

SERAMİK SEKTÖRÜNDE KOJENERASYON TESİSLERİ İLE ELEKTRİK ÜRETİM KARARI İÇİN KARAR DESTEK SİSTEMİ

Meryem ULUSKAN^{1*}, Büşra AZMAN², Azerhan KARA³, Alptekin KÖK⁴

¹Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Eskişehir

ORCID No : <https://orcid.org/0000-0003-1287-8286>

²Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Eskişehir

ORCID No : <https://orcid.org/0000-0003-0185-0747>

³Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Eskişehir

ORCID No : <https://orcid.org/0000-0001-8274-1467>

⁴Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Eskişehir

ORCID No : <https://orcid.org/0000-0002-5165-5889>

| Anahtar Kelimeler | Öz |
|---|---|
| Kojenerasyon Sistemi, Karar Destek Sistemi, Seramik Sektörü, Birleşik Isı-Güç Sistemleri, Excel VBA | Günümüzde firmalar için kararların hızlı ve doğru olarak alınması maliyet ve verimlilikleri açısından kritiktir. Bu çalışma ile seramik sektöründe faaliyet gösteren bir firmanın kullandığı elektriğin, dışarıdan tedariki ya da kendi bünyesindeki kojenerasyon tesislerinde üretiminin gerçekleştirilmesi kararının hızlı ve doğru bir şekilde verilmesini sağlayan bir karar destek sistemi oluşturulması amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda enerji-maliyet çalışma planı optimizasyonu üzerine çalışılmıştır. Karar destek sisteminin oluşturulması için 0-1 Tamsayılı Programlama tekniğinden yararlanılmıştır. Yararlanılan bu teknik ile karar destek sistemi için bir matematiksel model oluşturulmuş olup modelde tanımlanan kısıtlar Excel-Solver özelliği sayesinde optimum sonuca ulaşılmasını sağlamıştır. Tek bir yakıt kaynağından aynı anda elektrik ve ısı enerjisi üreten bir termal sistem olan kojenerasyon sisteminin kullanım kararı için, Excel VBA programı kullanılarak oluşturulan karar destek sistemi ile fabrikalardaki üretim miktarları ile üretimde ihtiyaç duyulan sıcak hava miktarı belirlenmiş ve maliyet analizleri yardımıyla dış tedarik ile kojenerasyon kullanımı arasında karşılaştırma yapılarak sonuca ulaşılmıştır. Karar destek sistemi ayrıca, kojenerasyon sisteminin kullanılmasına karar verilirse, farklı kojenerasyon tesislerinde üretilmesi gereken elektrik miktarını belirleyecek şekilde tasarlanmıştır. Çalışanların tecrübelerine dayalı olarak verdikleri nitel ve öznel kararlar yerine, bu çalışmamızda geliştirdiğimiz karar destek sistemi ile nicel ve nesnel kararların alınarak firmanın, yüksek verimlilik ve düşük maliyete sahip seçeneği hızlı ve doğru bir şekilde seçebilmesi sağlanmıştır. |

DECISION SUPPORT SYSTEM FOR ELECTRICITY GENERATION DECISION IN COGENERATION FACILITIES IN CERAMIC SECTOR

| Keywords | Abstract |
|--|---|
| Cogeneration Systems, Decision Support Systems, Ceramic Industry, Combined Heat And Power Systems, Excel VBA | Nowadays, to make decisions quickly and accurately is critical for companies in regards of their costs and efficiency. With this study, it is aimed to create a decision support system that allows for the quick and accurate decision to either supply electricity from a power provider company or to generate it in its own cogeneration facilities for a plant operating in the ceramics industry. For this purpose, energy-cost work plan optimization has been studied. 0-1 Integer Programming technique is used to establish the decision support system. With this technique, a mathematical model has been created for the decision support system, and the constraints defined in the model have provided an optimum result thanks to the Excel-Solver feature. In order to be able to decide on the usage of the cogeneration system, which is a thermal system that produces electricity and heat energy from a single fuel source at the same time, the amount of hot air needed in production was determined by using the daily production amounts in the factories with the decision support system created by using the Excel VBA program. At the end, the decision of cogeneration system usage has been made as a result of the cost analysis. The decision support system is also designed to determine the amount of electricity that should be generated in different cogeneration facilities if the cogeneration system is decided to be used. Instead of the qualitative and subjective decisions made by the employees based on their experience, quantitative and objective decisions were made by the decision support system we developed in this study, so that the company can quickly and accurately select the option with high efficiency and low cost. |

| | |
|-----------------------------|------------------------------|
| Araştırma Makalesi | Research Article |
| Başvuru Tarihi : 22.05.2020 | Submission Date : 22.05.2020 |
| Kabul Tarihi : 12.10.2020 | Accepted Date : 12.10.2020 |

*Sorumlu yazar; e-posta : muluskan@ogu.edu.tr

1. Giriş

Gelişmekte olan ülkelerde, enerji ihtiyacı her geçen gün hızlı bir şekilde artmaya devam etmektedir. Hızla artmakta olan elektrik ve ısı enerjisi ihtiyacı, ısı ve elektriği eş zamanlı olarak aynı sistemde üretebilen, yüksek birim verimliliği ve düşük yatırım maliyetine sahip, iletim kayıplarının azaltan birleşik ısı- güç sistemlerine (Combined heat and power systems-CHP) olan talebi arttırmaktadır (Uzungöl, 2017; Karbowa, Wnukowska & Czosnyka, 2018).

Birleşik ısı ve güç sistemlerinden olan kojenerasyon sistemlerinde, elektrik ve ısının birlikte üretilmesiyle verim %80-90 seviyelerine ulaşmaktadır. Geleneksel üretim sistemlerinde ise verim %30-40 seviyelerini aşamamakta olup çevreye zararlı gaz salınımı oldukça fazladır. Ancak kojenerasyon sistemlerinde, geleneksel üretimde çevreye bırakılan atık emisyonlar atık ısı dönüştürücüsüyle ihtiyaç duyulan sıcak hava, sıcak su, kızgın yağa dönüştürülerek çevreye olan zararı en aza indirmektedir. Böylelikle CO2 salınımları ve hava kirliliğiyle birlikte küresel iklim etkisi azalmaktadır (Pravadaloğlu, 2013).

Firmalar kullanacakları elektriği kojenerasyon sistemlerinde üreterek süreç içerisinde sıcak su, sıcak hava gibi ihtiyaçlarını da karşılamaktadırlar. Bu sayede yüksek verim ve düşük maliyet ile hem kendi kazançlarına hem de doğanın kazancına bir durum oluşmaktadır. Aynı zamanda elektrik dağıtım ve iletim sistemlerindeki arızalar sistemi etkilememekte ve arıza-bakım günlerinde şebekeden elektrik çekebilmektedirler. İşletmeler, iletim ve dağıtım hatlarındaki kayıp-kaçak bedelini ödemek zorunda kalmamaktadırlar. Bu sebeplerle kojenerasyon sistemini tercih edilir kılmaktadır.

Bu çalışma ile seramik sektöründe faaliyet gösteren bir firmanın kullandığı elektriğin günlük bazda dışarıdan alımı ya da kojenerasyon tesislerinde üretiminin gerçekleştirilmesi kararını, üretimde ihtiyaç duyulan sıcak hava miktarı, fabrikalardaki üretim miktarları ve maliyet analizleri sonucunda değerlendirilerek hızlı ve doğru bir şekilde vermeyi sağlayan karar destek sistemi oluşturulması amaçlanmaktadır.

Çalışmanın izleyen bölümünde gerçekleştirilen bilimsel yazın taramasına yer verilmiştir. Üçüncü bölümde, problemin çözülmesinde kullanılan yöntemden, dördüncü bölümde ele alınan süreçten ve karar destek sistemi uygulamasından

bahsedilmiştir. Son bölümde ise sonuçlar ve gelecek çalışmalar için öneriler sunulmuştur.

2. Bilimsel Yazın Taraması

2.1 Kojenerasyon Sistemleri

Kojenerasyon, tek bir yakıt kaynağından aynı anda elektrik ve ısı enerjisi üreten bir termal sistemdir. Her iki enerjinin de gerekli olduğu endüstriyel ve evsel uygulamalar için bu sistem çok iyi bir enerji tasarrufu sağlamaktadır (Oh, Lee, Jung & Kwak, 2007). Kojenerasyon sistemi, bir gaz motoru, güç üretimi için bir jeneratör ve isteğe göre soğutulmuş su veya sıcak su üreten bir sistemden oluşur (Sun, 2008).

Kojenerasyon sistemlerinin, tekstil sektörü (örn. Youssef, Maatallah, Menezo & Nasrallah, 2018; Özdil, Tantekin & Pekdur, 2018; Zuleta Marín, Konrad Burin & Bazzo, 2020), gıda sektörü (Bianco, De Rosa, Scarpa & Tagliafico, 2016; Ozdil & Pekdur, 2016; Vellini, Gambini & Stilo, 2020), enerji sektörü (örn. Zhang, Zhao & Li, 2016), şeker endüstrisi (örn. Gudoshnikov & Kfourri, 2016), hizmet sektöründe oteller (örn. Cannistraro, Cannistraro, Galvagno & Trovato, 2016) ve hastaneler (örn. Gimelli, Muccillo & Sannino, 2017) gibi çok farklı alanlarda kullanımı mevcuttur. Literatürde mevcut bu çalışmalarda daha çok kojenerasyon sisteminin kendi yapısının ve termodinamik özellikler gibi teknik özelliklerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır.

Kojenerasyon sistemlerinin enerji verimliliği, ekonomik fizibilitesi ve çevresel etki analizleri ile ilgili çalışmalar da mevcuttur (örn. Özgirgin (2004); Rosen, Le & Dincer, 2005; Kıncay ve Yumurtacı, 2006; Sun, 2008; Oh ve diğ., 2007; Akdeniz, 2007; Goza, 2013; Erdönmez, 2014; Kısakesen, 2016; Karbowa ve diğ., 2018; Çağlayan ve Çalışkan, 2019; Kabacan, 2019). Kojenerasyon sisteminin maliyet ve verimlilik açısından değerlendirilmesi ile ilgili literatürde bulunan önemli araştırmaların detaylı olarak analizi aşağıda verilmiştir.

Özgirgin (2004), çalışmasında Orta Doğu Teknik Üniversitesi kampüsünde kojenerasyon enerji tesisinin tasarımına yönelik Visual Basic 6.0 programı ile bir bilgisayar yazılımı geliştirmiştir. Özgirgin (2004) yapmış olduğu tez çalışmasında bu yazılımı kullanarak farklı gaz ve buhar türbini formatlarına göre ve ODTÜ kampüsünün altyapısı, yıllık elektrik, su ve ısınma ihtiyacı, mevcut ısı santralının doğal gaz giderleri ve buhar dağıtım boru hatları ile elektrik şebekesinin özelliklerini baz alarak kampüs için sekiz farklı doğal gaz yakıtlı kojenerasyon santral tasarımı geliştirmiştir.

Sonrasında bu sekiz farklı formatın maliyet analizlerini çıkarmış ve tasarlanan kojenerasyon santralının yapılabirliğini tartışmıştır.

Rosen ve diğ. (2005), Edmonton şehrinde kojenerasyon ve bölgesel enerji sisteminin hem enerji hem de ekserji üzerine verimlilik analizi yapmışlardır. Çalışmalarında ısıtma, soğutma ve elektriğin beraber üretilmesi durumunu inceleyerek analizler üzerinde çalışmalarda bulunmuştur. Bunun sonucunda enerji verimlerini %83-94, ekserji verimlerini %28-29 olarak elde etmişler ve ekserji verimliliklerinin enerji verimliliğinden daha anlamlı olduğu sonucuna varmışlardır.

Kıncay ve Yumurtacı (2006), çalışmalarında Yıldız Teknik Üniversitesi Davutpaşa Kampüsü'nün yıllık elektrik ve ısı tüketimleri hesaplanması sonucunda buna en uygun kojenerasyon sisteminin ekonomik analizini yapmışlardır. Bu analiz ile Yıldız Teknik Üniversitesi Davutpaşa kampüsüne kurulacak olan bir kojenerasyon sisteminin toplam gelirinin yılda 1.884.171,4 \$ olup sistemin kendisini amorti etme süresinin 1,25 yıl olacağı sonucuna ulaşmışlardır. Sayısal verileri göz önünde bulundurduklarında kojenerasyon sisteminin oldukça kârlı olduğu sonucunu elde etmiş ve bu sistemin çevre kirliliğini en aza indirmesi ve enerji verimliliği sağlaması özelliklerinin en önemli avantajları olduğuna dikkat çekmişlerdir.

Akdeniz (2007), Süleyman Demirel Üniversitesi kampüsünün 10MW'lık elektrik ihtiyacını karşılaması istenen bir kojenerasyon sisteminin oluşturulması üzerine bir çalışma yapmıştır. Kojenerasyon sistemi için yapılan ekserji ve termodinamik analizleri ile elde edilen sonuçlar doğrultusunda gaz türbinli kojenerasyon sisteminin daha verimli olacağı sonucuna varmış ardından gaz türbinli ve gaz motorlu kojenerasyon sistemi için maliyet analizleri yapmış ve elde edilen sonuçları karşılaştırmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda birbirine alternatif oluşturabilecek iki gaz kojeneratör için maliyet analizleri yapmış ve bulunan kazançları 2.814.212 TL ve 5.159.381 TL olarak paylaşmıştır.

Ishida, Bannai, Miyazaki, Harada, Yokoyama & Akisawa (2009), yaptıkları çalışma doğrusal programlama modelinin analitik çözüme dayanan kojenerasyon sisteminin optimal çalışmasını ele almaktadır. Optimum çalışma kriterleri, enerji fiyatlarını ve ekipmanlarının performansını içermektedir. Mevcut kojenerasyon tesisinin ayrıntılı bir optimizasyon çalışması sonucunda gaz

türbininin elektrik güç çıkışının kapasiteden daha az olması gerektiği kararına varmışlardır.

Gün (2009), yüksek lisans tezinde kojenerasyon sistemlerini detaylı bir şekilde incelemiştir. Bu çalışmasında Ankara'da A tipi özel bir hastanenin yıllık enerji ihtiyacını karşılayacak bir kojenerasyon tesisinde üretilen ısı ve elektriğin maliyet analizini yaparak ekonomik kazancı hesaplamıştır. İncelenen işletmede ısıyı doğalgazdan, elektriği ise TEDAŞ'tan karşıladığını belirtmiştir. Bunun üzerine elektrik ve doğalgazı dışarıdan satın alma ile elektriği kojenerasyon tesisıyla üretme sonucu oluşacak maliyetleri karşılaştırmış ve yıllık net kazancı hesaplamıştır.

Goza (2013), yüksek lisans tezinde İstanbul'da 22.000 m² kapalı alana sahip, 109 yatak kapasiteli özel bir hastane için kurulumu düşünülen kojenerasyon sistemine ait ekonomik analizler yapmıştır. Analizler sonucu, tahrik ünitesinin motor tipi kojenerasyon sistemi olmasına karar vermiş ve enerji ihtiyacına göre sistemin gücünün 800 kW olması gerektiğini hesaplamıştır. Hastanenin yatırım maliyetini yaklaşık 2 yıl gibi bir sürede amorti edebileceği, yatırım maliyetini karşıladıktan sonra ise 15 yıllık süre sonunda 3.500.000 Euro gibi bir kazanç sağlayacağı sonucuna ulaşarak uygun kojenerasyon sisteminin seçimini gerçekleştirmiştir.

Erdönmez (2014), yüksek lisans tez çalışmasında Gebze Organize Sanayi Bölgesi'nde bulunan bir boya fabrikasında kojenerasyon kullanılacak olursa gelir ve maliyetlerin ne olacağını hesaplamıştır. Elektrik birim satış fiyatı 0,196581 TL/kWh, doğalgaz birim satış fiyatı 0,688600 TL/Nm³ ve çalışma saati 3.750 saat olarak alındığında kojenerasyon tesisi kurulmasıyla 418.813 €/yıl kazanç sağlanacağını belirtmiştir. Bu kazanç için 1.853.381 Euro yatırım maliyeti gerekli olup bu koşullar altında kojenerasyon tesisinin geri ödeme süresi yaklaşık 4,43 yıl olarak hesaplamıştır. Yeni elektrik üretim maliyeti ise 0,104111 TL/kWh olacaktır. Bu durumda elektrik tüketim maliyeti %47 oranında azaltılmıştır.

Kısakesen (2016), yüksek lisans tez çalışmasında Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sağlık Uygulama ve Araştırma Hastanesinin enerji ihtiyacının karşılanmasında kojenerasyon ve trijenasyon sistemlerinin karşılaştırılmasını ve maliyet analizlerini gerçekleştirmiştir. Toplam 96.562 m² kapalı alan üzerine kurulu hastanenin yıllık elektrik, ısıtma enerjisi ve soğutma enerjisi

giderlerinin tespiti için fizibilite çalışması yapmıştır. Çalışmada ilk olarak hastanenin enerji ihtiyaçlarının karşılanabilmesi için kojenerasyon ve trijenerasyon teknolojilerinin çalışma sistemi oluşturmuştur. İkinci olarak, bu sistemleri karşılaştırılmış ve ekonomik analizlerini yapmıştır. Analizler sonucunda sistemlerin ilk yatırım maliyetlerinin geri ödeme süreleri trijenerasyon sistemi için 3,1 yıl ve kojenerasyon sistemi için 2,78 yıl olarak bulunmuştur.

Karbowa ve diğ. (2018) çalışmalarında, gaz kojenerasyon motoru seçimi amacıyla, zararlı maddelerin minimum emisyonunu sağlayan ve varsayılan çalışma süresinde olası maksimum verimi dikkate alan çok kriterli karar verme yöntemlerini sunmaktadır.

Son olarak Kabacan (2019), yüksek lisans tezinde Muş Alpaslan Üniversitesi'nin enerji kullanım verileri ile kojenerasyon sisteminin tasarımını gerçekleştirmiştir. Tasarım aşaması sonrasında kojenerasyon sisteminin çalışma koşullarını belirlemiş, enerji ve ekserji verimlerini hesaplamış ve bu verim değerlerinin optimizasyonu üzerinde çalışmıştır. Buradan da kojenerasyon sisteminin ilk yatırım maliyeti ile enerji maliyetlerini hesaplayıp fizibilite analizi ve farklı yöntemlerle fayda/maliyet analizleri yapmıştır. Sonrasında geri ödeme süresini hesaplamış ve kojenerasyon sisteminin enerjik, ekserjetik ve ekonomik karakteristikleri hakkında değerlendirmeler yapmıştır.

Kojenerasyon, önceden de belirtildiği gibi doğalgaz başta olmak üzere yakıt kullanarak elektrik ve ısı enerjisinin birlikte üretildiği sisteme verilen isimdir. Yapılan literatür araştırmalarında kojenerasyon sisteminin ekonomik, maliyet ve verimlilik analizleri yapıldığına ve işletmelerin elektrik ile buhar, sıcak su gibi ihtiyaçlarını karşılamak istediği görülmüştür. Araştırmaların bir kısmında, kojenerasyon ve trijenerasyon sistemlerinden verimi yüksek ve maliyeti düşük olanın seçilmesi hakkında çalışmaların yer aldığı görülmektedir. Kojenerasyon sisteminin seçildiği araştırmalarda, sistemin motor tipi ve gücü gibi faktörlerin belirlenmesi ile daha verimli ve maliyeti düşük olanın seçilmesi çalışmalarına yer verilmiştir. Araştırmaların diğer kısmında ise kojenerasyon sisteminin, geleneksel sistemlere oranla daha verimli ve maliyetinin oldukça düşük olmasına dikkat çekilmiştir. Yapılan araştırmalar doğrultusunda, önceden belirtildiği gibi kojenerasyon sisteminin tekstil fabrikaları, hastaneler, üniversite kampüsleri ve apartman

daireleri gibi farklı alanlarda kullanımı mevcuttur. Literatür araştırmalarında dikkat çeken bir diğer nokta ise, kojenerasyon sisteminin çevreye daha az zararlı gaz salınımı yapmasının ve yüksek verimle çalışıyor olmasının sistemi tercih edilir kılmasıdır.

Seramik sektörüne bakıldığında ise literatürde sınırlı sayıda çalışma görülmektedir (örn. Caglayan & Caliskan, 2018). Bu nadir çalışmalardan olan Caglayan ve Caliskan (2018)'in çalışmasında seramik sektöründe gaz türbini bazlı kojenerasyon tesisi simüle edilerek enerji, ekserji ve sürdürülebilirlik analizleri yapılmıştır. Verimlilik analizleri sonucunda gaz türbini bazlı kojenerasyon sistemi kullanımı ile, yer ve duvar karosu kurutucuları için doğal gaz tasarrufu sağlanabileceği bulunmuştur. Kısaca Caglayan ve Caliskan (2018)'in çalışması da yine önceki çalışmalar gibi kojenerasyon sisteminin kendi yapısı ve verimliliği üzerine, yani termal sistemlerin teknik özellikleri üzerine bir çalışmadır.

Kojenerasyon tesisi için yatırım yapacak bir firma bu konuda detaylı bir ekonomik analiz yapmak durumundadır. Firma için sistemin çalışma şartlarına bağlı olarak tahrik ünite tipine ve tahrik ünitesinin çalışma gücüne en verimli olacak şekilde karar verilmelidir. Literatür taraması yapılırken seramik firmaları için kojenerasyon tesis seçimi üzerine herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ancak Goza 2013 yılında yapmış olduğu yüksek lisans tez çalışmasında, 22.000 m²'lik kapalı alana sahip bir hastane için kojenerasyon tesis seçimi için ekonomik analizler yapmıştır. Bu analizler sonucu motor tipi ve 800 kw güce sahip bir kojenerasyon tesisi için 1.293.426 TL'lik bir maliyet gerekmektedir.

Erdönmez ise 2014 yılında gerçekleştirdiği çalışmada, bir boya fabrikası için kojenerasyon tesisi için ekonomik analizler yapmıştır. Bu analizler sonucunda çalışma saatinin 3750 saat olarak belirlenmesi ile 1.853.381 Euro'luk bir yatırım maliyeti gerekmektedir.

İncelenen bu literatür çalışmaları sonucunda kojenerasyon tesisi için yatırım yapacak bir firma için bu tesisinin kurulum ve işletme maliyetleri arasında göz önüne alınması gereken özellikler şu şekildedir:

- ❖ Tahrik Ünitesi
- ❖ Kojenerasyon tesis gücü
- ❖ Kojenerasyon sisteminin çalışma saati
- ❖ Firmanın elektrik, doğalgaz kullanım miktarları

❖ Firma üretim miktarı için gerekli enerji ihtiyacı

Sıralanan bu özellikler her firmaya göre farklılık göstereceğinden dolayı kesin ve tek bir yatırım miktarı belirlenemez.

2.2 Karar Destek Sistemleri ve Enerji Sistemlerinde Kullanımı

Bir karar destek sistemi (KDS), bir kuruluş veya işletmedeki tespitleri, kararları ve eylem planlarını desteklemek için kullanılan bilgisayarlı bir programdır. Karar destek sistemleri, problemleri çözmek ve karar vermede kullanılabilir kapsamlı bilgileri derleyerek çok miktarda veriyi gözden geçirir ve analiz eder. Bu şekilde, karar destek sistemleri verileri toplar, analiz eder ve kapsamlı bilgi raporları üretmek için sentezler. Karar destek sistemleri operasyonlar, planlama ve hatta yönetim konularında daha bilinçli karar verme, zamanında problem çözme ve çözüm geliştirme ile gelişmiş verimlilik sağlar (Segal, 2020).

Bu tanımla uyumlu olarak Dizman & Özen (2017), yapmış olduğu araştırmalar doğrultusunda karar destek sistemi kullanan işletmelerin daha fazla kazanç sağladığı ve daha kurumsal firmalar olduğu sonucuna ulaşmıştır. Çalışmasında Ege Bölgesinde bulunan küçük ve orta ölçekli işletmelerde yöneticinin karar verebileceği karar destek sistemlerini tanımlamayı hedeflemiştir.

Yine yukarıda verdiğimiz tanım doğrultusunda Özen, Üstünkaya, Zaim Gökbay, Yarman & Kartal Karakaş (2014), çalışmalarında bir organizasyonun, piyasada mevcut alternatifler arasından kendine uygun bir İçerik Yönetim Sistemi seçebilmesi üzerine bir "İçerik Yönetim Sistemi Seçimi için Karar Destek Sistemi" oluşturmuşlardır. Bu şekilde kamuda ve özel sektörde doğru bilginin, doğru zamanda, doğru kişiye ulaştırılmasına katkıda bulunmayı amaçlamışlardır.

Literatürde enerji sistemleri alanlarında karar destek sistemi kullanımına baktığımızda farklı çalışmalar karşımıza çıkmaktadır. Örnek olarak Kim, Hong, Jeong, Koo, Jeong & Lee (2019) çalışmalarında, fotovoltaik ve güneş enerjisi sistemleri aynı binanın çatısına kurulduğunda, enerji, ekonomik ve çevresel açılardan oluşacak problemleri önlemek için çok kriterli karar destek sisteminin geliştirilmesini amaçlamıştır. Bu sistemi, (i) veritabanı oluşturulması; (ii) fotovoltaik ve güneş enerjisi sistemlerinin değişkenlerini tasarlamak; (iii) sistemlerin analiz motorunun

geliştirilmesi; (iv) yaşam döngüsü perspektifinden çevresel ve ekonomik değerlendirme; (v) çok amaçlı optimizasyon ve (vi) çok kriterli karar destek sisteminin kurulması olarak altı adımda geliştirmişlerdir.

Başka bir örnek olarak Badami, Fambri, Manco, Martino, Damousis, Agtzidis & Tzovaras (2020) çalışmalarında yenilenebilir enerji kaynakları açısından enerji depolama ve dönüştürme sistemlerinin sunduğu esnekliği yönetmek ve optimize etmek için kullanılabilir bir karar destek sistemi sunmuşlardır.

Diğer taraftan Atıcı (2008), enerjinin etkin bir şekilde üretilmesi, üretilen enerjinin verimli kullanılması ve enerji üretiminin çevreye etkilerinin yönetilmesi gibi birçok konunun üzerinde çalışmıştır. Atıcı'nın çalışmasındaki temel amacı, Enerji ve Çevre konusunda Performans Değerlendirmesi ve Karar Vermeye yönelik olarak çeşitli teknikleri ve literatürde uygulanmış problem parametrelerini kullanarak analiz yapmaya imkân sağlayan, analizlerle elde edilen sonuçları uygun ve anlaşılabilir bir şekilde raporlayan bir Karar Destek Sisteminin oluşturulması ve oluşturulan bu sistemde Türkiye enerji sektörüne yönelik çeşitli uygulamaların yapılmasını sağlamaktır.

Enerji alanından farklı bir olarak Balaman (2014), yüksek lisans tez çalışmasında havasız ortamda çürütme temelli biyokütle-enerji tedarik zincirlerinin uygun maliyetli ve çevre dostu bir şekilde tasarımı ve yönetimi üzerine çalışmıştır. Balaman, oluşturduğu karar destek sistemiyle ekonomik ve çevresel amaçlar ile hizmet düzeyi hedeflerinin eş zamanlı olarak sağlanabilmesini hedeflemiştir. Oluşturduğu karar destek sisteminin uygulanabilirliğini göstermek amacıyla İzmir'de gerçek bir biyokütle-enerji tedarik zinciri tasarımı problemini ele almıştır.

Son olarak kojenerasyon ile ilgili karar destek sistemi çalışmaları incelendiğinde bu tür çalışmaların da literatürde az sayıda olduğu görülmüştür (örn. Spiliotis, Marinakis, Doukas & Psarras, 2016; Baleizão & Cortinhal, 2019). Bu çalışmalardan Spiliotis ve diğ. (2016)'nin çalışmasının amacı, ısıtma ve elektrik sistemlerinin akıllı şebeke ve bilgi ve iletişim teknolojisi altyapılarından yararlanarak enerji maliyet optimizasyonuna göre çalışmasını planlamak için bir eylem planı sunmaktır. Bir karar destek sistemi dahilinde çalışmak üzere geliştirilen eylem planı, çözümün gerçek hayattaki bir uygulamadaki

yararlılığını göstermek için Savona (İtalya) Üniversite Kampüsünde test edilmiştir.

Diğer çalışma olan Baleizão ve Cortinhal (2019)'ın çalışması kâğıt hamuru ve kâğıt endüstrisinde faaliyet gösteren Navigator Company'nin Setúbal fabrikasında elektrik üretimi için en uygun operasyonel alternatifler konusunda karar alma sürecinde ortaya çıkan zorlukları gidermeyi amaçlamıştır. Termal ve elektrik enerjisi üretimini modellemek için süreç verilerinin simülasyonunu yapan ve benzetim senaryolarının sonuçlarını grafiksel ve özetlenmiş formlarda sunan bir karar destek sisteminin geliştirmişlerdir. Oluşturdukları enerji karar destek sistemi, kâğıt hamuru ve kâğıt işlem ihtiyaçlarını göz önünde bulundurarak ortaya çıkan soruna ve hedeflere yanıt vererek karar vericinin en uygun alternatifi seçmesine ve firmanın elektrik satış ve karlarını artırmasına olanak tanımıştır.

Karar destek sistemleri üzerine literatürdeki bu sınırlı sayıda çalışma incelendiğinde, elektrik ihtiyacını şebekeden satın alma (dış alım) veya kendi bünyelerindeki kojenerasyon tesislerinde üretme seçeneklerini maliyet analizleri ile değerlendiren, hem de bu değerlendirmeyi çoklu fabrikalar için gerçekleştirmiş olan çalışma bulunamamıştır. Bu nedenlerle mevcut çalışmamız kojenerasyon çalışmaları kapsamında literatürdeki önemli bir boşluğu doldurmayı amaçlamaktadır.

3. Yöntem

3.1 0-1 Tam Sayılı Programlama

Tam sayılı programlama, sürekli olarak tanımlanan karar değişkenlerinin, kesikli biçimde tanımlanan karar değişkenlerine dönüştürüldüğü bir optimizasyon tekniğidir. Gerçek problemlerde en sık rastlanan özelliği ile en yaygın olarak karar stratejilerinin elde edilmesinde kullanılmaktadır. (Patur, 2010) Tam sayılı programlama tekniği, doğrusal programlamanın bir uzantısı olup doğrusal programlamada meydana gelebilecek gerçekçi olmayan sonuçları ortadan kaldırmayı amaçlar. Bu amaç doğrultusunda tam sayılı programlamanın matematiksel modelinde kısıtlara bağlı olarak amaç fonksiyonunu eniyileyen çözümler kümesi aranmaktadır.

Tam sayı programlama problemlerinde genellikle çözümün tam sayı olması gereken durumlar ile karşılaşmaktadır. Birçok durumda bir doğrusal programlamanın değişkenleri, evet/hayır kararları

ya da mantıksal ilişkiler şeklinde ifade edilir. Bu değişkenler 0 ya da 1 değerini alabilmektedir. İçinde yalnızca ikili değişkenler barındıran tam sayılı doğrusal programlar, 0-1 tam sayılı programlama olarak adlandırılmaktadır. (Özder, 2009)

Günümüzde, işletme ve üretim süreçlerin karmaşıklığının artmasıyla birlikte karar verme ve yönetim süreçlerinde sezgisel yaklaşımlar, karmaşık ve birbiri ile bağlantılı sistemlere çözüm getirmekte yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle, işletmelerdeki üretim ve yönetim süreçlerinde nicel tekniklerin kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Söz konusu süreçlerin yönetiminde karşılaşılan problemlerde incelenen sistemin belirli kısıtlar altında optimizasyonu hedeflendiğinde doğrusal programlama yöntemleri tercih edilmektedir. Probleme bölünemeyen kaynakların olması durumunda (insan, makine, bina, vb. gibi) tam sayılı doğrusal programlama yöntemlerine başvurulmaktadır. Dolayısıyla, rekabetin artış gösterdiği bir ortamda maliyet baskısı altında en verimli bir şekilde üretim yapan veya hizmet sunan firmaların doğrusal programlama araçlarını kullanmasına da sıkça rastlanmaktadır.

Çalışma kapsamında üretim sürecinde elektriğin kojenerasyon tesislerinde üretimine ilişkin evet/hayır kararının hızlı ve doğru bir şekilde verilebilmesi için karar destek sistemini hatasız bir şekilde kurulabilmesi için oluşturulan matematiksel model "0-1 Tam Sayılı Programlama" yöntemi ile kurulmuştur.

Bu çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

4. Uygulama

4.1 Firmanın Tanıtımı

Uygulamanın gerçekleştirildiği firma, seramik sektöründe öncü bir firma olarak faaliyet göstermektedir. 1995 yılında Eskişehir, İnönü'de kurulmuştur. Kendi bünyesi altında beş şirket bulundurmaktadır. Çalışmanın gerçekleştirildiği üretim tesisi 700 bin metrekare açık ve 100 bin metrekare kapalı alana sahiptir. Firma üretimini gerçekleştirdiği seramikleri, 5 bölge müdürlüğü ve 2 bölge yöneticiliği ile yurtiçinde satışa sunarken birçok ülkeye de ihracatını gerçekleştirmektedir. Bu çalışmanın gerçekleştirilebilmesi için firma yönetiminden izin alınmıştır.

4.2 Ele Alınan Süreç

Uygulamanın gerçekleştirildiği firma, maliyet ve üretim miktarı doğrultusunda kullandığı elektriği ya dışarıdan satın almakta ya da bünyesindeki kojenerasyon (Co-Gen) tesislerinde üretmektedir. Firma elektriği kojenerasyon sistemiyle ürettiğinde bu sistemde açığa çıkan sıcak havayı da nemli toz hammadde olan massenin kurutulmasında kullanmaktadır.

Firma bünyesinde gerçekleştirilen bu çalışmanın amacı, minimum maliyeti ve en yüksek verimi sağlayan elektrik elde etme, yani dışarıdan satın alma veya kendi üretme, kararının hızlı ve en doğru şekilde alınmasını sağlamak için Excel VBA'da bir karar destek sistemi oluşturmaktır. Buna ek olarak mevcut sistemdeki manuel işlemlerin azaltılması hedeflenmektedir. Oluşturulacak karar destek sistemi ile elektriğin gün bazında dışarıdan alınması ya da hangi Co-Gen tesisinde ne kadar süre elektriğin üretilmesi gerektiğinin kararını vermesi amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda kojenerasyon tesislerinin ay içerisindeki çalışma günlerinin en verimli ve maliyet en az olacak şekilde optimize edilmesi üzerine çalışılmıştır.

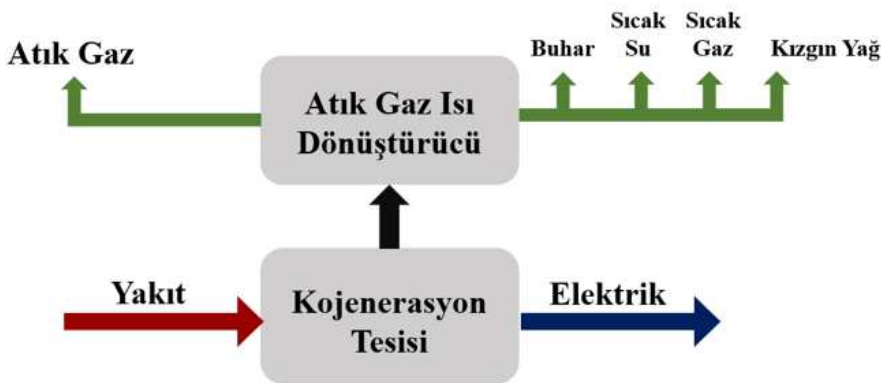
4.2.1 Seramik Üretimi

Gelen siparişler doğrultusunda karo reçetelerine uygun olarak stok sahasından alınan kil-kaolen, feldspat, kuvars gibi hammaddeler karıştırılıp değirmenlerde öğütülerek çamur hâline getirilmektedir. Elde edilen çamur, içerisinde %3-5 oranında nem kalacak şekilde püskürtmeli kurutucu

(Spray Dry)'da kurutularak masse hâlini almaktadır. Elde edilen masseler yaklaşık 12 saat silolarda dinlendirildikten sonra şekillendirme işlemine geçmektedir. Preslerden çıkan şekillendirilmiş karolar sırlama öncesi kurutulmaktadır. Kurutma işlemi tamamlanan karolara sırlama ve dekorlama işlemleri uygulanmaktadır. Karolar, üretimin son aşaması olan pişirme işlemine yüksek ısıda fırınlarda tabi tutulduktan sonra kontrol aşamasına geçmektedir. Tek tek kontrol edilen ve hatalarına göre kalite sınıflarına ayrılan karolar son olarak paketlenerek müşteri siparişleri doğrultusunda kamyonlar ile sevki edilir.

4.2.2 Seramik Üretiminde Kojenerasyon Sistemi Kullanımı

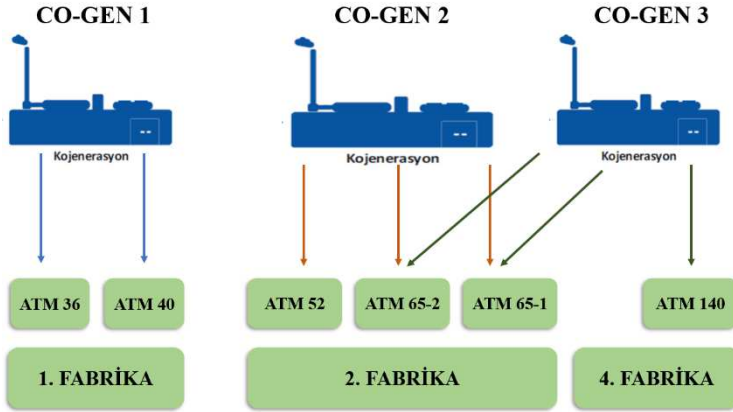
Kojenerasyon, yakıt kaynağından elektrik ve ısının birlikte üretimi olarak tanımlanabilir. Kojenerasyon sisteminde, motor ya da gaz türbinlerinin egzoz gazlarının ısısı, fabrikanın buhar veya sıcak su ihtiyacının karşılanması için kullanılmaktadır. Kojenerasyon tesislerinde üretilen enerji türleri Şekil 1'de gösterilmiştir. Kojenerasyon sistemlerinde fabrika elektriği ihtiyacından fazla ürettiği takdirde elektrik sistemine verilerek serbest tüketicilere ya da sisteme satılabilmektedir (Özdemir, 2010).



Şekil 1. Kojenerasyon Tesisinde Üretilen Enerji Türleri (Ayçiçek, 2007)

Uygulamanın gerçekleştirildiği firma, mase kurutma işleminin gerçekleştirildiği Spray Dry'larda sıcak havaya ihtiyaç duymaktadır. Bu gerekli sıcak havayı doğalgaz kullanarak elde ettiğinde maliyeti artmaktadır. Ancak kojenerasyon sistemi ile hem elektriği hem sıcak havayı birlikte elde edebildiği için maliyeti azaltmış verimi ise yükseltmiş olmaktadır.

Firmanın enerji üretim sistemleri Co-Gen 1, Co-Gen 2 ve Co-Gen 3 olmak üzere üç adet tesisten oluşmaktadır. Kojenerasyon tesislerinden çıkan sıcak havanın iletimini sağlayan ATM 36, ATM 40, ATM 65 1, ATM 65 2, ATM 52 ve ATM 140 olmak üzere altı adet Spray Dryer bulunmaktadır. Co-gen, fabrikalar ve ATM'ler arasındaki bağlantı Şekil 2'de gösterilmiştir.



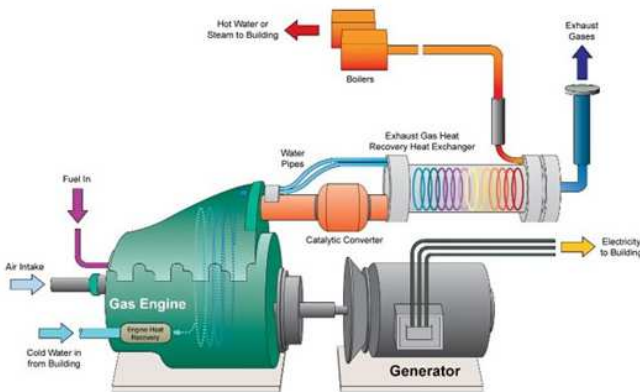
Şekil 2. Kojenerasyon Tesisi- Fabrika- ATM Bağlantıları

4.2.3 Kojenerasyon Sisteminin Çalışma Prensibi

Şekil 3'de verilmiş olan kojenerasyon sisteminde filtrelenecek atmosferden alınan hava, kompresör ile sıkıştırılarak basınç ve sıcaklığı artırılır. Yanma odasına gönderilir ve buradaki yakıt ile karıştırılarak yanması sağlanır. Yanan gaz karışımından elde edilen yüksek buhar basıncı türbin kanatçıklarından geçme esnasında türbini döndürür. Böylece türbine bağlı jeneratörden elektrik enerjisi üretilir. Gaz türbininden çıkan 450-

550°C sıcaklığındaki ısı, bir egzoz kanalıyla atık ısı kazanına iletilir (Gürhan, 2003).

Atık ısı kazanında ısı transferi ile ısı enerjisi elde edilir. Kalan ısı, soğurularak katalizöre gönderilerek kimyasal reaksiyonlara girmesi sağlanır. Bu şekilde çevreye salınacak olan zararlı gazlar ve karbon emisyon oranları azaltılır. Son işlem olarak bu gazlar kazan bacasından atmosfere atılır. Verimi %80-90 arasında olan bu sistemler ile emisyon sınımları ve küresel ısınma etkileri en aza indirilir.

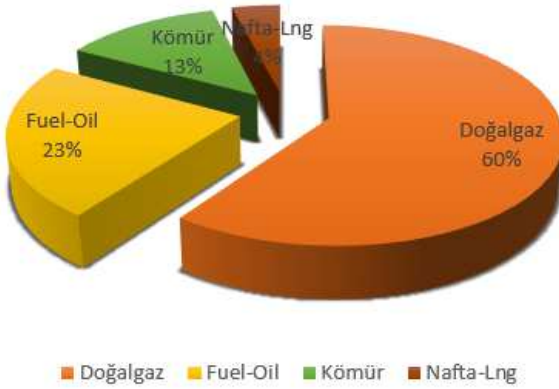


Şekil 3. Kojenerasyon Sistemi (www.elektrikport.com)

4.2.4 Kojenerasyon Sisteminde Kullanılan Yakıtlar

Kojenerasyon sisteminde kullanılacak olan yakıt, sistemin kaliteli üretim yapmasında önemli bir rol oynamaktadır. Doğalgaz, fuel-oil, lpg, propan, nafta, çöplük gazı gibi yakıtlar kojenerasyon sistemleri için kullanılabilir.

Bu yakıtların arasında doğalgaz, çevreci bir yapısı olması, taşınabilirliği ve ısı veriminin yüksek olması sebebiyle öncelikli yakıt olarak tercih edilmektedir. Kojenerasyon sisteminde kullanılan bazı yakıt türleri ve kullanım oranları Şekil 4'te verilmiştir. Görüldüğü gibi doğalgaz en çok tercih edilen yakıt olarak öne çıkmaktadır. Doğalgazdan sonra en çok kullanılan yakıt türü fuel-oildir.



Şekil 4. Kojenerasyon Sisteminde Kullanılan Yakıt ve Oranları (Goza, 2013)

4.2.5 Kojenerasyon Sisteminin Tercih Edilme Sebepleri

Elektriğin ve ısının birlikte üretilmesi olarak tanımlanan kojenerasyon sistemlerinin elektrik ve ısının ayrı ayrı üretilmesinden daha ekonomik durumlar oluşturmaktadır.

- Kojenerasyon ile elektrik üretimi gerçekleştirilirken aynı anda açığa çıkan buhar, sıcak su, kızgın yağ, soğuk su veya sıcak gaz firmalar tarafından kullanılmaktadır.
- Düşük maliyet ile sürekli ve çalışabilme özelliğinden dolayı sistemin geri ödeme süresi kısadır.

- Kojenerasyon sisteminin kullanıldığı yerlerde zararlı gaz salınımı azalır.
- Elektrik dağıtım ve iletim sistemlerindeki arızalar sistemi etkilememekte ve arıza-bakım günlerinde şebekeden elektrik çekilebilmektedir.
- İşletmeler, iletim ve dağıtım hatlarındaki kayıp-kaçak bedelini ödemek zorunda kalmazlar.
- Isı ve elektriğin birlikte üretilmesi ile elde edilen verim, ısı ve elektriğin ayrı ayrı üretilmesinden elde edilen verimden daha fazladır.
- Doğalgaz başta olmak üzere propan, mazot, çöp gazı, biyogaz vb. yakıtlarla çalışarak kesintisiz, kaliteli ve yüksek verimde enerji üretilir.
- Biyolojik atıklardan faydalanmasıyla maliyet verimliliğinin yükselmesi ve atıkların kullanılmasına katkıda bulunması

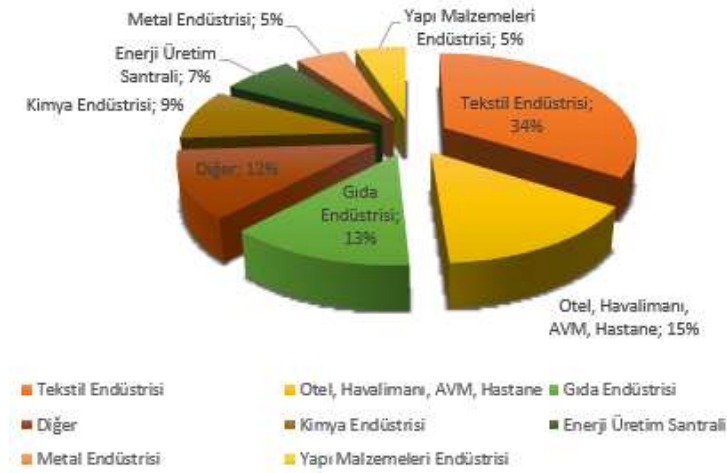
Kısaca kojenerasyon sistemleri fabrikalara fayda sağlarken kaynakların daha az tüketilmesi ve çevreye daha az zarar verme gibi yararlı sonuçları olan bir yöntemdir.

4.2.6 Kojenerasyon Sistemini Kullanmayı Tercih Eden Sektörler

Kojenerasyon sistemi, endüstriyel tesislerde karbon salınımının azaltılmasında ve enerjinin verimli bir şekilde kullanılmasında etkili olduğu için endüstriyel tesisler için alternatif bir yöntem olmaktadır.

Sürekli üretim yapan ve süreç içinde buhar, sıcak su, kızgın yağ, soğuk su veya sıcak gaz tüketimi olan firmalar kojenerasyon sistemini sağladığı avantajlardan dolayı kullanmayı tercih etmektedirler. Bu farklı firmalara ve kurumlara örnek olarak kâğıt fabrikaları, seramik, tuğla ve çimento sanayi, tekstil sanayi, atık su arıtma tesisleri, kimyasal malzeme üretim fabrikaları, plastik fabrikaları, cam fabrikaları, gıda fabrikaları, demir çelik fabrikaları ile alışveriş merkezleri, hastaneler, üniversiteler ve apartmanlar verilebilir.

Türkiye'deki kojenerasyon sisteminin kullanım alanlarına ait oranlar Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 5. Kojenerasyon Sistemlerinin Kullanıldığı Sektörler (Kabacan, 2019)

Şekil 5'te görüldüğü gibi ülkemizde kojenerasyon sistemleri en çok tekstil endüstrisi tarafından kullanılmaktadır. Tekstil endüstrisini hizmet sektörü yani; otel, havalimanı, alış-veriş merkezleri ve hastaneler takip etmektedir. Üçüncü olarak da gıda sektöründe yaygın kullanımı vardır denilebilir. Ülkemizde seramik sektörü göz önüne alındığında tekil örnekler mevcut olmasına rağmen bu sektörde çok faydalı olabilecek kojenerasyon sistemlerinin çok fazla kullanılmadığı göze çarpan önemli bir noktadır.

5. Karar Destek Sisteminin Oluşturulması

Karar destek sistemi, karmaşık problemleri çözebilmek için insan zekâsı, bilgi teknolojisi ve yazılımla harmanlanan bir sistem olarak tanımlanmaktadır (Gökçen, 2010). Günümüzde karar vericilerin en önemli sorumluluğu değişen koşullar ile birlikte işletme için fayda getirecek kararın hızlı bir şekilde alınmasıdır. Bu sorumluluğu üstlenen karar vericiler doğru zamanda, doğru bilgiyi etkili bir biçimde kullanarak karar vermeleri gerekmektedir. Karar verici kişiler bu süreçte kendilerine yardımcı olması açısından "Karar Destek Sistemleri" olarak tanımlanan sistemi kullanmaktadırlar. Karar destek sistemleri kârlılığı olumlu düzeyde etkileme, karara ulaşma süresinin kısa olması, daha fazla alternatif çözümün değerlendirilmesini sağladığı için işletmeler tarafından tercih edilmektedir.

Seramik firması için oluşturulan karar destek sistemi ile amaç, gün bazında elektriğin dışarıdan alım ya da kojenerasyon tesislerinde üretim kararının verilmesini sağlayan karar destek sisteminin Excel VBA yardımıyla oluşturulmasıdır. Bu amaç doğrultusunda 0-1 Tam Sayılı Programlama yöntemi ile matematiksel model kurulmuştur. Uygulamanın matematiksel modeline izleyen bölümde yer verilmiştir.

5.1 Uygulamanın Matematiksel Modeli

Bu çalışma kapsamında geliştirilen karar destek sistemi, firmada kojenerasyon tesislerinin çalıştırılması aşamasında verilmesi gereken kararların maliyet analizleri ile doğruluğunu belirlemektedir.

Çalışmada tanımlanan problem için oluşturulan matematiksel model ile firma için üretimi karşılayacak, siloların kapasite sınırlarını aşmayacak şekilde kojenerasyon tesislerinin çalışacağı günleri optimize etmek hedeflenmektedir.

Geliştirilen karar destek sistemi, i) firma bünyesindeki dört fabrikanın siparişlerini tek formatta düzenleme, ii) günlük masse ihtiyacının belirlenmesi ve iii) bu fabrikalar için kararın verilmesini sağlayan atama modelleri olmak üzere üç aşamadan oluşmaktadır. Karar destek sisteminde yer alan 0-1 Tam Sayılı Programlama modelinin matematiksel modeli aşağıda açıklanmıştır:

İndis Kümeleri

$i \in \{ 1,2,3, \dots, k \}$ Gün

k: Modelin çalıştırıldığı ayın gün sayısı

j: Spray dryer (ATM) türü

$j \in \{ 1,2,3,4,5,6 \}$ ATM

j = 1, ATM 36;

j = 2, ATM 40;

j = 3, ATM 65 – 1;

j = 4, ATM 65 – 2;

j = 5, ATM 52;

j = 6, ATM 140;

$n \in \{ 1,2,3 \}$ Masse Türü

n=1, Yer Karosu;

n=2, Duvar Karosu;

n= 3, Sırlı Granit

Karar Değişkeni

$$X_{ij} = \begin{cases} 1, & i. \text{Gün } j. \text{ATM}'de \text{ masse kurutuluyorsa;} \\ 0, & \text{diğer durumlarda} \end{cases}$$

Yardımcı Değişken

$I_i = i.$ gün silodaki masse miktarı (ton)

Parametreler

$Y_{in} = i.$ gün n türünden hazır olması gereken

masse miktarı (ton);

$Z_j = j.$ ATM'nin günlük maksimum kurutabileceği

masse miktarı (ton/gün);

$W_j = j.$ ATM'nin silo kapasitesi (ton);

$C_i = i.$ gün üretim yapmanın maliyeti (maliyet/ton);

$I_0 =$ Bir önceki aydan kalan masse miktarı (ton)

Amaç Fonksiyonu

$$Enk Z = \sum_{i=1}^k X_{ij} * Z_j * C_i \quad (1)$$

Kısıtlar

$$I_{i-1} + X_{ij} * Z_j - Y_{in} \leq W_j \quad \forall i, j, n \quad (2)$$

$$I_{i-1} + X_{ij} * Z_j - Y_{in} \geq 0 \quad \forall i, j, n \quad (3)$$

$$X_{ij} \in \{ 0,1 \} \quad (4)$$

$$I_i \geq 0 \quad \forall i \quad (5)$$

(1) Modelin Amaç Fonksiyonu, maliyetin minimize edilmesidir.

(2) Numaralı kısıt ilgili ATM'nin silo kapasitesini aşmayacak şekilde hesaplama yapmaktadır.

(3) Numaralı kısıt ilgili ATM'nin silo kapasitesinin 0'dan küçük bir değer almasını engellemektedir.

Firmada her ATM her masse türünün üretiminde kullanılmamaktadır. Bu doğrultuda (2) ve (3) numaralı denklemlerin aşağıdaki açıklamalarda yer alan bilgiler ışığında oluşturulması gerekmektedir.

❖ ATM 36'da Duvar Karosu massesi üretimi yapıldığı için j=1 olduğunda n=2 olmalıdır.

❖ ATM 40'ta Yer Karosu massesi üretimi yapıldığı için j=2 olduğunda n=1 olmalıdır.

❖ ATM 65-1 ve ATM 65-2'de Yer Karosu massesi üretimi yapıldığı için j=3,4 olduğunda n=1 olmalıdır.

❖ ATM 52'de Duvar Karosu massesi üretimi yapıldığı için j=5 olduğunda n=2 olmalıdır.

❖ ATM 140'ta Sırlı Granit massesi üretimi yapıldığı için j=6 olduğunda n=3 olmalıdır.

(4) Numaralı kısıt karar değişkeninin (X_{ij}) sadece 1 ya da 0 değerini alabilmesi için oluşturulmuştur.

(5) Numaralı kısıt silodaki masse miktarının (ton/gün) 0 ya da 0'dan büyük olması için tanımlanmıştır

Kurulan bu matematiksel model ile; üretimi eksiksiz karşılayacak, günlük masse miktarının silo kapasitelerini aşmayacak ve günlük masse miktarının 0'ın altına düşmeyecek şekilde ilgili ATM'nin minimum maliyet ile çalıştırılması amaçlanmaktadır. Maliyetin minimize edilmesi ile kojenerasyon tesislerinin çalıştırıldığı gün sayısı optimize edilmiş olmaktadır.

5.1.1 Matematiksel Model Örneği ve Maliyet Analizi

Matematiksel model, çok fazla kısıt içermesinden dolayı örnekte sadece 1. Fabrikaya ait olan ATM 36 kurutucusu için veriler verilmiş olup kısıtlar bu veriler baz alınarak oluşturulmuştur. Kasım ayı için ATM 36'ya ait oluşturulmuş örnek aşağıda verilmiştir:

İndis Kümeleri

$i \in \{ 1,2,3,\dots,30\}$ Gün

j: Spray dryer (ATM) türü

$j \in \{ 1,2,3,4,5,6 \}$ ATM

j=1, ATM 36;

j=2, ATM 40;

j=3, ATM 65-1;

j=4, ATM 65-2;

j=5, ATM 52;

j=6, ATM 140;

$n \in \{ 1, 2, 3 \}$ Masse Türü

n=1, Yer Karosu;

n=2, Duvar Karosu;

n=3, Sırlı Granit

Karar Değişkeni

$$X_{ij} = \begin{cases} 1, & i. \text{ Gün } j. \text{ ATM'de masse kurutuluyorsa} \\ 0, & \text{diğer durumlarda} \end{cases}$$

Yardımcı Değişken

$I_i = i. \text{ gün silodaki masse miktarı (ton)}$

Parametreler

$Y_{in} = i. \text{ gün } n \text{ türünden hazır olması gereken masse miktarı (ton)}$

Tablo 1'de Kasım ayının her gününe ait Duvar karosu (DK) massesinden hazır olması gereken masse miktarları ton cinsinden verilmiştir. Bu veriler firmanın üretim planı doğrultusunda elde edilmiştir.

Tablo 1
Duvar Karosu için Gerekli Masse Miktarları

| i | Y_{in} | Gerekli Miktar (ton) | i | Y_{in} | Gerekli Miktar (ton) |
|------|-----------|----------------------|------|-----------|----------------------|
| i=1 | Y_{12} | 104,4 | i=16 | Y_{162} | 77,4 |
| i=2 | Y_{22} | 75,4 | i=17 | Y_{172} | 77,4 |
| i=3 | Y_{32} | 76,1 | i=18 | Y_{182} | 77,4 |
| i=4 | Y_{42} | 76,1 | i=19 | Y_{192} | 77,4 |
| i=5 | Y_{52} | 76,1 | i=20 | Y_{202} | 77,4 |
| i=6 | Y_{62} | 101,2 | i=21 | Y_{212} | 75,6 |
| i=7 | Y_{72} | 101,2 | i=22 | Y_{222} | 75,6 |
| i=8 | Y_{82} | 70,3 | i=23 | Y_{232} | 75,6 |
| i=9 | Y_{92} | 40,0 | i=24 | Y_{242} | 75,6 |
| i=10 | Y_{102} | 32,9 | i=25 | Y_{252} | 37,7 |
| i=11 | Y_{112} | 32,9 | i=26 | Y_{262} | 12,6 |
| i=12 | Y_{122} | 56,3 | i=27 | Y_{272} | 116,0 |
| i=13 | Y_{132} | 18,8 | i=28 | Y_{282} | 116,0 |
| i=14 | Y_{142} | 77,4 | i=29 | Y_{292} | 116,0 |
| i=15 | Y_{152} | 77,4 | i=30 | Y_{302} | 116,0 |

**$Z_j = j$. ATM'nin günlük maksimum kurutabileceği
masse miktarı (ton/gün)**

ATM 36'nın günlük olarak maksimum düzeyde kurutabileceği miktar 200 ton/gün olarak firma tarafından kısıt olarak sunulmuştur.

$$(Z_j=200 \text{ ton/gün})$$

$W_j = j$. ATM'nin silo kapasitesi (ton)

Matematiksel modelde j indisinin 1 değerini alması ile tanımlanan ATM 36 kurutucusunun silo kapasitesi 700 ton olarak belirtilmiştir.

**$C_i = i$. gün üretim yapmanın maliyeti
(maliyet/ton)**

Firma tarafından elde edilen maliyetlerden biri olan üretim yapma maliyeti aşağıda verilmiştir:

$$C_1, C_2, C_3, \dots, C_{30} = 1,6393 \text{ TL/ton}$$

$I_0 =$ Bir önceki aydan kalan masse miktarı (ton)

Firmanın Ekim ayına ait kalan massesi 0 olarak değerlendirilmiştir. ($I_0 = 0$)

Amaç Fonksiyonu

$$\text{Enk } Z = \sum_{i=1}^k X_{ij} * Z_j * C_i \quad (1)$$

Örneği açıklanan ATM 36 kurutucusu için amaç fonksiyonu oluşturulmuştur. Amaç fonksiyonu her kurutucunun ilgili aydaki gün sayısı doğrultusunda yazılması gerekmektedir. Amaç fonksiyonuna aşağıda yer verilmiştir.

$$\text{Enk } Z = X_{11} * Z_1 * 1,6393 \text{ TL/ton} + X_{21} * Z_1 * 1,6393 \text{ TL/ton} + X_{31} * Z_1 * 1,6393 \text{ TL/ton} + X_{41} * Z_1 * 1,6393 \text{ TL/ton} + X_{51} * Z_1 * 1,6393 \text{ TL/ton} + \dots + X_{301} * Z_1 * 1,6393 \text{ TL/ton}$$

Kısıtlar

$$I_{(i-1)} + X_{ij} * Z_j - Y_{in} \leq W_j \quad \forall i, j, n \quad (2)$$

$$I_{(i-1)} + X_{ij} * Z_j - Y_{in} \geq 0 \quad \forall i, j, n \quad (3)$$

(2) ve (3) numaralı denklemlerde yer alan kısıtlar, fabrika bazında değerlendirilmesi gereken ATM'ler ve masse türleri bünyesinde özelleştirilmiştir. Bu

doğrultuda Kasım ayına ait ATM 36 için örneklenen matematiksel modelin özelleştirilmiş kısıtları Tablo 2'de verilmiştir. Tablo 2'de yer alan kısıtlar dizini ATM 40, ATM65-1, ATM 65-2, ATM 52 ve ATM 140 için de yazılmalıdır.

Ayrıca, kojenerasyon tesislerinin çalıştırılacağı günlerin belirlenebilmesi için Denklem (4)'te verilmiş olan 0-1 kısıdı ile bir önceki aydan kalan masse miktarı negatif olamayacağı için Denklem (5)'te verilmiş olan işaret kısıdı eklenmiştir.

$$X_{ij} \in \{0, 1\} \quad (4)$$

$$I_i \geq 0 \quad \forall i \quad (5)$$

Matematiksel modelin, Excel VBA'da oluşturulan karar destek sisteminde çalıştırılması ile minimum maliyet ve optimum gün sayısı ile kojenerasyon tesislerinin çalıştırılacağı günler 0-1 atamalarıyla belirlenmiştir. Butonlar yardımıyla kısa sürede kojenerasyon tesislerinin çalışıp-çalışmama kararına 0-1 değerleriyle ulaşılmıştır.

Kojenerasyon tesislerinin çalışması gereken günlerin belirlenmesinin ardından tesislerde üretilen elektriğin dışarıdan alım ya da kojenerasyon tesislerinde üretim kararlarından az maliyetli olan kararın seçimi yapılmıştır.

Tablo 3'te 1. Fabrikaya ait olan ATM 36 ve ATM 40 kurutucularının makro çalıştırılmasıyla elde edilen çalışmalarından ilk güne ait maliyet hesaplamaları görülmektedir. ATM 36 çalıştırılacak ise kurutabileceği masse miktarı 200 ton/gün, ATM 40 için bu değer 210 ton/gün olacaktır. Firmadan alınan "1 ton masse üretimi için 43 Sm³ doğalgaz kullanılmaktadır" bilgisi ile ATM 36 ve ATM 40 için doğalgaz ihtiyaçları "Doğalgaz (Sm³)" başlığı altında hesaplanmıştır. "Co-Gen Tüketim" başlığı altında ise toplam doğalgaz ihtiyacı elde edilmiştir.

Firmadan alınan "1 Sm³ doğalgazdan 2,8 KW elektrik enerjisi elde edilmektedir" ve "Co-Gen çalışması sırasında kullanılan doğalgaz miktarının yarısı kadar sıcak hava açığa çıkmaktadır" bilgileri ile Co-Gen Çıktıları olan Elektrik ve Isı miktarları "Co-Gen Çıktıları" başlığında hesaplanmıştır. Kojenerasyon tesislerindeki doğalgaz ihtiyacı dışında firmanın proseslerinde de doğalgaza ihtiyaç duymaktadır. İlgili ihtiyaç değeri toplam doğalgaz ihtiyacından Kojenerasyon tesisinden elde edilen ısı miktarının çıkarılmasıyla bulunmaktadır.

Tablo 2
ATM 36'ya Ait Kısıtlar Dizini

| $I_{(i-1)} + X_{ij} * Z_j - Y_{in} \leq W_j \quad \forall i, j=1, n=2$ | $I_{(i-1)} + X_{ij} * Z_j - Y_{in} \geq 0 \quad \forall i, j=1, n=2$ |
|--|--|
| $0 + X_{11} * 200 - 104,4 \leq 700$ | $0 + X_{11} * 200 - 104,4 \geq 0$ |
| $I_{(2-1)} + X_{21} * 200 - 75,4 \leq 700$ | $I_{(2-1)} + X_{21} * 200 - 75,4 \geq 0$ |
| $I_{(3-1)} + X_{31} * 200 - 76,1 \leq 700$ | $I_{(3-1)} + X_{31} * 200 - 76,1 \geq 0$ |
| $I_{(4-1)} + X_{41} * 200 - 76,1 \leq 700$ | $I_{(4-1)} + X_{41} * 200 - 76,1 \geq 0$ |
| $I_{(5-1)} + X_{51} * 200 - 76,1 \leq 700$ | $I_{(5-1)} + X_{51} * 200 - 76,1 \geq 0$ |
| $I_{(6-1)} + X_{61} * 200 - 101,2 \leq 700$ | $I_{(6-1)} + X_{61} * 200 - 101,2 \geq 0$ |
| $I_{(7-1)} + X_{71} * 200 - 101,2 \leq 700$ | $I_{(7-1)} + X_{71} * 200 - 101,2 \geq 0$ |
| $I_{(8-1)} + X_{81} * 200 - 70,3 \leq 700$ | $I_{(8-1)} + X_{81} * 200 - 70,3 \geq 0$ |
| $I_{(9-1)} + X_{91} * 200 - 40,0 \leq 700$ | $I_{(9-1)} + X_{91} * 200 - 40,0 \geq 0$ |
| $I_{(10-1)} + X_{101} * 200 - 32,9 \leq 700$ | $I_{(10-1)} + X_{101} * 200 - 32,9 \geq 0$ |
| $I_{(11-1)} + X_{111} * 200 - 32,9 \leq 700$ | $I_{(11-1)} + X_{111} * 200 - 32,9 \geq 0$ |
| $I_{(12-1)} + X_{121} * 200 - 56,3 \leq 700$ | $I_{(12-1)} + X_{121} * 200 - 56,3 \geq 0$ |
| $I_{(13-1)} + X_{131} * 200 - 18,8 \leq 700$ | $I_{(13-1)} + X_{131} * 200 - 18,8 \geq 0$ |
| $I_{(14-1)} + X_{141} * 200 - 77,4 \leq 700$ | $I_{(14-1)} + X_{141} * 200 - 77,4 \geq 0$ |
| $I_{(15-1)} + X_{151} * 200 - 77,4 \leq 700$ | $I_{(15-1)} + X_{151} * 200 - 77,4 \geq 0$ |
| $I_{(16-1)} + X_{161} * 200 - 77,4 \leq 700$ | $I_{(16-1)} + X_{161} * 200 - 77,4 \geq 0$ |
| $I_{(17-1)} + X_{171} * 200 - 77,4 \leq 700$ | $I_{(17-1)} + X_{171} * 200 - 77,4 \geq 0$ |
| $I_{(18-1)} + X_{181} * 200 - 77,4 \leq 700$ | $I_{(18-1)} + X_{181} * 200 - 77,4 \geq 0$ |
| $I_{(19-1)} + X_{191} * 200 - 77,4 \leq 700$ | $I_{(19-1)} + X_{191} * 200 - 77,4 \geq 0$ |
| $I_{(20-1)} + X_{201} * 200 - 77,4 \leq 700$ | $I_{(20-1)} + X_{201} * 200 - 77,4 \geq 0$ |
| $I_{(21-1)} + X_{211} * 200 - 75,6 \leq 700$ | $I_{(21-1)} + X_{211} * 200 - 75,6 \geq 0$ |
| $I_{(22-1)} + X_{221} * 200 - 75,6 \leq 700$ | $I_{(22-1)} + X_{221} * 200 - 75,6 \geq 0$ |
| $I_{(23-1)} + X_{231} * 200 - 75,6 \leq 700$ | $I_{(23-1)} + X_{231} * 200 - 75,6 \geq 0$ |
| $I_{(24-1)} + X_{241} * 200 - 75,6 \leq 700$ | $I_{(24-1)} + X_{241} * 200 - 75,6 \geq 0$ |
| $I_{(25-1)} + X_{251} * 200 - 37,7 \leq 700$ | $I_{(25-1)} + X_{251} * 200 - 37,7 \geq 0$ |
| $I_{(26-1)} + X_{261} * 200 - 12,6 \leq 700$ | $I_{(26-1)} + X_{261} * 200 - 12,6 \geq 0$ |
| $I_{(27-1)} + X_{271} * 200 - 116,0 \leq 700$ | $I_{(27-1)} + X_{271} * 200 - 116,0 \geq 0$ |
| $I_{(28-1)} + X_{281} * 200 - 116,0 \leq 700$ | $I_{(28-1)} + X_{281} * 200 - 116,0 \geq 0$ |
| $I_{(29-1)} + X_{291} * 200 - 116,0 \leq 700$ | $I_{(29-1)} + X_{291} * 200 - 116,0 \geq 0$ |
| $I_{(30-1)} + X_{301} * 200 - 116,0 \leq 700$ | $I_{(30-1)} + X_{301} * 200 - 116,0 \geq 0$ |

Tablo 3
Maliyet Hesaplaması-1

| ATM36 | ATM40 | Doğalgaz (Sm ³) | | Co-Gen Tüketim Doğalgaz (Sm ³) | Co-Gen Çıktıları | | Prosesteki Doğalgaz İhtiyacı (Sm ³) |
|-------|-------|-----------------------------|------------------|--|----------------------|------------------------|---|
| | | ATM 36 | ATM 40 | | Elektrik (Kwh) | Isı (Sm ³) | |
| 200 | 210 | 200*43 = 8600 | 210*43 = 9030 | 8600 + 9030 = 17630 | 17630*2,8 = 49364 | 17630*0,5 = 8815 | 17630-8815 = 8815 |

İzleyen Tablo 4'te elektriğin kojenerasyon tesislerinde üretimi sonucu oluşacak maliyet değeri ve dışarıdan alınması sonucu oluşacak maliyet değerleri görülmektedir. Verilmesi gereken karar ise minimum maliyete sahip olan karardır.

İlgili örnekte dışarıdan elektrik alınırsa firmanın 46624 TL'lik bir maliyete, kojenerasyon tesislerinde üretilmesi durumunda ise 42910 TL'lik maliyete katlanması gerekmektedir. 1. Fabrika için verilen karar "*Elektriği Co-Gen 1 Tesisinde Üretmek Daha*

Kârlı Olacaktır." şeklinde kullanıcının karşısına çıkmaktadır.

Matematiksel modelin, Excel VBA' da makro halini almasıyla birlikte kojenerasyon tesislerinin optimum gün sayısında çalışması sağlanmıştır. Buton yardımıyla elde edilen sonuçlar tekrar bir buton yardımıyla anlatımı gerçekleştirilen maliyet hesaplamalarıyla ilgili ayın her günü için verilmesi gereken karara kullanıcıyı hızlı bir şekilde ulaştırmaktadır.

Tablo 4
Maliyet Hesaplaması-2

| Proses Maliyet (TL) | Enerji Maliyet (TL) | Co-Gen Toplam Maliyet (TL) | Dışarıdan Elektrik Alınırsa Oluşacak Maliyet (TL) | Verilmesi Gereken Karar |
|--------------------------|----------------------------|---------------------------------|---|---|
| 8815*1,583 = 14009,68 | 17630*1,6393 = 28900,86 | 14009,68+28900,86 = 42910,54 | 49364*0,9445 = 46624 | <u>Elektriği Co-Gen 1 Tesisinde Üretmek Daha Kârlı Olacaktır.</u> |

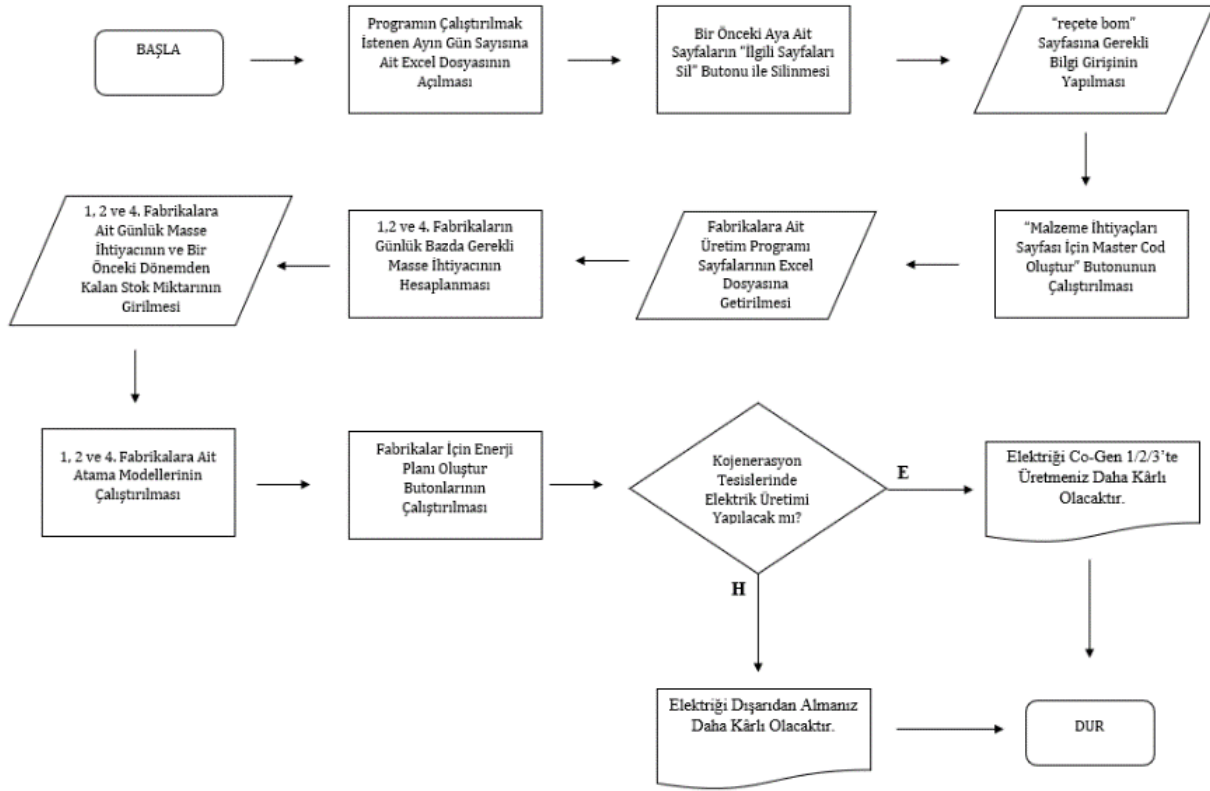
5.2 Karar Destek Sistem Tasarımı

Excel VBA programı kullanılarak oluşturulan karar destek sisteminde kullanıcı ilk olarak Excel dosyalarının bulunduğu bir klasörü açmakla kullanıcı yolculuğuna başlayacaktır. Klasörde yer alan Excel dosya isimleri aşağıda sıralanmıştır:

- ❖ Gün sayısının 28 olan aylar için,
- ❖ Gün sayısının 29 olan aylar için,
- ❖ Gün sayısının 30 olan aylar için,
- ❖ Gün sayısının 31 olan aylar için,

Kullanıcı programı çalıştırmak istediği ayın gün sayısı doğrultusunda ilgili Excel dosyasına girerek işlemlerini gerçekleştirebilecektir. Çalışmanın kalan kısmında Kasım 2019 için hazırlanmış format üzerinden anlatımlar yapılacaktır.

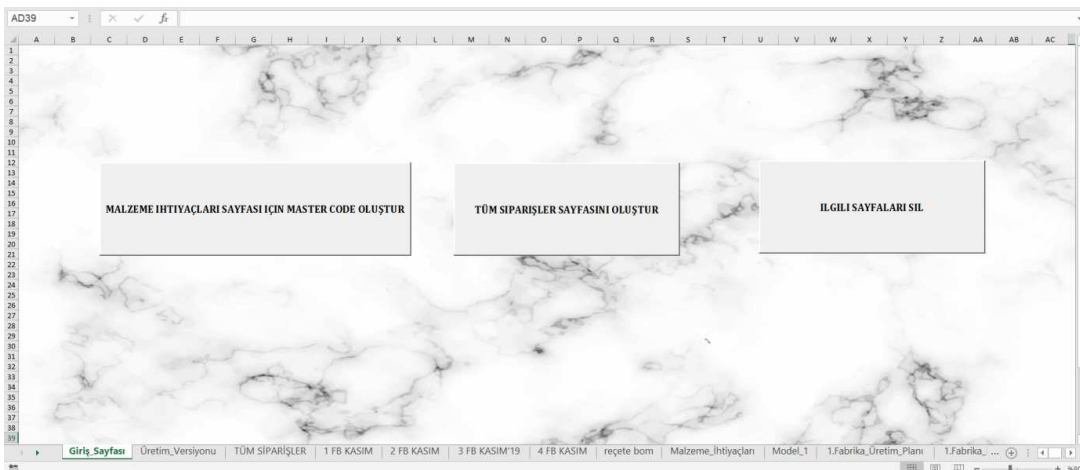
Şekil 6'da, geliştirilen karar destek sistemine ilişkin akış şeması yer almaktadır. Akış şemasında da görüldüğü üzere kullanıcı ilgili Excel dosyasına giriş yapmasıyla beraber gerekli veri girişlerini yaparak fabrikalar için doğru karara hızlı bir şekilde ulaşabilecektir.



Şekil 6. Karar Destek Sistemi Genel Akış Şeması

Kullanıcının ilgili Excel dosyasına girmesinin ardından karşılaşıcağı Giriş Sayfası Şekil 7’de verilmiştir. Giriş Sayfasında yer alan “Tüm Siparişler Sayfasını Oluştur” butonu ile dört fabrikaya ait üretim programları “Tüm Siparişler” sayfasında birleştirilerek daha düzenli bir görünümün elde

edilmesi hedeflenmiştir. “İlgili Sayfaları Sil” butonu sayesinde kullanıcı önceki ay için oluşturulmuş sayfaları silerek gelecek ay için kodu çalıştırmaya devam edebilecektir. İlgili butonlar Şekil 7’de gösterilmiştir.



Şekil 7. Karar Destek Sistemi Kullanıcı Giriş Sayfası

Giriş yapılan bu Excel dosyasında bulunan alt Excel sayfaları şunlardır:

- *Üretim versiyonu*: Fabrikaya ait bant ve fırınlara ilişkin üretim versiyonlarının bulunduğu sayfadır.

- *Tüm siparişler*: Dört fabrikaya ait üretim programlarının tek format olarak toplandığı sayfadır.

- *1FB Kasım; 2FB Kasım; 3FB Kasım veya 4FB Kasım* (1, 2, 3 veya 4. fabrikalar için üretim verileri): Firma tarafından Excel dosyasına getirilecek olan 1-2-3 veya 4. fabrikanın üretim programını içeren sayfalardır.

- *Reçete bom*: Fabrikada üretimi gerçekleştirilen masselerin reçetelerinde bulunan hammadelerin listesini içeren büyük veri grubunun bulunduğu sayfadır.

- *Malzeme ihtiyaçları*: Reçete bom sayfasında yer alan büyük veri grubunun filtrelenmesi ve Master Code oluşturulmasıyla elde edilen sayfadır.

- *Model 1, Model 2 ve Model 4*: 1. 2. ve 4. fabrikalara ait ATM'lerin hangi günler çalıştırılması gerektiği sonucunun kısıtlar doğrultusunda elde edildiği sayfalardır.

- *1., 2. ve 4. Fabrikalar İçin Üretim Planı Sayfaları*: "Tüm Siparişler" sayfasından yararlanılarak elde edilmiş olan günlük masse ihtiyaçlarının belirlendiği sayfalardır.

Firma bünyesinde yer alan dört fabrika için günlük bazda üretim programları, Excel'de farklı sayfalarda firma tarafından planlanmaktadır. Kullanıcı üretim programlarını bu Excel dosyasına getirerek "Tüm Siparişler Sayfasını Oluştur" butonunu çalıştırabilecektir.

Firma bünyesindeki dört fabrikaya ait üretim programları "Tüm Siparişler" sayfasında birleştirilerek tüm üretim planının tek formatta görünümü elde edilmiştir. "Tüm Siparişler" sayfası giriş sayfasında yer alan "Tüm Siparişler Sayfasını Oluştur" butonu yardımıyla oluşturulmaktadır. İlgili sayfada üretimin gerçekleşeceği fabrika numarası, bant numarası, tarih, üretilecek olan mamul, üretim versiyonu, karonun ebatları, mamulün tanımı, ihraç edileceği ülke, net üretim miktarı, brüt üretim miktarları, üretim başlangıç, vardiya başlangıç, üretim bitiş, bitiş vardiyası, masse bileşen, masse bileşen tanımı ve bileşen ihtiyacı verileri yer almaktadır. Tüm Siparişler sayfasına Ek-1'de yer verilmiştir.

Şekil 7'de yer alan "Malzeme İhtiyaçlar Sayfası İçin Master Code" oluştur butonu ile kullanıcı, ilgili ay için yine ilgili fabrikada üretimi gerçekleştirilen masselerin reçetelerinde bulunan hammadelerin listesini içeren büyük veri grubunun bulunduğu sayfa olan "reçete bom" sayfasında filtreleme işlemlerini yaparak "Malzeme İhtiyaçları Sayfası"na aktararak Şekil 8'de yer alan Master Code "Malzeme" ve "Üretim Versiyonları" için birleştirme işlemini yapabilmektedir. Bunu yapmaktaki amaç masse bileşen, masse bileşen tanım ve bileşen ihtiyacı sütunlarını ilgili ürün için "Tüm Siparişler" sayfasına eksiksiz olarak getirebilmektir.

| | A | B | C | D |
|----|--------------|----------|---------------------|------------------|
| | Master Cod | Malzeme | Malzeme kısa m | Üretim versiyonu |
| 1 | | | | |
| 2 | D10070.6TRVK | D10070.6 | 10X10 GLOSSY TRVK | |
| 3 | D10073.6TRVK | D10073.6 | 10X10 GLOSSY TRVK | |
| 4 | D10564.6TRVK | D10564.6 | 10X30 GLOSSY TRVK | |
| 5 | D10592.6TRVK | D10592.6 | 10X30 MAT WHI TRVK | |
| 6 | D11134.6TRVK | D11134.6 | 7.5X15 KING METRVK | |
| 7 | D11306.61FV2 | D11306.6 | 30X60 HELENA 1FV2 | |
| 8 | D11308.61FV2 | D11308.6 | 30X60 HELENA 1FV2 | |
| 9 | D11309.61FV2 | D11309.6 | 30X60 HELENA 1FV2 | |
| 10 | D13008.61FV2 | D13008.6 | 20X60 NORA WI 1FV2 | |
| 11 | D13009.61FV2 | D13009.6 | 20X60 FLOW WI 1FV2 | |
| 12 | D13010.61FV2 | D13010.6 | 20X60 SEVILLA 1FV2 | |
| 13 | D13011.61FV2 | D13011.6 | 20X60 SEVILLA 1FV2 | |
| 14 | D13012.61FV2 | D13012.6 | 20X60 FLOW GL 1FV2 | |
| 15 | D13017.61FV2 | D13017.6 | 20X60 NORA GL 1FV2 | |
| 16 | D16310.Y1FV2 | D16310.Y | 30 6X61 ULTRA 1FV2 | |
| 17 | D16332.11FV2 | D16332.1 | 30X60 LUPUS G 1FV2 | |
| 18 | D16420.11FV2 | D16420.1 | 30X60 POSEIDC 1FV2 | |
| 19 | D16495.6TRVS | D16495.6 | 10X20 KING ME TRVS | |
| 20 | D17500.Y1FV2 | D17500.Y | 30 6X61 HUDSO 1FV2 | |
| 21 | D17501.Y1FV2 | D17501.Y | 30 6X61 HUDSO 1FV2 | |
| 22 | D19207.11FV2 | D19207.1 | 30X60 ESPERAI 1FV2 | |
| 23 | D19209.11FV2 | D19209.1 | 30X60 INKA SIY 1FV2 | |
| 24 | D19712.11FV2 | D19712.1 | 30X60 RIGEL PL 1FV2 | |
| 25 | D19715.11FV2 | D19715.1 | 30X60 RIGEL TU 1FV2 | |
| 26 | D19833.6TRVK | D19833.6 | 10X30 GLOSSY TRVK | |
| 27 | D19840.6TRVK | D19840.6 | 10X30 MAT RAL TRVK | |
| 28 | D19841.6TRVK | D19841.6 | 10X30 MAT RAL TRVK | |
| 29 | D19848.6TRVK | D19848.6 | 10X30 MAT RAL TRVK | |
| 30 | D19880.6TRVK | D19880.6 | 10X30 GLOSSY TRVK | |
| 31 | S10012.Y4FV1 | S10012.Y | 61.1X61.1 ARES4FV1 | |
| 32 | S10681.12FV1 | S10681.1 | 45X45 POSEIDC2FV1 | |
| 33 | S10848.32FV1 | S10848.3 | 30X60 ANTICO 2FV1 | |
| 34 | S10856.64FV1 | S10856.6 | 30X60 CLASSIC 4FV1 | |
| 35 | S10857.62FV1 | S10857.6 | 30X60 CLASSIC 2FV1 | |
| 36 | S10875.12FV1 | S10875.1 | 30X60 FAGGIO 2FV1 | |

Şekil 8. Excel- Malzeme İhtiyaçları Sayfası

Excel dosyasında yer alan "Üretim Versiyonu" Sayfasında Fabrika, Bant ve Fırınlara ait Üretim Versiyonları mevcuttur. Bu bilgileri "Tüm Siparişler" Sayfasını oluştururken yer alan Üretim Versiyonu isimli sütuna ilgili Fabrika ve Bant numarasına uygun olarak Üretim Versiyonlarını getirebilmek için hazırlanmış bir sayfadır. Üretim Versiyonu sayfasına Şekil 9'da yer verilmiştir.

| | Fabrika | Bant | Fırın | Versiyon |
|----|---------|------|---------|----------|
| 11 | 1 | 1 | 1.Fırın | 1FV1 |
| 12 | 1 | 2 | 1.Fırın | 1FV1 |
| 13 | 1 | 3 | 2.Fırın | 1FV1 |
| 14 | 1 | 4 | 2.Fırın | 1FV1 |
| 15 | 1 | 5 | 3.Fırın | 1FV2 |
| 16 | 1 | 6 | 3.Fırın | 1FV2 |
| 17 | 1 | 7 | 4.Fırın | 1FV2 |
| 18 | 1 | 8 | 4.Fırın | 1FV2 |
| 21 | 2 | 1 | 1.Fırın | 2FV1 |
| 22 | 2 | 2 | 1.Fırın | 2FV1 |
| 23 | 2 | 3 | 2.Fırın | 2FV1 |
| 24 | 2 | 4 | 2.Fırın | 2FV1 |
| 25 | 2 | 5 | 3.Fırın | 2FV1 |
| 26 | 2 | 6 | 3.Fırın | 2FV1 |
| 27 | 2 | 7 | 4.Fırın | 2FV1 |
| 28 | 2 | 8 | 4.Fırın | 2FV1 |
| 41 | 4 | 1 | 1.Fırın | 4FV1 |
| 42 | 4 | 2 | 2.Fırın | 4FV1 |
| 31 | 3 | 1 | Kemac | TRVK |
| 32 | 3 | 2 | Sacmı | TRVS |
| 33 | 3 | 3 | Modena | TRVM |

Şekil 9. Excel- Üretim_Versiyonu Sayfası

İzleyen bölümlerde firma bünyesindeki fabrikalar için oluşturulan atama modelleri ve kullanılacak enerji planının seçimi için (kojenerasyon sistemi kullanımı veya dış alım kararı için) karar destek sistemi uygulamaları anlatılmaktadır. Firmada, 3. Fabrikaya herhangi bir ATM bağlantısı bulunmamaktadır. Bu nedenle kullanılacak enerji planı seçimleri Fabrika 1, 2 ve 4 için gerçekleştirilmiştir.

5.2.1 Birinci Fabrika İçin Atama Modeli ve Enerji Planı

Makro yardımıyla oluşturulan "Tüm Siparişler" sayfasında yer alan 1. Fabrikaya ait veriler "1. Fabrika Üretim Planı" sayfasına getirilmekte olup gün bazında Yer Karosu ve Duvar Karosu için günlük masse ihtiyacı hesaplanmıştır. İlgili sayfaya Ek-2'de yer verilmiştir.

"Model 1" sayfasında yer alan bilgiler ve kısıtlar aşağıda tanımlanmış olup ilgili alana ait görsel Şekil 10'da sunulmuştur. "Model 1" Excel sayfası bir bütün olarak Ek-3'te gösterilmiştir.

- ❖ 1. Fabrikada 'ATM 36' ve 'ATM 40' yer almakta olup bu ATM'ler sadece Co-Gen 1'den sıcak hava almaktadır.

- ❖ 'ATM 36' saatte 9 ton, 'ATM 40' saatte 9,5 ton masse kurutabilmektedir.
- ❖ 'ATM 36' Duvar Karosu massesi kurutmada, 'ATM 40' Yer Karosu massesi kurutmada aktif olarak çalıştırılmaktadır.
- ❖ 'ATM 36' ve 'ATM 40'ın silo kapasitesi 700 ton masse alabilecek kapasiteye sahiptir.
- ❖ 'ATM 36' günde 200 ton, 'ATM 40' günde 210 ton masse kurutabilmektedir.
- ❖ Proseste kullanılan doğalgaz maliyeti, Co-Gen kullanımında oluşacak birim maliyet ve elektrik birim fiyatı yer almaktadır.
- ❖ Co-Gen 1 tesisinin elektrik üretim kapasitesi 84000 KWh'dir.

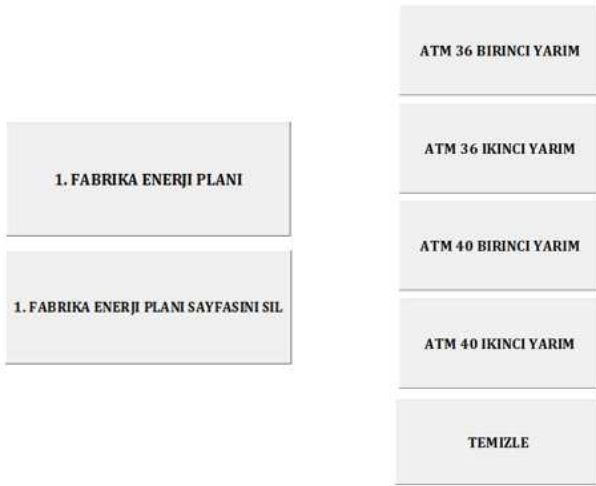
| | A | B | C |
|----|------------------------------|------------------------------|--------------------------|
| 1 | | | |
| 2 | Spray Dry | ATM36 | ATM40 |
| 3 | Co-Gen 1 | 1 | 1 |
| 4 | | | |
| 5 | | ATM36 | ATM40 |
| 6 | | ton/saat | ton/saat |
| 7 | 1.Fabrika | 9 | 9,5 |
| 8 | | | |
| 9 | | ATM36 | ATM40 |
| 10 | | ton | ton |
| 11 | YK | 0 | 700 |
| 12 | DK | 700 | 0 |
| 13 | | | |
| 14 | Spray Dry | ATM36 | ATM40 |
| 15 | YK | 0 | 1 |
| 16 | DK | 1 | 0 |
| 17 | | | |
| 18 | Masse Kapasitesi (ton/gün) | ATM 36 | ATM 40 |
| 19 | 1.Fabrika | 200 | 210 |
| 20 | | | |
| 21 | Proses (TL/Sm ³) | Co-Gen (TL/Sm ³) | Elektrik Fiyatı (TL/KWh) |
| 22 | 1,5893 | 1,6393 | 0,9445 |
| 23 | | | |
| 24 | Co-Gen 1 Kapasitesi (KW/gün) | 84000 | |
| 25 | | | |

Şekil 10. "Model 1" e Ait Bilgilerin Excel Görünümü

Yukarıda yer alan bilgiler doğrultusunda "1.Fabrika Üretim Planı" sayfasında yer alan günlük masse ihtiyacı "Model 1" sayfasındaki Değişken bölümüne getirilerek kısıtların ilk aşamasına geçiş sağlanmaktadır. Bu noktada kullanıcının, ikinci bir değişken olan bir önceki aydan kalan Yer Karosu masse ve Duvar Karosu masse stok miktarını ilgili hücrelere girmesi gerekmektedir. Fabrikada aylık olarak değişen bu verilerin girilmesinin ardından atama modelinin çalıştırılması için oluşturulan kısıtlar aşağıda açıklanmıştır. Açıklanan bölümlerin Excel görünümü Şekil 11'de verilmiştir.

Butonların *Birinci Yarım* ve *İkinci Yarım* şeklinde ayrılması, firmanın 15 günlük periyotlarla süreçlerini daha sağlıklı kontrol edebilmelerini sağlamaları için tasarlanmıştır.

- ❖ **Temizle:** 0-1 atamalarının yapıldığı mavi alanın bir sonraki ay için temizlenmesini sağlamaktadır.
- ❖ **1. Fabrika Enerji Planı:** Kullanıcının bu butonu çalıştırması ile Co-Gen üretim veya dışarıdan elektrik alım kararının alınması için gerekli işlemleri yaparak verilen kararı görecektir.
- ❖ **1. Fabrika Enerji Planı Sayfasını Sil:** Kullanıcı bu buton ile enerji plan sayfasını silerek bir sonraki ay için programı kullanmaya devam edebilecektir.



Şekil 12. Model 1 için Buton Görünümleri

Kullanıcının *1. Fabrika Enerji Planı Butonunu* çalıştırması ile karşısına çıkacak olan sayfa olan '1. Fabrika Enerji Planı' sayfasında yer alan bilgiler aşağıda sıralanmıştır. '1. Fabrika Enerji Planı' Excel sayfası Ek-4'te sunulmuştur.

- ❖ "Tarih" sütunu "Model 1" sayfasından getirilmektedir. Burada ilk tarihin bir önceki ayın son gününün olmasının sebebi masselerin silolarda 24 saat boyunca dinlendirilmesinin ardından üretimde kullanılmasından dolayıdır. Üretim planında 1 Kasım'da firmanın elinde

olması gereken masseyi 31 Ekim'de kurutulması gerektiğini ifade etmektedir.

- ❖ *ATM 36* ve *ATM 40* sütunlarının altında 0-1 atamasının yapılmasının ardından Model 1 sayfasında yer alan Masse Miktarı (ton/gün) Kısıtı *ATM36* ve Masse Miktarı (ton/gün) Kısıtı *ATM40* sütunlarının altında oluşan değerler getirilmektedir.
- ❖ Firmadan alınan "1 ton masse için 43 Sm³ doğalgaz harcanmaktadır" bilgisi ile *ATM 36* ve *ATM 40* için gerekli doğalgaz miktarlarının hesabı "Doğalgaz İhtiyacı (Sm³)" sütunu altında yapılmıştır.
- ❖ "Co-Gen Tüketim" başlığı altına ilgili gün için *ATM 36* ve *ATM 40* için gerekli doğalgaz miktarlarının toplamı getirilmiştir.
- ❖ Firmadan alınan "1 Sm³ doğalgazdan 2,8 KWh elektrik ve 0,5 Sm³lük ısı elde edilmektedir" bilgisi ile "Co-Gen Çıktıları" başlığı altında açığa çıkacak olan Elektrik ve Isı miktarları gerekli formüller ile getirilmektedir.
- ❖ "Prosesteki Doğalgaz İhtiyacı (Sm³)" başlığı altında firmanın prosesi için gerekli doğalgaz ihtiyacı, Co-Gen tüketimi altında yer alan doğalgaz ihtiyacından Co-Gen Çıktıları başlığı altında yer alan Isı değerinin çıkarılmasıyla hesaplanmıştır.

Anlatımı gerçekleştirilen hesaplamalara ait Excel sayfası Şekil 13'te gösterilmiştir.

- ❖ Proses maliyeti, prosesteki doğalgaz ihtiyacı değeri ile ilgili maliyetin çarpılmasıyla elde edilmiştir.
- ❖ Enerji Maliyet, Co-Gen Tüketim başlığı altında yer alan doğalgaz ihtiyacı ve ilgili birim fiyatın çarpılması ile elde edilmiştir. Karar destek sisteminde yapılan maliyet hesaplamalarına Şekil 14'te verilmiştir.

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
|----|-------|-------|-------|--------------------------------------|------------------------------|-----------------------------|------------------|------------------------|---|
| 1 | | | | Proses (TL/Sm ³) | Co-Gen (TL/Sm ³) | Elektrik Fiyatı (TL/KWh) | | | |
| 2 | | | | 1,5893 | 1,6393 | 0,9445 | | | |
| 3 | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | |
| 5 | | | | ATM36 | ATM40 | Co-Gen Tüketim | Co-Gen Çıktıları | | |
| 6 | Tarih | ATM36 | ATM40 | Doğalgaz İhtiyacı (Sm ³) | Doğalgaz (Sm ³) | Doğalgaz (Sm ³) | Elektrik (KWh) | Isı (Sm ³) | Prosesteki Doğalgaz İhtiyacı (Sm ³) |
| 7 | 31.10 | 200 | 210 | 8600 | 9030 | 17630 | 49364 | 8815 | 8815 |
| 8 | 1.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | 2.11 | 200 | 210 | 8600 | 9030 | 17630 | 49364 | 8815 | 8815 |
| 10 | 3.11 | 200 | 0 | 8600 | 0 | 8600 | 24080 | 4300 | 4300 |
| 11 | 4.11 | 200 | 210 | 8600 | 9030 | 17630 | 49364 | 8815 | 8815 |
| 12 | 5.11 | 200 | 0 | 8600 | 0 | 8600 | 24080 | 4300 | 4300 |
| 13 | 6.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14 | 7.11 | 0 | 210 | 0 | 9030 | 9030 | 25284 | 4515 | 4515 |
| 15 | 8.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16 | 9.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17 | 10.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18 | 11.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19 | 12.11 | 0 | 210 | 0 | 9030 | 9030 | 25284 | 4515 | 4515 |
| 20 | 13.11 | 200 | 0 | 8600 | 0 | 8600 | 24080 | 4300 | 4300 |
| 21 | 14.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22 | 15.11 | 0 | 210 | 0 | 9030 | 9030 | 25284 | 4515 | 4515 |
| 23 | 16.11 | 200 | 0 | 8600 | 0 | 8600 | 24080 | 4300 | 4300 |
| 24 | 17.11 | 200 | 210 | 8600 | 9030 | 17630 | 49364 | 8815 | 8815 |
| 25 | 18.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 | 19.11 | 0 | 210 | 0 | 9030 | 9030 | 25284 | 4515 | 4515 |
| 27 | 20.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 28 | 21.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 29 | 22.11 | 200 | 210 | 8600 | 9030 | 17630 | 49364 | 8815 | 8815 |
| 30 | 23.11 | 200 | 0 | 8600 | 0 | 8600 | 24080 | 4300 | 4300 |
| 31 | 24.11 | 200 | 0 | 8600 | 0 | 8600 | 24080 | 4300 | 4300 |
| 32 | 25.11 | 200 | 210 | 8600 | 9030 | 17630 | 49364 | 8815 | 8815 |
| 33 | 26.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 34 | 27.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 35 | 28.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 36 | 29.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Şekil 13. 1. Fabrika Enerji Planı Sayfasında Yer Alan Hesaplamalar

| Proses Maliyet (TL) | Enerji Maliyeti (TL) | Co-Gen Toplam Maliyet | Dışarıdan Elektrik Alınırsa Oluşacak Maliyet |
|---------------------|----------------------|-----------------------|--|
| 14009,6795 | 28900,859 | 42910,5385 | 46624,298 |
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14009,6795 | 28900,859 | 42910,5385 | 46624,298 |
| 6833,99 | 14097,98 | 20931,97 | 22743,56 |
| 14009,6795 | 28900,859 | 42910,5385 | 46624,298 |
| 6833,99 | 14097,98 | 20931,97 | 22743,56 |
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7175,6895 | 14802,879 | 21978,5685 | 23880,738 |
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7175,6895 | 14802,879 | 21978,5685 | 23880,738 |
| 6833,99 | 14097,98 | 20931,97 | 22743,56 |
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7175,6895 | 14802,879 | 21978,5685 | 23880,738 |
| 6833,99 | 14097,98 | 20931,97 | 22743,56 |
| 14009,6795 | 28900,859 | 42910,5385 | 46624,298 |
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7175,6895 | 14802,879 | 21978,5685 | 23880,738 |
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14009,6795 | 28900,859 | 42910,5385 | 46624,298 |
| 6833,99 | 14097,98 | 20931,97 | 22743,56 |
| 6833,99 | 14097,98 | 20931,97 | 22743,56 |
| 14009,6795 | 28900,859 | 42910,5385 | 46624,298 |
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 |

Şekil 14. Karar Destek Sisteminde Maliyet Hesaplamaları

“Model 4” Excel sayfasında yer alan butonlar ve işlevleri aşağıda tanımlanmıştır:

- ❖ **ATM 140 Birinci Yarım:** Bu buton yardımıyla ATM 140'ta ilgili ayın ilk 15 günlük kısmı için üretim planı ve kapasite sınırı doğrultusunda hangi günler masse kurutma işleminin yapılması gerektiği sonuçlarına 0-1 atamalarıyla ulaşılmaktadır.
- ❖ **ATM 140 İkinci Yarım:** Bu buton yardımıyla ATM 140'ta ilgili ayın son 15 günlük kısmı için üretim planı ve kapasite sınırı doğrultusunda hangi günler masse kurutma işleminin yapılması gerektiği sonuçlarına 0-1 atamalarıyla ulaşılmaktadır.
- ❖ **Temizle:** 0-1 atamalarının yapıldığı mavi alanın gelecek ay için temizlenmesini sağlamaktadır.
- ❖ **4. Fabrika Enerji Planı:** Kullanıcı bu buton ile Co-Gen üretim veya dışarıdan elektrik alım kararında hangi kararı uygulaması sonucunda daha kârlı olacağını görecektir.
- ❖ **4. Fabrika Enerji Planı Sayfasını Sil:** Kullanıcı bu buton ile enerji plan sayfasını silerek bir sonraki ay için devam edebilecektir.

Kullanıcının "4. Fabrika Enerji Planı" butonuna tıklaması ile karşısına gelecek olan sayfa Ek-7'de gösterilmiştir. 4. Fabrika Enerji Planı sayfasında yer alan bilgiler aşağıda açıklanmıştır:

- ❖ “Tarih” sütunu “Model 4” sayfasından getirilmektedir.
- ❖ ATM 140 başlığı altında 0-1 atamasının yapılmasının ardından Model 4 sayfasında yer alan Masse Miktarı (ton/gün) Kısıtı ATM 140 sütununda oluşan değerler getirilmektedir.
- ❖ Firmadan alınan “1 ton masse için 43 Sm³ doğalgaz harcanmaktadır” bilgisi ile ATM 140 için gerekli doğalgaz miktarlarının hesabı “Doğalgaz İhtiyacı (Sm³)” sütunu altında yapılmıştır.
- ❖ “Co-Gen Tüketim” başlığı altına ilgili gün için ATM 140 için gerekli doğalgaz miktarlarının toplamı getirilmiştir.
- ❖ Firmadan alınan “1 Sm³ doğalgazdan 2,8 KWh elektrik 0,5 Sm³’lük ısı elde edilmektedir” bilgisi ile “Co-Gen Çıktıları” başlığı altında açığa çıkacak olan Elektrik ve Isı verileri gerekli formüller ile getirilmektedir.
- ❖ “Prosesteki Doğalgaz İhtiyacı (Sm³)” başlığı altında firmanın prosesi için gerekli doğalgaz

ihtiyacı Co-Gen tüketimi altında yer alan doğalgaz ihtiyacından Co-Gen Çıktıları başlığı altında yer alan Isı değerinin çıkarılmasıyla hesaplanmıştır.

- ❖ Proses maliyeti, prosesteki doğalgaz ihtiyacı değeri ile ilgili maliyetin çarpılmasıyla elde edilmiştir.
- ❖ Enerji Maliyet, Co-Gen Tüketim başlığı altında yer alan doğalgaz ihtiyacı ile ilgili birim fiyatın çarpılması ile hesaplanmıştır.
- ❖ Sonuç olarak elektriğin Co-Gen’de üretilmesinin ardından oluşacak maliyet ve elektrik dışarıdan alınırsa oluşacak maliyetin hesaplanması ile karşılaştırma yapılmaktadır. Bu karşılaştırma sonucu “Verilmesi Gereken Karar” başlığı altında kârlı olan durum kullanıcıyla paylaşılmıştır.

5.2.3. İkinci Fabrika İçin Atama Modeli ve Enerji Planı

2. Fabrikanın 'ATM 65-1' ve 'ATM 65-2' Spray Dry'ları hem Co-Gen 2'den hem de Co-Gen 3'ten sıcak hava desteği almaktadır. 'ATM 140' sıcak hava ihtiyacını sadece Co-Gen 3'ten karşılayabildiği için Model 4, Model 2'den önce çalıştırılmaktadır ve bu sayede 'ATM 140'ın ihtiyacının karşılanmasının ardından Co-Gen 3 kapasitesi hâlâ yeterli ise 'ATM 65-1' ve 'ATM 65-2'ye de sıcak hava desteği vermektedir.

Makro yardımıyla oluşturulan “Tüm Siparişler” sayfasında yer alan 2. Fabrikaya ait veriler “2. Fabrika Üretim Planı” sayfasına getirilmekte olup gün bazında Yer Karosu ve Duvar Karosu için günlük masse ihtiyacı hesaplanmıştır. İlgili sayfa Ek-8'de verilmiştir.

“Model 2” sayfası Ek-9'da gösterilmiş ve sayfada yer alan bilgiler aşağıda sıralanmıştır:

- ❖ Co-Gen 2 'ATM 65-1' ve 'ATM 65-2' ve 'ATM 52'ye sıcak hava vermektedir.
- ❖ Co-Gen 3 'ATM 65-1' ve 'ATM 65-2'ye sıcak hava vermektedir.
- ❖ 'ATM 65-1' saatte 12,5 ton, 'ATM 65-2' saatte 12,5 ton 'ATM 52' ise 12,5 ton masse kurutabilmektedir.
- ❖ 'ATM 65-1' ve 'ATM 65-2' Yer Karosu massesi kurutmada, 'ATM 52' ise Duvar Karosu massesi kurutmada aktiftir.

- ❖ 'ATM 65-1' 720 ton, 'ATM 65-2' 750 ton ve 'ATM 52' 1080 ton silo kapasitesine sahiptir.
- ❖ 'ATM 65-1', 'ATM 65-2' ve 'ATM 52' günde 300 ton masse kurutabilmektedir.
- ❖ Proseste kullanılan doğalgaz maliyeti, Co-Gen kullanımında oluşacak birim maliyet ve elektrik birim fiyatı yer almaktadır.
- ❖ Co-Gen 2 maksimum elektrik üretimi 84000 KWh iken Co-Gen 3 maksimum elektrik üretimi 108000 KWh'dir.

Yukarıda yer alan bilgiler ile "2. Fabrika Üretim Planı" sayfasında yer alan günlük masse ihtiyacının "Model 2" sayfasındaki Değişken bölümüne getirilmesi ve bir önceki aydan kalan Yer Karosu masse ve Duvar Karosu masse stok miktarlarının ilgili hücrelere girilmesi ile atama modeli çalıştırılabilir hâle gelmiştir. Atama modelinde göz önünde bulundurulması gerekli kısıtlar ve "Model 2" sayfasındaki konumlarından aşağıda bahsedilmiştir:

- ❖ Günlük olarak hesaplanan silolardaki masse miktarlarının 'ATM 65-1' ve 'ATM 65-2' için toplamda 1470 tonu ATM 52 için ise 1080 tonu aşmayacak şekilde "Model 2" sayfasında "Silo Kapasitesi (ton) Kısıtı_ATM65-1 ve ATM65-2" ve Silo Kapasitesi (ton) Kısıtı_ATM 52 sütun başlıkları altında tanımlanmıştır.
- ❖ Günlük olarak hesaplanan silolardaki masse miktarlarının maksimum kapasiteyi aşamayacağı gibi 0'ın altında negatif bir değer almaması gerekmektedir. Bu kısıt Excel-Çözücüde tanımlanmıştır.
- ❖ Kısıtlar doğrultusunda 'ATM 65-1', 'ATM 65-2' veya 'ATM 52'nin çalıştırılma ya da çalıştırılmaması için 0-1 atamaları ile "Model 2" Excel sayfasındaki mavi alanda görülmektedir.

Kısıtların Excel-Çözücü'de tanımlanmasının ardından bu manuel işlem makro haline dönüştürülerek butonlara atanmıştır.

"Model 2" Excel sayfasında yer alan butonlar ve işlevleri aşağıda verilmiştir.

- ❖ **ATM 65-1 ve ATM65-2 Birinci Yarım:** Bu buton yardımıyla 'ATM 65-1' ve 'ATM 65-2'de ilgili ayın ilk 15 günlük kısmı için üretim planı ve kapasite sınırı doğrultusunda hangi günler masse

kurutma işleminin yapılması gerektiği sonuçlarına 0-1 atamalarıyla ulaşılmaktadır.

- ❖ **ATM 65-1 ve ATM65-2 İkinci Yarım:** Bu buton yardımıyla 'ATM 65-1' ve 'ATM 65-2'de ilgili ayın son 15 günlük kısmı için üretim planı ve kapasite sınırı doğrultusunda hangi günler masse kurutma işleminin yapılması gerektiği sonuçları 0-1 atamalarıyla elde edilmektedir.
- ❖ **ATM 52 Birinci Yarım:** Bu buton yardımıyla 'ATM 52'de ilgili ayın ilk 15 günlük kısmı için üretim planı ve kapasite sınırı göz önünde bulundurularak hangi günler masse kurutma işleminin yapılması gerektiği sonuçlarına 0-1 atamalarıyla ulaşılmaktadır.
- ❖ **ATM 52 İkinci Yarım:** Bu buton yardımıyla 'ATM 52'de ilgili ayın son 15 günlük kısmı için üretim planı ve kapasite sınırı doğrultusunda hangi günler masse kurutma işleminin yapılması gerektiği sonuçlarına 0-1 atamalarıyla ulaşılmaktadır.
- ❖ **Temizle:** 0-1 atamalarının yapıldığı mavi ile gösterilmiş alanın bir sonraki ay için temizlenmesini sağlamaktadır.
- ❖ **2. Fabrika Enerji Planı:** Kullanıcının bu butonu çalıştırması ile Co-Gen üretim veya dışarıdan elektrik alım kararının alınması için gerekli işlemleri yaparak verilen kararı görecektir.
- ❖ **2. Fabrika Enerji Planı Sayfasını Sil:** Kullanıcı bu buton ile enerji plan sayfasını silerek gelecek ay için programı kullanmaya devam edebilecektir.

Kullanıcının 2. Fabrika Enerji Planı Butonunu tıklaması ile karşısına çıkacak olan sayfa Ek-10'da gösterilmiştir. 2. Fabrika Enerji Planı sayfasında yer alan bilgiler aşağıda sıralanmıştır:

- ❖ "Tarih" sütunu "Model 2" sayfasından getirilmektedir.
- ❖ 'ATM 65-1', 'ATM 65-2' ve 'ATM 52' başlıklı sütunlara 0-1 atamasının yapılmasının ardından "Model 2" sayfasında yer alan;
 - Masse Miktarı (ton/gün) Kısıtı ATM65-1,
 - Masse Miktarı (ton/gün) Kısıtı ATM65-2 ve
 - Masse Miktarı (ton/gün) Kısıtı ATM52
 sütunlarında oluşan değerler getirilmektedir.

- ❖ Firmadan alınan "1 ton masse için 43 Sm³ doğalgaz harcanmaktadır" bilgisi ile 'ATM 65-1', 'ATM 65-2' ve 'ATM 52' için gerekli doğalgaz miktarlarının hesabı "Doğalgaz İhtiyacı (Sm³)" sütunu altında yapılmıştır.
- ❖ "Co-Gen Tüketim" başlığı altına ilgili gün için tüm spray drylar için gerekli doğalgaz miktarlarının toplamı getirilmiştir. Bu toplam getirilirken Co-Gen 3'te kullanılabilir kapasite kalmışsa oradan karşılanacak elektrik ve ısı miktarları çıkartılarak Co-Gen 2'nin üretmesi gereken elektrik ve ısı enerjisi bulunmuştur.
- ❖ Firmadan alınan "1 Sm³ doğalgazdan 2,8 KWh elektrik 0,5 Sm³lük ısı elde edilmektedir" bilgisi ile "Co-Gen Çıktıları" başlığı altında açığa çıkacak olan Elektrik ve Isı miktarları gerekli formüller ile getirilmektedir.
- ❖ "Prosesteki Doğalgaz İhtiyacı (Sm³)" başlığı altında firmanın prosesi için gerekli doğalgaz ihtiyacı Co-Gen tüketimi altında yer alan doğalgaz ihtiyacından Co-Gen Çıktıları başlığı altında yer alan Isı değerinin çıkarılmasıyla hesaplanmıştır.
- ❖ Proses maliyeti, prosesteki doğalgaz ihtiyacı değeri ile ilgili maliyetin çarpılmasıyla elde edilmiştir.
- ❖ Enerji Maliyet, Co-Gen Tüketim başlığı altında yer alan doğalgaz ihtiyacı ile ilgili birim fiyatın çarpılması ile hesaplanmıştır.

Sonuç olarak elektriği Co-Gen'de üretilmesinin ardından oluşacak maliyet ve elektriğin dışarıdan alınırca oluşacak maliyetin hesaplanması ile karşılaştırma yapılmaktadır. Yine bu karşılaştırma sonucu "Verilmesi Gereken Karar" başlığı altında kârlı olan durum kullanıcıyla paylaşılmıştır.

6. Sonuçlar

Bu çalışma ile seramik sektöründe faaliyet gösteren bir firmanın üretim süreçlerinde kullandığı elektrik enerjisinin, temel olarak dışarıdan tedarik edilmesi ya da firmanın kendi bünyesinde sahip olduğu kojenerasyon tesislerinde üretilmesi ile ilgili verilecek kararda, ilgili çalışanlara ve yöneticilere operasyonel planları oluştururken yardımcı olacak bir karar destek sistemi tasarlanması amaçlanmıştır. Böylelikle, bu çalışmada tasarlanan karar destek sistemi ile firmada kojenerasyon sistemi ile ilgilenen çalışanların, geçmiş

tecrübelerine dayalı olarak manuel ve öznel bir şekilde gerçekleştirdikleri karar verme süreçlerine katkı sağlanması ve yaşadıkları bu zorluğa zaman kaybına doğrudan son verilmesi amaçlanmıştır.

Bu amaçlar doğrultusunda, uygulamanın gerçekleştirildiği firmada günlük üretim planı ve ihtiyaç duyulan sıcak hava miktarı verileri kullanılarak Excel VBA programı yardımıyla dış tedarik ile firma bünyesinde mevcut kojenerasyon tesisleri kullanımı arasında karşılaştırmalı maliyet analizleri gerçekleştirilmiş ve böylece "iç-üretim" veya "dış-tedarik" kararının verilmesi sağlanmıştır. Üretim için gerekli olan elektrik enerjisinin hangi günlerde dışarıdan tedarik edileceği, ya da eğer firma bünyesinde üretilecekse, firmanın sahip olduğu kojenerasyon tesislerinin hangisinde üretilmesi gerektiği kararının hızlı ve doğru bir şekilde verilmesini sağlayan bir karar destek sistemi firmanın farklı fabrikaları için oluşturulmuştur.

Geliştirilen program ile kullanıcı ilk olarak elektrik enerjisi üretim veya tedarik kararını belirlemek istediği ayın gün sayısına ilişkin ilgili Excel dosyasına giriş yaparak programı kullanmaya başlayacaktır. Ardından dört fabrika için bulunan üretim programlarını ilgili buton aracılığıyla "Tüm Siparişler" Excel sayfasında birleştirerek daha sistematik bir görünüm elde edecektir.

Üretilen ürün miktarından yola çıkarak günlük olarak gerekli masse miktarları fabrikaların üretim planları sayfalarında hesaplanmaktadır. 1, 2 ve 4. Fabrikalar için bulunan model sayfalarında günlük olarak ihtiyaç duyulan masse miktarlarının girilmesinin ardından kullanıcı butonlar yardımıyla kojenerasyon tesislerinin hangi gün çalışmaları gerektiği sonucuna atama modelleriyle ulaşacaktır. Bulunan bu sonuç ile enerji plan sayfaları oluşmaktadır. Nihayetinde kullanıcı fabrikaların enerji planları sayfasında gün bazında maliyeti düşük olan kararı görecektir.

Oluşturulan programın firmaya katkısı;

- ❖ Eski durumda karar verme sürecinde zaman kaybı oluşmaktayken, oluşturulan program ve yönlendirmeleri ile zaman kaybının önüne geçilmiştir.
- ❖ Eski durumda ulaşılan sonucun doğruluğu net bir şekilde görülememekteyken, makrolar ile otomatikleştirilen program sayesinde sonucun doğruluğu ilgili Excel sayfalarında açıkça görülmektedir.

- ❖ Eski durumda kojenerasyon tesislerinin fazla çalıştırılması durumunda doğaya gereksiz zararlı gaz salınımı mevcutken yeni durumda programın çalıştırılması ile ulaşılan sonuçta gereğinden fazla kojenerasyon tesisleri çalıştırılmayacağı için doğaya daha az zararlı gaz salınımı olacaktır.
- ❖ Eski durumda elektriğin kojenerasyon tesislerinde üretilme ya da dışarıdan alım kararının yanlış alınması durumlarında maliyeti arttırırken, oluşturulan program ile gerçekleştirilen maliyet karşılaştırmaları sonucunda en iyi kararın verilmesi sağlandığı için firma için oluşabilecek ekstra maliyetin önüne geçilmiştir.

Bu çalışma kapsamında firmaya ait birden fazla fabrika ve birden fazla kojenerasyon tesisinin günlük bazda çalışıp çalışmama kararını verebilen dinamik bir programın geliştirilmesi bu uygulamayı literatürdeki diğer çalışmalardan ayıran en önemli fark niteliğini taşımaktadır.

Literatürde gerçekleştirilmiş olan çalışmalarda firmalar için kojenerasyon tesisinin kurulup kurulmaması durumunda oluşacak verim ve maliyet analizleri yapılırken, kurulması kararının verilmesi ile motor tipi, gücü gibi faktörlerin belirlenmesi çalışmaları yapılmışken, bu çalışmada kurulu kojenerasyon tesislerinin günlük bazda çalıştırılıp çalıştırılmama kararına ilişkin bir program geliştirilmiştir.

Ek olarak bu çalışmada kapsamında, ülkemizde ve uluslararası literatürde seramik sektöründe sık rastlanmayan kojenerasyon sistemleri uygulamasına ve kullanım kararına yönelik olarak detaylı bir karar destek sistemi geliştirilmiştir.

Gelecek çalışmalarda, firmanın büyümeye gitmesi veya bünyesindeki kojenerasyon tesislerinin sayılarının arttırılması gibi durumlar için bu çalışmada oluşturulan karar destek sistemi yapısı baz alınarak geliştirilebilir.

Ayrıca firmanın oluşturup kullandığı Excel dosyalarında oldukça fazla veri bulunduğundan aranılan veriye ulaşmak uzun sürmektedir. Bu noktada, satın alma departmanı için hammaddeleri sipariş verme durumu için bu çalışmamızda oluşturulan karar destek sistemi geliştirilerek masse bileşeninin girilmesi ile hangi fabrikanın hangi bandında hangi günler ilgili massenin üretebileceğini gösteren bir ekran tasarımı oluşturulabilir. Bu şekilde, siparişlerin de ne zaman

verilmesi gerektiği hızlı ve doğru bir şekilde belirlenebilir. Bu sayede manuel işlemlerden arındırılmış karar destek sistemleri ile verimli çalışma sağlanabilir.

Son olarak belirtmelidir ki, bu çalışmamızda sunulan teknikler farklı endüstriler ve üretim firmaları için de örnek teşkil etmektedir. Co-gen sistemlerinin etkili bir şekilde kullanımı için bu çalışmamızda oluşturduğumuz karar destek sistemi, farklı firmalarda ve endüstri kollarında da örnek alınarak farklı alanlar için kullanılabilir. Bu şekilde gelecek çalışmalarda, benzer yöntemler ve karar verme mekanizmaları oluşturularak farklı üretim firmalarına ve endüstrilere özgü yeni ve özelleştirilmiş sistemler tasarlanabilir.

Araştırmacıların Katkısı

Bu çalışmada; Meryem ULUSKAN, bilimsel yazın araştırması, araştırma tasarımı, karar destek sistem tasarımı planlaması ve makalenin oluşturulması; Büşra AZMAN, bilimsel yazın araştırması, araştırma tasarımı, karar destek sistem tasarımı planlaması ve oluşturulması, verilerin toplanması ve makalenin oluşturulması, Azerhan KARA, bilimsel yazın araştırması, araştırma tasarımı, karar destek sistem tasarımı planlaması ve oluşturulması, verilerin toplanması ve makalenin oluşturulması ve Alptekin KÖK, karar destek sistem tasarımı planlaması ve oluşturulması ile verilerin toplanması konularında katkı sağlamışlardır.

Çıkar Çatışması

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

Kaynaklar

- Akdeniz, N. (2007). Doğal gazlı kojenerasyon sisteminin ekserjetik analizi, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta. Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Atıcı, K. (2008). Enerji endüstrisinde karar destek sistemi geliştirilmesi ve uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara. Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSoruSonucYeni.jsp>

- Ayçiçek, E. (2007). Kojenerasyon sistemleri, Yıldız Teknik Üniversitesi Elektrik- Elektronik Fakültesi, Elektrik Mühendisliği, İstanbul.
- Badami, M., Fambri, G., Mancò, S., Martino, M., Damousis, I. G., Agtzidis, D., & Tzovaras, D. (2020). A Decision Support System Tool to Manage the Flexibility in Renewable Energy-Based Power Systems. *Energies*, 13(1), 153. doi: <https://doi.org/10.3390/en13010153>
- Balaman, Ş. (2014). A fuzzy goal programmin based decision support system for design and management of biomass to energy supply chains, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSoruSonucYeni.jsp>
- Baleizão, J., & Cortinhal, M. J. (2019). Implementation of a decision support system for energy production in the navigator company, CAPSI 2019 Proceedings 9. Erişim adresi: <https://aisel.aisnet.org/capsi2019/9>
- Bianco, V., De Rosa, M., Scarpa, F., & Tagliafico, L. A. (2016). Implementation of a cogeneration plant for a food processing facility. A case study. *Applied Thermal Engineering*, 102, 500-512. do: <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2016.04.023>
- Çaglayan, H., & Caliskan, H. (2018). Energy, exergy and sustainability assessments of a cogeneration system for ceramic industry. *Applied Thermal Engineering*, 136, 504-515. doi: <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2018.02.064>
- Cannistraro, G., Cannistraro, M., Galvagno, A., & Trovato, G. (2016). The cogeneration in service hotel complexes. A case study. *surfaces*, 2(3), 4-5. Erişim adresi: <http://www.wseas.us/e-library/conferences/2016/venice/EMA/EMA-02.pdf>
- Dizman, H. & Özen, E. (2017). Küçük işletmelerde karar destek sistemlerinin farkındalığı üzerine bir araştırma: yerel bir yaklaşım (Ege Bölgesi), Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, 2 (3), 137-152. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/fesa/issue/31589/344962>
- Erdönmez, U. (2014). Boya fabrikasında kojenerasyon tesisinde enerji analizi, Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSoruSonucYeni.jsp>
- Gimelli, A., Muccillo, M., & Sannino, R. (2017). Optimal design of modular cogeneration plants for hospital facilities and robustness evaluation of the results. *Energy Conversion and Management*, 134, 20-31. doi: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2016.12.027>
- Goza, M. (2013). Kojenerasyon sistemleri ve uygulamalı ekonomik analizi: hastane örneği, Yüksek Lisans Tezi, Yalova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yalova. Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSoruSonucYeni.jsp>
- Gökçen, H. (2010), Türkiye Bilişim Derneği Kamu Bilgi İşlem Merkezleri Yöneticileri Birliği Kamu Bilişim Platformu XII, Kamuda Karar Destek Sistemlerinin Kullanımı ve Bir Model Önerisi
- Gudoshnikov, S., & Kfour, G. (2016). Cogeneration in the sugarcane industry. *Cooperative Sugar*, 47(7), 24-30. Erişim adresi: <http://www.coopsugar.org>
- Gün, R. (2009). Kojenerasyon sistemlerinin ekonomik analizi ve bir uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul. Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSoruSonucYeni.jsp>
- Gürhan, L. (2003). Kojenerasyon sistemleri ve amortisman sürelerine etki eden parametrelerin analizi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul. Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSoruSonucYeni.jsp>
- Ishida, Y., Bannai M., Miyazaki T., Harada Y., Yokoyama R., & Akisawa A. (2009). The Optimal Operation Criteria for a Gas Turbine Coogeneration System. *Energies*, 24, 202-225. Erişim adresi: https://www.researchgate.net/publication/26601607_The_Optimal_Operation_Criteria_for_a_Gas_Turbine_Cogeneration_System
- Kabacan, T. (2019). Bölgesel ısıtma yapılan yerleşkelerde ısı merkezlerine kojenerasyon sisteminin entegrasyonu ve Muş Alparslan Üniversitesi kampüsü örneği”, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elâzığ. Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSoruSonucYeni.jsp>
- Karbowa, K., Wnukowska, B., & Czosnyka, M. (2018). Selection of cogeneration gas engines

- using multicriteria decision aid methods. In *2018 Progress in Applied Electrical Engineering (PAEE)* (pp. 1-5). IEEE. doi: <https://doi.org/10.1109/PAEE.2018.8441129>
- Kıncay, O., Yumurtacı, Z. (2006). Bir üniversite kampüsü için uygun enerji sisteminin seçimi, *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, 95, 5-12. Erişim adresi: https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/c6709bfd0572f1_ek.pdf
- Kısakesen, T. (2016). KSÜ Sağlık Uygulama ve Araştırma Hastanesinin enerji ihtiyacının karşılanmasında kojenerasyon ve trijenerasyon sistemlerinin karşılaştırılması ve ekonomik analizi. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş. Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Kim, J., Hong, T., Jeong, J., Koo, C., Jeong, K., & Lee, M. (2019). Multi-criteria decision support system of the photovoltaic and solar thermal energy systems using the multi-objective optimization algorithm. *Science of The Total Environment*, 659, 1100-1114. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.12.387>
- Oh, S. D., Lee, H. J., Jung, J. Y., & Kwak, H. Y. (2007). Optimal planning and economic evaluation of cogeneration system. *Energy*, 32(5), 760-771. doi: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2006.05.007>
- Ozdil, N. F. T., & Pekdur, A. (2016). Energy and exergy assessment of a cogeneration system in food industry: a case study. *International Journal of Exergy*, 20(2), 254-268. doi: <https://doi.org/10.1504/IJEX.2016.076866>
- Özdemir, Ö. (2010). Kojenerasyonun enerji verimliliğindeki yeri, *Türkiye Kojenerasyon ve Temiz Enerji Teknolojileri Derneği*.
- Özder, U. (2009). Kobilere otomasyona geçil sürecinde tamsayı doğrusal programlama yöntemini kullanarak karar verme, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Erzurum. Erişim Adresi: <https://www.atauni.edu.tr/yuklemeler/10ee3484dd0bb2b93d5647e3ac1a757d.pdf>
- Özdil, N. F., Tantekin, A., & Pekdur, A. (2018). Performance assessment of a cogeneration system in food industry. *Journal of Thermal Engineering*, 4(2-7), 1847-1854
- Özen, Z., Üstünkaya, M., Zaim Gökbay, İ., Yarman, S. & Kartal Karakaş, E. (2014). Organizasyonlarda içerik yönetim sistemi seçimi için bir karar destek sistemi geliştirilmesi. *Öneri Dergisi*, 10(40), 155-162. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/maruoneri/issue/17901/187829>
- Özgirgin, E. (2004). Utilization of natural gas, optimization of cogeneration/ combined cycle applications in campus environment, Master Thesis, The Middle East Technical University. Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Patır, S. (2010). Tam sayılı programlama ve Malatya Maksan Transformator İşletmesine bir uygulama. Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 23, 193-206. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/atauniiibd/issue/2695/35492>
- Pravadalıoğlu, S. (2013). Yerinde enerji üretimi-kojenerasyon sistemleri, s:1-6. Erişim Adresi: http://www.emo.org.tr/ekler/04aa4e179069a80_ek.pdf
- Rosen, M. A., Le, M. N., & Dincer, I. (2005). Efficiency analysis of a cogeneration and district energy system. *Applied thermal engineering*, 25(1), 147-159. doi: <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2004.05.008>
- Segal, T. (2020), Decision Support System—DSS, *Corporate Finance & Accounting*, Erişim adresi: <https://www.investopedia.com/terms/d/decision-support-system.asp>
- Spiliotis, E., Marinakis, V., Doukas, H., & Psarras, J. (2016, July). Integrating a decision support system with smart grid infrastructures and ICT solutions towards energy cost reduction: An action plan to optimally schedule the operation of heating and electricity systems. In *2016 7th International Conference on Information, Intelligence, Systems & Applications (IISA)* (pp. 1-6). IEEE.
- Sun, Z. G. (2008). Energy efficiency and economic feasibility analysis of cogeneration system driven by gas engine. *Energy and Buildings*, 40(2), 126-130. doi: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2007.01.013>
- Uzungöl, S. (2017). Mermer imalat sektöründe doğalgaz ile çalışacak kojenerasyon sisteminin ekonomik analizi, Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla. Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>

- Vellini, M., Gambini, M., & Stilo, T. (2020). High-efficiency cogeneration systems for the food industry. *Journal of Cleaner Production*, 121133. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121133>
- Youssef, W. B., Maatallah, T., Menezo, C., & Nasrallah, S. B. (2018). Assessment viability of a concentrating photovoltaic/thermal-energy cogeneration system (CPV/T) with storage for a textile industry application. *Solar energy*, 159, 841-851. doi: <https://doi.org/10.1016/j.solener.2017.11.058>
- Zhang, H., Zhao, H., & Li, Z. (2016). Thermodynamic performance study on solar-assisted absorption heat pump cogeneration system in the coal-fired power plant. *Energy*, 116, 942-955. doi: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2016.09.125>
- Zuleta Marín, J. S., Konrad Burin, E., & Bazzo, E. (2020). Analysis of a solar-aided natural gas cogeneration plant applied to the textile sector. *Journal of Solar Energy Engineering*, 142(1). doi: <https://doi.org/10.1115/1.4044369>

Ek-1 "Tüm Siparişler" Sayfa Düzeni

| A | B | C | D | E | F | G | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T |
|---------|------|-------|-----------------------|------------------|---------|------------------------------------|---------------------|------------------|---------------------|--------------|-----------------|--|------------------------------|------------------|---|---|---|
| Fabrika | Bant | Tarih | Mamul | Üretim Versiyonu | Ebat | Mamul Tanım | Brüt Üretim Miktarı | Üretim Başlangıç | Başlangıç Vardiyası | Üretim Bitiş | Bitiş Vardiyası | Masse Bileşen | Masse Bileşen Tanım | Bileşen İhtiyacı | | | |
| 1 | 1 | 1.11 | S16612.6 | 1FV1 | 20X20 | NEW FORM BLACK WHITE FNDCR-A GL.PR | 1250 | 1.11 | | 2.11 | | 151.01.02.MD.00002 Y.K. +S.G. ORTAK MASSE 1.FB (YARIMAMUL) | 23750 | | | | |
| 2 | 1 | 1.11 | S16613.6 | 1FV1 | 20X20 | NEW FORM BLACK WHITE FNDCR-B GL.PR | 3500 | 2.11 | | 3.11 | | #YOK | #YOK | #YOK | | | |
| 3 | 1 | 1.11 | S16590.6 | 1FV1 | 20X20 | NEW FORM BLUE FNDCR-A GLZ.POR.TL | 2500 | 3.11 | | 4.11 | | #YOK | #YOK | #YOK | | | |
| 4 | 1 | 1.11 | S16853.6 | 1FV1 | 20X20 | ARTISANO ICE GLAZED PORCELAIN TL | 33500 | 4.11 | | 25.11 | | 151.01.02.MD.00002 Y.K. +S.G. ORTAK MASSE 1.FB (YARIMAMUL) | 636500 | | | | |
| 5 | 1 | 1.11 | S16860.1 | 1FV1 | 20X20 | AVENUE MULTI SG.BIR | 2000 | 25.11 | | 26.11 | | 151.01.02.MD.00002 Y.K. +S.G. ORTAK MASSE 1.FB (YARIMAMUL) | 38000 | | | | |
| 6 | 1 | 1.11 | S16865.1 | 1FV1 | 20X20 | DIONE SIYAH SG.BIR | 2000 | 26.11 | | 27.11 | | 151.01.02.MD.00002 Y.K. +S.G. ORTAK MASSE 1.FB (YARIMAMUL) | 38000 | | | | |
| 7 | 1 | 1.11 | S16863.1 | 1FV1 | 20X20 | FIONA BEYAZ SG.BIR | 2000 | 27.11 | | 28.11 | | 151.01.02.MD.00002 Y.K. +S.G. ORTAK MASSE 1.FB (YARIMAMUL) | 38000 | | | | |
| 8 | 1 | 1.11 | S16862.1 | 1FV1 | 20X20 | GARDA MULTI SG.BIR | 2000 | 28.11 | | 29.11 | | 151.01.02.MD.00002 Y.K. +S.G. ORTAK MASSE 1.FB (YARIMAMUL) | 38000 | | | | |
| 9 | 1 | 1.11 | S16861.1 | 1FV1 | 20X20 | SAMOS MAVI SG.BIR | 2000 | 29.11 | | 1.11 | | 151.01.02.MD.00002 Y.K. +S.G. ORTAK MASSE 1.FB (YARIMAMUL) | 38000 | | | | |
| 10 | 1 | 1.11 | S16592.6 | 1FV1 | 20X20 | NEW FORM ICE FNDCR-A GLZ.POR.TL | 2500 | 1.11 | | 2.11 | | #YOK | #YOK | #YOK | | | |
| 11 | 2 | 1.11 | S16851.6 | 1FV1 | 20X20 | ARTISANO GREY GLAZED PORCELAIN TL | 26000 | 2.11 | | 13.11 | | 151.01.02.MD.00002 Y.K. +S.G. ORTAK MASSE 1.FB (YARIMAMUL) | 494000 | | | | |
| 12 | 1 | 2.11 | S16852.6 | 1FV1 | 20X20 | ARTISANO AQUA GLAZED PORCELAIN TL | 32500 | 13.11 | | 1.11 | | 151.01.02.MD.00002 Y.K. +S.G. ORTAK MASSE 1.FB (YARIMAMUL) | 617500 | | | | |
| 13 | 1 | 1.11 | KAPALI | 1FV1 | | | | 1.11 | | 1.11 | | #YOK | #YOK | #YOK | | | |
| 14 | 1 | 1.11 | KAPALI | 1FV1 | | | | 1.11 | | 1.11 | | #YOK | #YOK | #YOK | | | |
| 15 | 1 | 1.11 | KAPALI | 1FV1 | | | | 1.11 | | 1.11 | | #YOK | #YOK | #YOK | | | |
| 16 | 1 | 1.11 | KAPALI | 1FV2 | | | | 1.11 | | 1.11 | | #YOK | #YOK | #YOK | | | |
| 17 | 1 | 1.11 | KAPALI | 1FV2 | | | | 1.11 | | 1.11 | | #YOK | #YOK | #YOK | | | |
| 18 | 1 | 1.11 | D16332.1 | 1FV2 | 30X60 | LUPUS GRI DK. BIR | 4000 | 1.11 | | 2.11 | | 151.01.02.MD.00001 | D.K. MASSE ORTAK (YARIMAMUL) | 61880 | | | |
| 19 | 1 | 1.11 | D11306.6 | 1FV2 | 30X60 | HELENA CREAM WALL TILE | 8500 | 2.11 | | 6.11 | | 151.01.02.MD.00001 | D.K. MASSE ORTAK (YARIMAMUL) | 131495 | | | |
| 20 | 1 | 1.11 | D16420.1 | 1FV2 | 30X60 | POSEIDON GRI DK. BIR | 7500 | 6.11 | | 8.11 | | 151.01.02.MD.00001 | D.K. MASSE ORTAK (YARIMAMUL) | 116025 | | | |
| 21 | 1 | 1.11 | D19209.1 | 1FV2 | 30X60 | INKA SIYAH BEYAZ DK.BIR | 3500 | 8.11 | | 10.11 | | 151.01.02.MD.00001 | D.K. MASSE ORTAK (YARIMAMUL) | 54250 | | | |
| 22 | 1 | 1.11 | D19207.1 | 1FV2 | 30X60 | ESPERANZA SIYAH DK.BIR | 2500 | 10.11 | | 12.11 | | 151.01.02.MD.00001 | D.K. MASSE ORTAK (YARIMAMUL) | 40000 | | | |
| 23 | 1 | 1.11 | D19712.1 | 1FV2 | 30X60 | RIGEL PUDRA DK.BIR | 2500 | 12.11 | | 13.11 | | 151.01.02.MD.00001 | D.K. MASSE ORTAK (YARIMAMUL) | 37500 | | | |
| 24 | 1 | 1.11 | 30.6X61 EBAT DÖNÜŞÜMÜ | 1FV2 | | | | 13.11 | | 14.11 | | #YOK | #YOK | #YOK | | | |
| 25 | 1 | 1.11 | D17500.Y | 1FV2 | 30.6X61 | HUDSON BEYAZ-YM (DK) KTSZ | 17500 | 14.11 | | 21.11 | | 151.01.02.MD.00001 | D.K. MASSE ORTAK (YARIMAMUL) | 270725 | | | |
| 26 | 1 | 1.11 | D17501.Y | 1FV2 | 30.6X61 | HUDSON MOTION BEYAZ-YM(DK)KTSZ | 9750 | 21.11 | | 25.11 | | 151.01.02.MD.00001 | D.K. MASSE ORTAK (YARIMAMUL) | 151125 | | | |
| 27 | 1 | 1.11 | D16310.Y | 1FV2 | 30.6X61 | ULTRA MAT BEYAZ-YM (DK)KTSZ | 1625 | 25.11 | | 26.11 | | 151.01.02.MD.00001 | D.K. MASSE ORTAK (YARIMAMUL) | 25138,75 | | | |
| 28 | 1 | 1.11 | 20X60 EBAT DÖNÜŞÜMÜ | 1FV2 | | | | 26.11 | | 27.11 | | #YOK | #YOK | #YOK | | | |
| 29 | 1 | 1.11 | D13012.6 | 1FV2 | 20X60 | FLOW GLOSSY WHITE WALL TILE | 3750 | 27.11 | | 28.11 | | 151.01.02.MD.00001 | D.K. MASSE ORTAK (YARIMAMUL) | 58012,5 | | | |
| 30 | 1 | 1.11 | D13009.6 | 1FV2 | 20X60 | FLOW WHITE WALL TILE | 3750 | 28.11 | | 29.11 | | 151.01.02.MD.00001 | D.K. MASSE ORTAK (YARIMAMUL) | 58012,5 | | | |
| 31 | 1 | 1.11 | D13017.6 | 1FV2 | 20X60 | NORA GLOSSY WHITE WALL TILE | 3750 | 29.11 | | 1.11 | | 151.01.02.MD.00001 | D.K. MASSE ORTAK (YARIMAMUL) | 58012,5 | | | |
| 32 | 1 | 1.11 | D16332.1 | 1FV2 | 30X60 | LUPUS GRI DK. BIR | 5500 | 1.11 | | 3.11 | | 151.01.02.MD.00001 | D.K. MASSE ORTAK (YARIMAMUL) | 85085 | | | |
| 33 | 1 | 1.11 | D11308.6 | 1FV2 | 30X60 | HELENA GREY WALL TILE | 16750 | 3.11 | | 9.11 | | 151.01.02.MD.00001 | D.K. MASSE ORTAK (YARIMAMUL) | 259122,5 | | | |
| 34 | 1 | 1.11 | D11309.6 | 1FV2 | 30X60 | HELENA ANTHRACITE WALL TILE | 2500 | 9.11 | | 12.11 | | 151.01.02.MD.00001 | D.K. MASSE ORTAK (YARIMAMUL) | 38675 | | | |
| 35 | 1 | 1.11 | D19715.1 | 1FV2 | 30X60 | RIGEL TURKUAZ DK.BIR | 2500 | 12.11 | | 14.11 | | 151.01.02.MD.00001 | D.K. MASSE ORTAK (YARIMAMUL) | 37500 | | | |
| 36 | 1 | 1.11 | D17500.Y | 1FV2 | 30.6X61 | HUDSON BEYAZ-YM (DK) KTSZ | 17500 | 14.11 | | 21.11 | | 151.01.02.MD.00001 | D.K. MASSE ORTAK (YARIMAMUL) | 270725 | | | |
| 37 | 1 | 1.11 | D17501.Y | 1FV2 | 30.6X61 | HUDSON MOTION BEYAZ-YM(DK)KTSZ | 9750 | 21.11 | | 25.11 | | 151.01.02.MD.00001 | D.K. MASSE ORTAK (YARIMAMUL) | 151125 | | | |
| 38 | 1 | 1.11 | D16310.Y | 1FV2 | 30.6X61 | ULTRA MAT BEYAZ-YM (DK)KTSZ | 1625 | 25.11 | | 27.11 | | 151.01.02.MD.00001 | D.K. MASSE ORTAK (YARIMAMUL) | 25138,75 | | | |
| 39 | 1 | 1.11 | D13008.6 | 1FV2 | 20X60 | NORA WHITE WALL TILE | 3750 | 27.11 | | 28.11 | | 151.01.02.MD.00001 | D.K. MASSE ORTAK (YARIMAMUL) | 58012,5 | | | |

Ek-4 "1.Fabrika_Enerji_Planı" Excel Sayfası

| | | Proses (TL/Sm ³) | | Co-Gen (TL/Sm ³) | | Elektrik Fiyatı (TL/KWh) | | | | | | | | | | | |
|-------|-------|------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|----------------|--------------------------|---|----------------------|----------------------|-----------------------|--|-------------------------|--|--|--|--|--|
| | | 1,5893 | | 1,6393 | | 0,5445 | | | | | | | | | | | |
| Tarih | ATM36 | ATM40 | ATM36 | ATM40 | Co-Gen Tüketim | Co-Gen Çıktıları | Prosesdeki Doğalgaz İhtiyacı (Sm ³) | Proses Maliyeti (TL) | Enerji Maliyeti (TL) | Co-Gen Toplam Maliyet | Dışardan Elektrik Alınrsa Olacak Maliyet | Verilmesi Gereken Karar | | | | | |
| | | | Doğalgaz İhtiyacı (Sm ³) | Doğalgaz (Sm ³) | Elektrik (KWh) | Isı (Sm ³) | | | | | | | | | | | |
| 31.10 | 200 | 210 | 8600 | 9030 | 17630 | 49364 | 8815 | 8815 | 14009,6795 | 28900,859 | 42910,5385 | 46624,298 | Elektriji Co-Gen 1 Tesisinde Üretmeniz Daha Kârlı Olacaktır. | | | | |
| 8 | 1.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | |
| 9 | 2.11 | 200 | 210 | 8600 | 9030 | 17630 | 49364 | 8815 | 14009,6795 | 28900,859 | 42910,5385 | 46624,298 | Elektriji Co-Gen 1 Tesisinde Üretmeniz Daha Kârlı Olacaktır. | | | | |
| 10 | 3.11 | 200 | 0 | 8600 | 0 | 8600 | 24080 | 4300 | 6833,99 | 14097,98 | 20931,97 | 22743,56 | Elektriji Co-Gen 1 Tesisinde Üretmeniz Daha Kârlı Olacaktır. | | | | |
| 11 | 4.11 | 200 | 210 | 8600 | 9030 | 17630 | 49364 | 8815 | 14009,6795 | 28900,859 | 42910,5385 | 46624,298 | Elektriji Co-Gen 1 Tesisinde Üretmeniz Daha Kârlı Olacaktır. | | | | |
| 12 | 5.11 | 200 | 0 | 8600 | 0 | 8600 | 24080 | 4300 | 6833,99 | 14097,98 | 20931,97 | 22743,56 | Elektriji Co-Gen 1 Tesisinde Üretmeniz Daha Kârlı Olacaktır. | | | | |
| 13 | 6.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | |
| 14 | 7.11 | 0 | 210 | 0 | 9030 | 9030 | 25284 | 4515 | 7175,6895 | 14802,879 | 21978,5685 | 23880,738 | Elektriji Co-Gen 1 Tesisinde Üretmeniz Daha Kârlı Olacaktır. | | | | |
| 15 | 8.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | |
| 16 | 9.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | |
| 17 | 10.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | |
| 18 | 11.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | |
| 19 | 12.11 | 0 | 210 | 0 | 9030 | 9030 | 25284 | 4515 | 7175,6895 | 14802,879 | 21978,5685 | 23880,738 | Elektriji Co-Gen 1 Tesisinde Üretmeniz Daha Kârlı Olacaktır. | | | | |
| 20 | 13.11 | 200 | 0 | 8600 | 0 | 8600 | 24080 | 4300 | 6833,99 | 14097,98 | 20931,97 | 22743,56 | Elektriji Co-Gen 1 Tesisinde Üretmeniz Daha Kârlı Olacaktır. | | | | |
| 21 | 14.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | |
| 22 | 15.11 | 0 | 210 | 0 | 9030 | 9030 | 25284 | 4515 | 7175,6895 | 14802,879 | 21978,5685 | 23880,738 | Elektriji Co-Gen 1 Tesisinde Üretmeniz Daha Kârlı Olacaktır. | | | | |
| 23 | 16.11 | 200 | 0 | 8600 | 0 | 8600 | 24080 | 4300 | 6833,99 | 14097,98 | 20931,97 | 22743,56 | Elektriji Co-Gen 1 Tesisinde Üretmeniz Daha Kârlı Olacaktır. | | | | |
| 24 | 17.11 | 200 | 210 | 8600 | 9030 | 17630 | 49364 | 8815 | 14009,6795 | 28900,859 | 42910,5385 | 46624,298 | Elektriji Co-Gen 1 Tesisinde Üretmeniz Daha Kârlı Olacaktır. | | | | |
| 25 | 18.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | |
| 26 | 19.11 | 0 | 210 | 0 | 9030 | 9030 | 25284 | 4515 | 7175,6895 | 14802,879 | 21978,5685 | 23880,738 | Elektriji Co-Gen 1 Tesisinde Üretmeniz Daha Kârlı Olacaktır. | | | | |
| 27 | 20.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | |
| 28 | 21.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | |
| 29 | 22.11 | 200 | 210 | 8600 | 9030 | 17630 | 49364 | 8815 | 14009,6795 | 28900,859 | 42910,5385 | 46624,298 | Elektriji Co-Gen 1 Tesisinde Üretmeniz Daha Kârlı Olacaktır. | | | | |
| 30 | 23.11 | 200 | 0 | 8600 | 0 | 8600 | 24080 | 4300 | 6833,99 | 14097,98 | 20931,97 | 22743,56 | Elektriji Co-Gen 1 Tesisinde Üretmeniz Daha Kârlı Olacaktır. | | | | |
| 31 | 24.11 | 200 | 0 | 8600 | 0 | 8600 | 24080 | 4300 | 6833,99 | 14097,98 | 20931,97 | 22743,56 | Elektriji Co-Gen 1 Tesisinde Üretmeniz Daha Kârlı Olacaktır. | | | | |
| 32 | 25.11 | 200 | 210 | 8600 | 9030 | 17630 | 49364 | 8815 | 14009,6795 | 28900,859 | 42910,5385 | 46624,298 | Elektriji Co-Gen 1 Tesisinde Üretmeniz Daha Kârlı Olacaktır. | | | | |
| 33 | 26.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | |
| 34 | 27.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | |
| 35 | 28.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | |
| 36 | 29.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | |

Ek-6 "Model 4" Excel Sayfası

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z |
|----|--|------------------------------|--------------------------|---|---|-----------------|---|---|-------|--------|---|---|--|----|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | | | | | Değişken | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Spray Dry | ATM140 | | | Elimizde Olması Gerekli Masse Miktarı (ton) | SG | | | 31.10 | ATM140 | | | Masse Miktarı (ton/gün) Kıstı, ATM140 | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Co-Gen 3 | 1 | | | 1.11 | 359 | | | 1.11 | 1 | | | 696 | <= | 696 | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | 2.11 | 359 | | | 2.11 | 1 | | | 696 | <= | 696 | | | | | | | | | | | |
| 5 | | ATM140 | | | 3.11 | 359 | | | 3.11 | 0 | | | 0 | <= | 696 | | | | | | | | | | | |
| 6 | | ton/saat | | | 4.11 | 145 | | | 4.11 | 0 | | | 0 | <= | 696 | | | | | | | | | | | |
| 7 | 2.Fabrika | 29 | | | 5.11 | 145 | | | 5.11 | 0 | | | 0 | <= | 696 | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | 6.11 | 145 | | | 6.11 | 0 | | | 0 | <= | 696 | | | | | | | | | | | |
| 9 | | ATM140 | | | 7.11 | 0 | | | 7.11 | 0 | | | 0 | <= | 696 | | | | | | | | | | | |
| 10 | | ton | | | 8.11 | 173 | | | 8.11 | 0 | | | 0 | <= | 696 | | | | | | | | | | | |
| 11 | SG | 2520 | | | 9.11 | 173 | | | 9.11 | 0 | | | 0 | <= | 696 | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | 10.11 | 173 | | | 10.11 | 1 | | | 696 | <= | 696 | | | | | | | | | | | |
| 13 | Spray Dry | ATM140 | | | 11.11 | 173 | | | 11.11 | 0 | | | 0 | <= | 696 | | | | | | | | | | | |
| 14 | SG | 1 | | | 12.11 | 302 | | | 12.11 | 1 | | | 696 | <= | 696 | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | 13.11 | 260 | | | 13.11 | 0 | | | 0 | <= | 696 | | | | | | | | | | | |
| 16 | Masse Kapasitesi (ton/gün) | ATM140 | | | 14.11 | 137 | | | 14.11 | 0 | | | 0 | <= | 696 | | | | | | | | | | | |
| 17 | 4.Fabrika | 696 | | | 15.11 | 351 | | | 15.11 | 1 | | | 696 | <= | 696 | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | 16.11 | 278 | | | 16.11 | 1 | | | 696 | <= | 696 | | | | | | | | | | | |
| 19 | Prosesi (TL/Sm ³) | Co-Gen (TL/Sm ³) | Elektrik Fiyatı (TL/KWh) | | 17.11 | 551 | | | 17.11 | 0 | | | 0 | <= | 696 | | | | | | | | | | | |
| 20 | 1,5893 | 1,6393 | 0,9445 | | 18.11 | 320 | | | 18.11 | 1 | | | 696 | <= | 696 | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | 19.11 | 147 | | | 19.11 | 1 | | | 696 | <= | 696 | | | | | | | | | | | |
| 22 | Co-Gen 3 Kapasitesi (KW/gün) | 108000 | | | 20.11 | 425 | | | 20.11 | 0 | | | 0 | <= | 696 | | | | | | | | | | | |
| 23 | Co-Gen 3 Kapasitesi (Sm ³) | 19200 | | | 21.11 | 142 | | | 21.11 | 0 | | | 0 | <= | 696 | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | 22.11 | 246 | | | 22.11 | 0 | | | 0 | <= | 696 | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | 23.11 | 400 | | | 23.11 | 1 | | | 696 | <= | 696 | | | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | 24.11 | 334 | | | 24.11 | 0 | | | 0 | <= | 696 | | | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | 25.11 | 352 | | | 25.11 | 1 | | | 696 | <= | 696 | | | | | | | | | | | |
| 28 | | | | | 26.11 | 274 | | | 26.11 | 0 | | | 0 | <= | 696 | | | | | | | | | | | |
| 29 | | | | | 27.11 | 274 | | | 27.11 | 0 | | | 0 | <= | 696 | | | | | | | | | | | |
| 30 | | | | | 28.11 | 267 | | | 28.11 | 0 | | | 0 | <= | 696 | | | | | | | | | | | |
| 31 | | | | | 29.11 | 267 | | | 29.11 | 1 | | | 696 | <= | 696 | | | | | | | | | | | |
| 32 | | | | | 30.11 | 463 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 33 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 34 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 35 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 36 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 37 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 38 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 39 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 41 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 42 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 43 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 44 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 45 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 46 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 47 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 48 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 49 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 51 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

ATM 140 BİRİNCİ YARIM

AF_140_1 5704,76

ATM 140 İKİNCİ YARIM

AF_140_2 7986,67

TEMİZLE

4. FABRİKA ENERJİ PLANI

4. FABRİKA ENERJİ PLANI SAYFASINI SİL

Ek-7 "4.Fabrika_Enerji_Planı" Excel Sayfası

| | | D | | E | | F | | | | | | | | | |
|-------|--------|---|--|---------------------------------|---|--|----------------------|----------------------|-----------------------|--|--|--|--|--|--|
| | | Proses (TL/Sm ³) | | Co-Gen (TL/Sm ³) | | Elektrik Fiyatı (TL/KWh) | | | | | | | | | |
| | | 1,5893 | | 1,6393 | | 0,9445 | | | | | | | | | |
| Tarih | ATM140 | ATM140 Doğalgaz İhtiyacı (Sm ³) | Co-Gen Tüketim Doğalgaz (Sm ³) | Co-Gen Çıktıları Elektrik (KWh) | Co-Gen Çıktıları Isı (Sm ³) | Prostesteki Doğalgaz İhtiyacı (Sm ³) | Proses Maliyeti (TL) | Enerji Maliyeti (TL) | Co-Gen Toplam Maliyet | Dışardan Elektrik Alınrsa Olabilecek Maliyet | Verilmesi Gereken Karar | | | | |
| 31.10 | 696 | 29928 | 29928 | 83798,4 | 14964 | 14964 | 23782,2852 | 49060,9704 | 72843,2556 | 79147,5888 | Elektriği Co-Gen 3 Tesisinde Üretmeniz Daha Kârlı Olacaktır. | | | | |
| 8 | 1.11 | 696 | 29928 | 29928 | 83798,4 | 14964 | 23782,2852 | 49060,9704 | 72843,2556 | 79147,5888 | Elektriği Co-Gen 3 Tesisinde Üretmeniz Daha Kârlı Olacaktır. | | | | |
| 9 | 2.11 | 696 | 29928 | 29928 | 83798,4 | 14964 | 23782,2852 | 49060,9704 | 72843,2556 | 79147,5888 | Elektriği Co-Gen 3 Tesisinde Üretmeniz Daha Kârlı Olacaktır. | | | | |
| 10 | 3.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | |
| 11 | 4.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | |
| 12 | 5.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | |
| 13 | 6.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | |
| 14 | 7.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | |
| 15 | 8.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | |
| 16 | 9.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | |
| 17 | 10.11 | 696 | 29928 | 29928 | 83798,4 | 14964 | 23782,2852 | 49060,9704 | 72843,2556 | 79147,5888 | Elektriği Co-Gen 3 Tesisinde Üretmeniz Daha Kârlı Olacaktır. | | | | |
| 18 | 11.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | |
| 19 | 12.11 | 696 | 29928 | 29928 | 83798,4 | 14964 | 23782,2852 | 49060,9704 | 72843,2556 | 79147,5888 | Elektriği Co-Gen 3 Tesisinde Üretmeniz Daha Kârlı Olacaktır. | | | | |
| 20 | 13.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | |
| 21 | 14.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | |
| 22 | 15.11 | 696 | 29928 | 29928 | 83798,4 | 14964 | 23782,2852 | 49060,9704 | 72843,2556 | 79147,5888 | Elektriği Co-Gen 3 Tesisinde Üretmeniz Daha Kârlı Olacaktır. | | | | |
| 23 | 16.11 | 696 | 29928 | 29928 | 83798,4 | 14964 | 23782,2852 | 49060,9704 | 72843,2556 | 79147,5888 | Elektriği Co-Gen 3 Tesisinde Üretmeniz Daha Kârlı Olacaktır. | | | | |
| 24 | 17.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | |
| 25 | 18.11 | 696 | 29928 | 29928 | 83798,4 | 14964 | 23782,2852 | 49060,9704 | 72843,2556 | 79147,5888 | Elektriği Co-Gen 3 Tesisinde Üretmeniz Daha Kârlı Olacaktır. | | | | |
| 26 | 19.11 | 696 | 29928 | 29928 | 83798,4 | 14964 | 23782,2852 | 49060,9704 | 72843,2556 | 79147,5888 | Elektriği Co-Gen 3 Tesisinde Üretmeniz Daha Kârlı Olacaktır. | | | | |
| 27 | 20.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | |
| 28 | 21.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | |
| 29 | 22.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | |
| 30 | 23.11 | 696 | 29928 | 29928 | 83798,4 | 14964 | 23782,2852 | 49060,9704 | 72843,2556 | 79147,5888 | Elektriği Co-Gen 3 Tesisinde Üretmeniz Daha Kârlı Olacaktır. | | | | |
| 31 | 24.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | |
| 32 | 25.11 | 696 | 29928 | 29928 | 83798,4 | 14964 | 23782,2852 | 49060,9704 | 72843,2556 | 79147,5888 | Elektriği Co-Gen 3 Tesisinde Üretmeniz Daha Kârlı Olacaktır. | | | | |
| 33 | 26.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | |
| 34 | 27.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | |
| 35 | 28.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | |
| 36 | 29.11 | 696 | 29928 | 29928 | 83798,4 | 14964 | 23782,2852 | 49060,9704 | 72843,2556 | 79147,5888 | Elektriği Co-Gen 3 Tesisinde Üretmeniz Daha Kârlı Olacaktır. | | | | |

Ek-9 “Model 2” Excel Sayfası

| AL65 | | | | Doğrulan | | | | Elimde Olmayan Genel Masse Miktarı (ton) | | | ATMS-1 ve ATMS-2 | | | Masse Miktarı (ton/gün) Kon. ATMS-1 | | | Masse Miktarı (ton/gün) Kon. ATMS-2 | | | Masse Miktarı (ton/gün) Kon. ATMS | | |
|------|------------------------------|-------------------|--------------------------|-----------|-------|-----|-------|--|---|-----|------------------|---|-----|-------------------------------------|---|-----|-------------------------------------|---|-----|-----------------------------------|---|-----|
| | | | | YK | DK | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Spray Dry | ATMS-1 | ATMS-1 | ATMS2 | 2.11 | 208 | 31.10 | 3 | 0 | 300 | 0 | 0 | 300 | 0 | 0 | 300 | 0 | 0 | 300 | 0 | 0 | 300 |
| 2 | 2.Fabrika | 1 | 1 | 1 | 2.11 | 210 | 2.11 | 0 | 0 | 300 | 0 | 0 | 300 | 0 | 0 | 300 | 0 | 0 | 300 | 0 | 0 | 300 |
| 3 | | | | | 3.11 | 237 | 3.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | | ATMS-1 | ATMS-2 | ATMS2 | 4.11 | 296 | 4.11 | 1 | 0 | 300 | 0 | 0 | 300 | 0 | 0 | 300 | 0 | 0 | 300 | 0 | 0 | 300 |
| 5 | | Yokluksuz | Yokluksuz | Yokluksuz | 5.11 | 222 | 5.11 | 3 | 0 | 300 | 0 | 0 | 300 | 0 | 0 | 300 | 0 | 0 | 300 | 0 | 0 | 300 |
| 6 | 2.Fabrika | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 6.11 | 228 | 6.11 | 0 | 0 | 300 | 0 | 0 | 300 | 0 | 0 | 300 | 0 | 0 | 300 | 0 | 0 | 300 |
| 7 | | | | | 7.11 | 30 | 7.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | | ATMS-1 | ATMS-2 | ATMS2 | 8.11 | 153 | 8.11 | 1 | 0 | 300 | 0 | 0 | 300 | 0 | 0 | 300 | 0 | 0 | 300 | 0 | 0 | 300 |
| 9 | | YK | YK | YK | 9.11 | 181 | 9.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | | DK | DK | DK | 10.11 | 189 | 10.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | | | | | 11.11 | 211 | 11.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | Spray Dry | ATMS-1 | ATMS-2 | ATMS2 | 12.11 | 220 | 12.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13 | | YK | YK | YK | 13.11 | 170 | 13.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14 | | DK | DK | DK | 14.11 | 231 | 14.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15 | | | | | 15.11 | 208 | 15.11 | 3 | 0 | 300 | 0 | 0 | 300 | 0 | 0 | 300 | 0 | 0 | 300 | 0 | 0 | 300 |
| 16 | Masse Kapasitesi (ton/gün) | ATMS-1 | ATMS-2 | ATMS2 | 16.11 | 208 | 16.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17 | 2.Fabrika | 300 | 300 | 300 | 17.11 | 200 | 17.11 | 3 | 0 | 300 | 0 | 0 | 300 | 0 | 0 | 300 | 0 | 0 | 300 | 0 | 0 | 300 |
| 18 | | | | | 18.11 | 236 | 18.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19 | Proses (TL/ton*3) | Co-Gen (TL/ton*3) | Elektrik Fiyatı (TL/KWH) | | 19.11 | 144 | 19.11 | 1 | 0 | 300 | 0 | 0 | 300 | 0 | 0 | 300 | 0 | 0 | 300 | 0 | 0 | 300 |
| 20 | | 1.5093 | 1.6393 | 0.9443 | 20.11 | 242 | 20.11 | 3 | 0 | 300 | 0 | 0 | 300 | 0 | 0 | 300 | 0 | 0 | 300 | 0 | 0 | 300 |
| 21 | | | | | 21.11 | 220 | 21.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22 | Co-Gen 2 Kapasitesi (KW/gün) | 34000 | | | 22.11 | 214 | 22.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23 | | | | | 23.11 | 274 | 23.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 24 | Co-Gen 3 Kapasitesi (KW/gün) | 100000 | | | 24.11 | 276 | 24.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 | | | | | 25.11 | 228 | 25.11 | 1 | 0 | 300 | 0 | 0 | 300 | 0 | 0 | 300 | 0 | 0 | 300 | 0 | 0 | 300 |
| 26 | | | | | 26.11 | 278 | 26.11 | 1 | 0 | 300 | 0 | 0 | 300 | 0 | 0 | 300 | 0 | 0 | 300 | 0 | 0 | 300 |
| 27 | | | | | 27.11 | 175 | 27.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 28 | | | | | 28.11 | 202 | 28.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 29 | | | | | 29.11 | 243 | 29.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 30 | | | | | 30.11 | 230 | 30.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 31 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 32 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 33 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 34 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 35 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 36 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 37 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 38 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 39 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 41 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 42 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 43 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 44 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 45 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 46 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 47 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 48 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 49 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 51 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 52 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 53 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 56 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 57 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 58 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 59 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 60 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 61 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 62 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 63 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 64 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 65 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 66 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 67 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 68 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 69 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 70 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 71 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 72 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Ek-10 "2.Fabrika_Enerji_Planı" Excel Sayfası

| 1 | | | | | | | | | | 2 | | | | | | | | | | 3 | | | | | | | | | | 4 | | | | | | | | | | 5 | | | | | | | | | |
|-------------------------------|---------|---------|-------|---------|---------|-------|----------------|--------------------|------|------------------------------|--------------------|-------------|-------------|---|----------------------|----------------------|--|---|-------------------------|--------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 6 | | | | | | | | | | 7 | | | | | | | | | | 8 | | | | | | | | | | 9 | | | | | | | | | | 10 | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | 12 | | | | | | | | | | 13 | | | | | | | | | | 14 | | | | | | | | | | 15 | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | 17 | | | | | | | | | | 18 | | | | | | | | | | 19 | | | | | | | | | | 20 | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | 22 | | | | | | | | | | 23 | | | | | | | | | | 24 | | | | | | | | | | 25 | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | | 27 | | | | | | | | | | 28 | | | | | | | | | | 29 | | | | | | | | | | 30 | | | | | | | | | |
| 31 | | | | | | | | | | 32 | | | | | | | | | | 33 | | | | | | | | | | 34 | | | | | | | | | | 35 | | | | | | | | | |
| 36 | | | | | | | | | | 37 | | | | | | | | | | 38 | | | | | | | | | | 39 | | | | | | | | | | 40 | | | | | | | | | |
| 41 | | | | | | | | | | 42 | | | | | | | | | | 43 | | | | | | | | | | 44 | | | | | | | | | | 45 | | | | | | | | | |
| 46 | | | | | | | | | | 47 | | | | | | | | | | 48 | | | | | | | | | | 49 | | | | | | | | | | 50 | | | | | | | | | |
| 51 | | | | | | | | | | 52 | | | | | | | | | | 53 | | | | | | | | | | 54 | | | | | | | | | | 55 | | | | | | | | | |
| Prosesi [TL/Sm ³] | | | | | | | | | | Co-Gen [TL/Sm ³] | | | | | | | | | | Elektrik Fiyatı [TL/KWh] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1,5393 | | | | | | | | | | 1,6393 | | | | | | | | | | 0,9445 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarih | ATM55-1 | ATM55-2 | ATM52 | ATM65-1 | ATM65-2 | ATM52 | Co-Gen Tüketim | Co-Gen 3 Çıktıları | | | Co-Gen 2 Çıktıları | | | Prosesin Doğalgaz İhtiyacı (Sm ³) | Proses Maliyeti (TL) | Enerji Maliyeti (TL) | Co-Gen Toplam Maliyeti | Dışardan Elektrik Alınması Olacak Maliyet | Verilmesi Gereken Karar | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 31.10 | 300 | 300 | 0 | 12900 | 12900 | 0 | 4256,571429 | 24201,6 | 4236 | 11918,4 | 2214 | 2042,571429 | 3246,258771 | 6977,797543 | 10224,05631 | 11256,9288 | Elektrik Co-Gen 2 Tesisinde Üretilen Daha Karlı Olacaktır. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.11 | 300 | 300 | 0 | 12900 | 12900 | 0 | 4256,571429 | 24201,6 | 4236 | 11918,4 | 2214 | 2042,571429 | 3246,258771 | 6977,797543 | 10224,05631 | 11256,9288 | Elektrik Co-Gen 2 Tesisinde Üretilen Daha Karlı Olacaktır. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.11 | 300 | 300 | 0 | 12900 | 12900 | 0 | 12900 | 0 | 0 | 36120 | 6450 | 6450 | 10250,985 | 21146,97 | 31397,955 | 34115,34 | Elektrik Co-Gen 2 Tesisinde Üretilen Daha Karlı Olacaktır. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.11 | 300 | 300 | 0 | 12900 | 12900 | 0 | 12900 | 0 | 0 | 36120 | 6450 | 6450 | 10250,985 | 21146,97 | 31397,955 | 34115,34 | Elektrik Co-Gen 2 Tesisinde Üretilen Daha Karlı Olacaktır. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8.11 | 300 | 300 | 0 | 12900 | 12900 | 0 | 12900 | 0 | 0 | 36120 | 6450 | 6450 | 10250,985 | 21146,97 | 31397,955 | 34115,34 | Elektrik Co-Gen 2 Tesisinde Üretilen Daha Karlı Olacaktır. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 24201,6 | 4236 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 24201,6 | 4236 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15.11 | 300 | 300 | 0 | 12900 | 12900 | 0 | 4256,571429 | 24201,6 | 4236 | 11918,4 | 2214 | 2042,571429 | 3246,258771 | 6977,797543 | 10224,05631 | 11256,9288 | Elektrik Co-Gen 2 Tesisinde Üretilen Daha Karlı Olacaktır. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 24201,6 | 4236 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17.11 | 300 | 300 | 0 | 12900 | 12900 | 0 | 12900 | 0 | 0 | 36120 | 6450 | 6450 | 10250,985 | 21146,97 | 31397,955 | 34115,34 | Elektrik Co-Gen 2 Tesisinde Üretilen Daha Karlı Olacaktır. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 24201,6 | 4236 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19.11 | 300 | 300 | 0 | 12900 | 12900 | 0 | 4256,571429 | 24201,6 | 4236 | 11918,4 | 2214 | 2042,571429 | 3246,258771 | 6977,797543 | 10224,05631 | 11256,9288 | Elektrik Co-Gen 2 Tesisinde Üretilen Daha Karlı Olacaktır. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20.11 | 300 | 300 | 0 | 12900 | 12900 | 0 | 12900 | 0 | 0 | 36120 | 6450 | 6450 | 10250,985 | 21146,97 | 31397,955 | 34115,34 | Elektrik Co-Gen 2 Tesisinde Üretilen Daha Karlı Olacaktır. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25.11 | 300 | 300 | 0 | 12900 | 12900 | 0 | 4256,571429 | 24201,6 | 4236 | 11918,4 | 2214 | 2042,571429 | 3246,258771 | 6977,797543 | 10224,05631 | 11256,9288 | Elektrik Co-Gen 2 Tesisinde Üretilen Daha Karlı Olacaktır. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26.11 | 300 | 300 | 0 | 12900 | 12900 | 0 | 12900 | 0 | 0 | 36120 | 6450 | 6450 | 10250,985 | 21146,97 | 31397,955 | 34115,34 | Elektrik Co-Gen 2 Tesisinde Üretilen Daha Karlı Olacaktır. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 27.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 28.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 29.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 30.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 24201,6 | 4236 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 31.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 32.11 | 300 | 300 | 0 | 12900 | 12900 | 0 | 4256,571429 | 24201,6 | 4236 | 11918,4 | 2214 | 2042,571429 | 3246,258771 | 6977,797543 | 10224,05631 | 11256,9288 | Elektrik Co-Gen 2 Tesisinde Üretilen Daha Karlı Olacaktır. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 33.11 | 300 | 300 | 0 | 12900 | 12900 | 0 | 12900 | 0 | 0 | 36120 | 6450 | 6450 | 10250,985 | 21146,97 | 31397,955 | 34115,34 | Elektrik Co-Gen 2 Tesisinde Üretilen Daha Karlı Olacaktır. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 34.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 35.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 36.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 24201,6 | 4236 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |