	18.268.936
2030	H1								1.515.392	1.515.392	303.078	1.212.314	1.515.392	19.915.998

Nakit Akışı (TL)

Yıl	Yıllar	Oranı	Faiz Oranı	Periyod Başı Ana Para Bakiye,	Ana Para Bakiye, Periyod	Ödemesi Ana Para (1-2)	Ödemesi Faiz 1	Ödemesi Kredi 2	Vergi, Faiz ve Amortisman Öncesi Gelir, 3	Vergi, Faiz ve Amortisman Öncesi Gelir, EBITDA - Kredi (3-2)	Vergi 4	Vergi, Faiz ve Amortisman Öncesi Gelir, EBITDA - Kredi Ödemesi - (3-2-4)	Öz Kaynak harcamaları (-) Per. Başı. / Öz Kaynak Kazançları (+)	Baş) Öz Kaynak Bakiyesi (Per.
2031	H2								1.515.392	1.515.392	303.078	1.212.314	1.515.392	21.574.931
	H1								1.598.739	1.598.739	319.748	1.278.991	1.598.739	23.329.167
	H2								1.598.739	1.598.739	319.748	1.278.991	1.598.739	25.096.046
2032	H1								1.686.669	1.686.669	337.334	1.349.335	1.686.669	26.963.591
	H2								1.686.669	1.686.669	337.334	1.349.335	1.686.669	28.844.595
2033	H1								1.779.436	1.779.436	355.887	1.423.549	1.779.436	30.831.924
	H2								1.779.436	1.779.436	355.887	1.423.549	1.779.436	32.833.575
2034	H1								1.877.305	1.877.305	375.461	1.501.844	1.877.305	34.947.522
	H2								1.877.305	1.877.305	375.461	1.501.844	1.877.305	37.076.705
2035	H1								1.980.557	1.980.557	396.111	1.584.445	1.980.557	39.324.486
	H2								1.980.557	1.980.557	396.111	1.584.445	1.980.557	41.588.467
2036	H1								2.089.487	2.089.487	417.897	1.671.590	2.089.487	43.977.696
	H2								2.089.487	2.089.487	417.897	1.671.590	2.089.487	46.384.144
2037	H1								2.204.409	2.204.409	440.882	1.763.527	2.204.409	48.922.859
	H2								2.204.409	2.204.409	440.882	1.763.527	2.204.409	52.045.478

Tüm Para Değerleri TL Cinsindendir ve aksi belirtilmediği sürece periyod sonu

değerleridir. Hissedarların Öz Kaynağı

 Kredi Euro üzerinden olacağı için, TL olarak gösterilirken miktar, yıl dönümlerinde TL/Euro kurunda yıllık ortalama değer oranına göre ayarlanır.

 Öz Kaynak dışında 1) Kredinin onayından önce banka tarafından alınan %1 oranında alınan kredilendirme ücretini ve 2) bu dönem için olan kredi faizini içerir.

 Öz Kaynak harcamaları dışında, 1) Net Çalışma Sermayesi ve 2) bu dönem için kredi faizini içerir. Ödemelerin ilk 2 yılında sadece faiz ödenir. Anapara ödemeleri 3. yıl başlar.

Tesisin faaliyete erken, planlandığı gibi veya geç geçmesi

 Net Çalışma Sermayesi hissedarların Öz Kaynaklarına iade edilir.

InterTradePro Yenilenebilir Enerji Sistemleri

19 Mayıs Mahallesi, Büyükdere Cad. Beytem Plaza No: 20 Kat 5 Şişli

İstanbul Phone: + 90 212 939 63 20 - www.intertradepro.com