



Bu proje, Avrupa Birliği tarafından finanse edilmektedir



Enerji Verimliliğinde Kurumsal  
Kapasitenin Geliştirilmesi İçin  
Teknik Destek Projesi

# SANAYİ SEKTÖRÜ KIYASLAMA ÇALIŐMALARINI İÇİN DÜZELTME FAKTÖRLERİ



**NIRAS**





**Enerji Verimliliği ve  
Çevre Dairesi Başkanlığı**

---

**SANAYİ SEKTÖRÜ  
KIYASLAMA ÇALIŞMALARI İÇİN  
DÜZELTME FAKTÖRLERİ**

# İÇİNDEKİLER



|   |           |
|---|-----------|
| SUNUŞ   | iii       |
| KISALTMALAR                                   | iv        |
| <hr/>   |           |
| <b>1. GİRİŞ</b>                               | <b>1</b>  |
| <b>2. DÜZELTME FAKTÖRLERİNİN TARTIŞILMASI</b> | <b>4</b>  |
| <b>2.1. ÜRÜN KARMASI DÜZELTME FAKTÖRÜ</b>     | <b>4</b>  |
| <b>2.2. SERAMİK SEKTÖRÜ</b>                   | <b>7</b>  |
| <b>2.3. TEKSTİL SEKTÖRÜ</b>                   | <b>9</b>  |
| <b>2.4. KAĞIT HAMURU VE KAĞIT SEKTÖRÜ</b>     | <b>11</b> |
| <b>2.5. ŞEKER SEKTÖRÜ</b>                     | <b>14</b> |
| <b>2.6. CAM SEKTÖRÜ</b>                       | <b>15</b> |
| <hr/>   |           |



## SUNUŞ

Bu kitapçık, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Enerji Verimliliği ve Çevre Dairesi Başkanlığının (EVÇED) ana faydalanıcı olduğu ve Avrupa Birliği tarafından finanse edilen “Enerji Verimliliğinde Kurumsal Kapasitenin Geliştirilmesi İçin Teknik Destek Projesi” kapsamında hazırlanmıştır.

Genel amacı AB'nin kaynak verimliliği ve iklim eylem hedefleri doğrultusunda enerji verimliliğinin teşvik edilmesi olan projenin, uygulama sürecinde yürütülen faaliyetler ile enerji verimliliğinin sektörel veya sektörler arası düzeylerde teşvik edilmesi hedeflenmiştir.

Bu sürece destek vermek amacıyla yürütülen proje çalışmalarında, kamu kurumlarının, ilgili piyasa aktörlerinin ve paydaş grupların mevcut kurumsal kapasitelerinin güçlendirilmesi amaçlanmıştır. Enerji verimliliği ile ilgili ulusal mevzuatın çerçevesinin daha da iyileştirilmesi ve uygulanabilirliğine teknik destek sağlanması konularında çalışmalar yapılmıştır. Ayrıca, enerji verimliliği uygulamalarının ilerleyen süreçte artarak gerçekleştirilmesinin ülke ekonomisine sağlayacağı faydalar konusunda, somut verilere dayanan analizler ve projeksiyonlar yapılarak gerek ilgili teknik paydaşlar ve gerekse tüm kamuoyunun farkındalığının artırılması da amaçlanmıştır.

Proje kapsamında üretilen çıktıların proje paydaşları ve ilgili kurum ve kuruluşlarla paylaşılması ve mevcut uygulamalara rehberlik etmesi düşüncesiyle bu kitapçık oluşturulmuştur.

Kılavuz olarak da değerlendirilebilecek bu kitapçık, EVÇED - Planlama ve Denetim Daire Başkanlığı uzmanlarının ve proje teknik destek ekibinin ortak çalışmalarının bir ürünüdür.

Ankara, 2021

## KISALTMALAR

|       |  |
|-------|--|
| GJ    | Gigajoule                                |
| HDD   | Isıtma Gün Dereceleri                    |
| İDG   | İklim Düzeltme/Normalleştirme Göstergesi |
| kWh/K | Kelvin başına kilovat saat               |
| MJ    | Megajoule                                |

## GİRİŞ



Bu raporda, sanayi sektörlerinde kıyaslama çalışmalarında kullanılan düzeltme faktörleri ele alınmıştır. Bu kapsamda, bu faktörlerin Çimento, Demir-Çelik, Seramik, Tekstil, Kağıt Hamuru ve Kağıt, Şeker ve Cam sektörlerindeki uygulamaları incelenmiştir.

Düzeltilme faktörleri, aynı sektördeki farklı işletmelerin veya işletmelerin kendi içindeki spesifik enerji tüketimlerinin karşılaştırılmasının benzer koşullarda yapılmasını sağlar. Düzeltme faktörleri, birkaç sektör için geçerli olmaları durumunda genel olabileceği gibi, sektöre özel de olabilir. Ürün Karması Düzeltme Faktörü; tekstil hariç analiz edilen diğer tüm sektörler için uygulanabilir olarak tanımlanan bir genel düzeltme faktörüdür. Tekstil sektöründe uygulanamamasının ana nedeni, sektördeki nihai ürün çeşitliliğinden dolayıdır. Sektöre özgü bazı düzeltme faktörleri de bu raporda ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Her sektör için ilgili düzeltme faktörlerinin prosesler, çalışma koşulları ve ayrıca söz konusu sektörün nihai ürünlerine göre belirlendiğine/ tanımlandığına dikkat edilmelidir.

Sektörel bazdaki düzeltme faktörlerinin genel özeti aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

**Tablo 1: Sektörel Bazdaki Düzeltme Faktörlerinin Özeti**

| SEKTÖR ADI   | DEMİR-ÇELİK | ÇİMENTO | SERAMİK | TEKSTİL | KAĞIT HAMURU ve KAĞIT | ŞEKER | CAM   |
|--|-------------|---------|---------|---------|-----------------------|-------|-------|
| 1 Kapasite Kullanımı   | HAYIR       | HAYIR   | HAYIR   | HAYIR   | EVET                  | HAYIR | HAYIR |
| 2 Prosesler için iklim koşulları düzeltme faktörü                                | HAYIR       | HAYIR   | HAYIR   | EVET    | HAYIR                 | HAYIR | HAYIR |
| 3 Ürün karması   | EVET        | EVET    | EVET    | HAYIR   | EVET                  | HAYIR | EVET  |
| 4 Temel üretim süreci için düzeltme faktörü = temel sıcaklık                     | HAYIR       | HAYIR   | HAYIR   | HAYIR   | HAYIR                 | HAYIR | EVET  |
| 5 Eriyiğin fırında bekleme süresi için düzeltme faktörü                          | HAYIR       | HAYIR   | HAYIR   | HAYIR   | HAYIR                 | HAYIR | EVET  |
| 6 Pancarın şeker içeriği için düzeltme faktörü                                   | HAYIR       | HAYIR   | HAYIR   | HAYIR   | HAYIR                 | EVET  | HAYIR |
| 7 Kağıt hamuru süreci türü için düzeltme faktörü                                 | HAYIR       | HAYIR   | HAYIR   | HAYIR   | EVET                  | HAYIR | HAYIR |
| 8 Kağıt hamurunun işlenen kağıda oranı için düzeltme faktörü                     | HAYIR       | HAYIR   | HAYIR   | HAYIR   | EVET                  | HAYIR | HAYIR |
| 9 Kurutma fırınındaki iklimlendirme şartları ve kalıplanmış parçanın nem içeriği | HAYIR       | HAYIR   | EVET    | HAYIR   | HAYIR                 | HAYIR | HAYIR |

**DÜZELTME FAKTÖRLERİ**

Bir işletmenin spesifik enerji tüketiminin kendi içerisinde veya aynı sektördeki farklı işletmelerle karşılaştırılması için belirli hususların dikkate alınması gerekir. Bunlar, birden fazla sektör için geçerli olabilecek bazı genel düzeltme faktörlerini ve ayrıca bazı sektöre özgü faktörleri içerebilir. Uygulanabilir oldukları durumlarda bu düzeltme faktörlerinin göz önüne alınarak kullanılması, daha ayrıntılı değerlendirme/ karşılaştırma için sağlam bir zemin oluşturmaya yardımcı olacak ve aynı zamanda, incelenmekte olan kuruluşlar/sektörler için kıyaslama analizi yapılmasında anlamlı spesifik enerji tüketim değerleri sunabilecektir.

# DÜZELTME FAKTÖRLERİNİN TARTIŞILMASI

## 2

Bu bölümde, Tablo 1'de verilen düzeltme faktörleri ayrıntılı olarak tartışılmıştır. İlk olarak en yaygın kullanılan düzeltme faktörü tartışılmış, ardından sektöre özgü faktörler detaylandırılmıştır.

### 2.1 ÜRÜN KARMASI DÜZELTME FAKTÖRÜ (Spesifik Enerji Değerlerinde Büyük Farklılıklar Olan Ürünlerin Karması)

Ürün karması düzeltme faktörü, Tekstil ve Şeker dışındaki tüm sektörler için geçerli/kullanılabilir kabul edilir. Tipik bir tesiste birden fazla ürün imal edildiğinden, kıyaslama hesaplamalarında klasik yaklaşım, tüm ürünlerin miktarlarını toplayarak bunları tek bir ürün halinde toplu olarak hesaplamaktır. Farklı ürünlerin spesifik enerji tüketim değerleri birbirinden önemli ölçüde farklı olmadıkları durumlarda bu makul bir yaklaşım olacaktır. Bu şekilde, belirli bir sektörde faaliyet gösteren farklı işletmelerin/fabrikaların birim ürün miktarı başına tükettikleri enerjinin kıyaslanması yoluyla karşılaştırılmaları mümkündür. Ancak farklı ürünlerin spesifik enerji tüketim değerleri arasında büyük farklılıkların söz konusu olduğu durumlarda, genel spesifik enerji tüketimi hesaplaması için daha kesin bir prosedür gereklidir. Aksi takdirde, tesisleri farklı miktarlarda ve farklı ürünler üzerinden karşılaştırmak doğruluk açısından şüpheli olacaktır.

Bu durumda analiz, her bir ürün türü için nisbi enerji tüketimi miktarlarının tesis personeli tarafından yapılan proses hatlarındaki ölçüm, hesaplama ve gözlem faaliyetleri bazında ve ayrıca kapsamlı enerji etütlerine dayanarak gerçekleştirilen ilgili çalışmalara başvurulmasını gerektirir. Her halükârda, nisbi spesifik enerji değerlerinde bir ölçüde belirsizlik olması kaçınılmazdır.

Bu durumda önerilen hesaplama prosedürü şöyledir:

1 Tesisin, en yüksek üretim miktarına sahip ürününü esas veya ana ürün olarak belirleyin. Bir ürünün spesifik enerjisinin ana ürünün spesifik enerjisine oranı “düzeltme faktörü” veya “normalleştirme faktörü” olarak adlandırılır. Doğal olarak ana ürünün düzeltme faktörü 1'dir. En yüksek (veya en düşük) spesifik enerji tüketimine sahip ürünün ana veya esas ürün olarak alınabileceğini unutmayınız. Bu seçim nihai sonucu etkilemeyecektir.

2 Kapsamlı enerji etütlerine dayalı güvenilir düzeltme faktörü verilerinin mevcut olmaması halinde, fabrikadan tüm ürün türlerine ilişkin en iyi düzeltme faktörü tahminlerini girmesini isteyin. Örneğin bir ürünün düzeltme faktörünün 0,85 olması; bu ürünün 1 birimlik üretimi için, ana ürünün 1 birimlik üretimi için tüketilen enerjinin %85'inin gerekli olduğu anlamına gelir. Düzeltme faktörlerine dair tahminler, uygulanan enerji etütlerinin sonuçlarına göre sürekli olarak iyileştirilmelidir.

3 Tesis personelinin en iyi düzeltme faktörü tahminlerini içeren listeleri toplayın ve her bir ürünün sektör ortalamasını temsil edecek ortalamalarını alın. Bu ortalama alma yöntemi, istatistikte kullanılan büyük sayılar yasasıyla tutarlıdır ve genellikle makul kesinlikte sonuçlar verir. Varsa literatürdeki ilgili düzeltme faktörü değerleriyle bu değeri karşılaştırın. Düzeltme faktörleri listesini mevcut tüm verileri göz önünde bulundurarak ve mümkün olduğunca gerçekçi kararlar olarak tamamlayın. Bir sektördeki tüm tesisler için bu değerleri kullanın.

Her bir ürün türünün enerji tüketiminin, enerji ölçümlerine dayalı olarak kesin olarak hesaplanması mümkün olmadığından, bu yaklaşım en pratik yaklaşım olarak değerlendirilebilir. Alternatif bir yaklaşım olarak; mevcut kıyaslama verilerine dayalı olarak, üretilen her ürün için göreceli enerji tüketimlerinin tüm sektörlerle özel bir listesi hazırlanabilir ve bu liste, kullanıcının sektör seçimine göre otomatik olarak yüklenebilir. Bu yaklaşım<sup>1</sup>, ilgili referansta ayrıntılı olarak görülebileceği gibi, Norveç tarafından yürütülen ve Intelligent Energy-Europe tarafından desteklenen bir kıyaslama çalışmasında da kullanılmıştır.

4 Aşağıdakileri yaparak tesisin her bir ürünü için spesifik enerji tüketimini hesaplayın:

a. Her bir ürün için, üretim miktarını ürünün düzeltme faktörüyle çarpın ve sonuçları toplayın.

1. 7 BESS - Benchmarking and Energy management Schemes in SMEs: Description of the Adjustment Factors used within the BESS Web based monitoring and benchmarking, 2007. BESS EIE/04/246/S07.38678 <https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/en/projects/bess>

- b. Ana ürünün spesifik enerji tüketimini birim miktar (kg, ton, m, metreküp, adet vb.) başına kJ, MJ, GJ veya kWh cinsinden elde etmek için, tesisin toplam enerji tüketimini bu toplama bölün. Bu değer başka bir ürünün düzeltme faktörüyle çarpıldığında, sonuç o ürünün spesifik enerji tüketimini verecektir. Bu işlemin her ürün için tekrarlanmasıyla, o tesis tarafından üretilen tüm ürünler için spesifik enerji tüketimi listesi elde edilecektir.
- c. Üretilen ürünlerin spesifik enerji tüketimlerinin ağırlıklı ortalaması, tesisin spesifik enerji tüketimini verir. Burada yalnızca 2 parametre söz konusudur. Bunlarda; Ürün miktarları (i ürünü için  $m_i$ ) ve her ürünün kendi spesifik enerji tüketimidir (i ürünü için  $e_i$ ). Ağırlıklı ortalama (tesisin genel spesifik enerji tüketimi), her bir ürün miktarının kendi spesifik enerji tüketimiyle çarpılması, sonuçların toplanması ve sonucun toplam ürün miktarına bölünmesiyle hesaplanır ( $m_1xe_1+m_2xe_2+ \dots$ )/ ( $m_1+m_2+\dots$ ).

## 2.2. SERAMİK SEKTÖRÜ

Seramik sektöründeki enerji tüketimi, büyük ölçüde üretilen seramiğin türüne bağlıdır. Ürünlerin hammadde bileşimleri ve üretim prosesleri farklı olduğundan, sağlık gereçleri ile karoların karşılaştırılması anlamsız olacaktır.

Spesifik enerji tüketimi, üretilen ürünün türüne bağlıdır ve dolayısıyla hammadde karışımına, nem içeriğine ve pişirme sıcaklıklarına dair gereksinimler buna göre belirlenir. Bu nedenle, üretilen her bir ürün türü için spesifik enerji tüketimini belirlemek önemlidir. Bu değer genellikle kWh/kg veya kWh/parça ürün'dür.

### Düzeltilme Faktörü 1: Ürün karması

Belgenin başında açıklanan düzeltme faktörü uygulanır.

### Düzeltilme Faktörü 2: Kurutma fırınındaki iklimlendirme şartları ve kalıplanmış parçanın nem içeriği

#### Tanım:

Kurutma, seramik sektöründe enerji tüketiminin büyük bir bölümünü teşkil eder. Kurutma işleminin termal enerji ve elektrik tüketimi seramik parçalarının sayısına, kalıplanan parçaların nem içeriğine ve giriş havasının nemi ile sıcaklığına bağlıdır. Yüksek sıcaklığa sahip giriş havası, kurutma için gerekli sıcaklığa getirmek üzere ısıtılırken daha az enerjiye ihtiyaç duyulur. Mutlak nemi düşük olan giriş havası ise, daha yüksek mutlak neme sahip giriş havasına göre daha fazla nem emebilir.

#### Uygulama Örneği:

##### Tünel fırında havayla kurutma

- Fırının termal enerji ve elektrik tüketimi, seramik parçalarının sayısının, seramiğin nem içeriğinin ve ayrıca giriş havasının mutlak nemi ve sıcaklığının bir fonksiyonudur.



### Hesaplama:

- Referans dönem (temel durumun geçerli olduğu dönem) boyunca, fırında havayla kurutma için harcanan spesifik termal enerji ve elektrik tüketimini kaydedin.
- Etkileyici faktörler olan seramik parçaların sayısını ( $X_1$ ) ve yüzde cinsinden nem içeriğini ( $X_2$ ) kaydedin.
- Etkileyici faktörler olan giriş havasının K cinsinden sıcaklığını ( $X_3$ ) ve giriş havasının g/kg cinsinden mutlak nemini ( $X_4$ ) kaydedin.
- Etki değişkenleri  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$  ve  $X_4$ 'ten yararlanarak, elektrik ve termal enerji tüketimi için lineer regresyon gerçekleştirin.
- Referans dönem için lineer regresyon, elektrik ve termal enerji tüketimi için aşağıdaki denklemleri sağlayacaktır. Referans denklemler şöyledir:
- kWh cinsinden elektrik enerjisi =  $m_1 + a_1X_1 + b_1X_2 + c_1X_3 + d_1X_4$
- kWh cinsinden termal enerji =  $m_2 + a_2X_1 + b_2X_2 + c_2X_3 + d_2X_4$ 
  - $a_1$  ve  $a_2$ : kWh/seramik parça cinsinden spesifik enerji tüketimi
  - $b_1$  ve  $b_2$ : kWh/seramik parçanın nem içeriği yüzdesi cinsinden spesifik enerji tüketimi
  - $c_1$  ve  $c_2$ : kWh/K cinsinden spesifik enerji tüketimi (K: Kelvin cinsinden ortam sıcaklığı)
  - $d_1$  ve  $d_2$  ise kWh/(g/kg) ortam havasının mutlak nemi cinsinden spesifik enerji tüketimi.
- Raporlama dönemi için, raporlama döneminde kaydedilen  $X_1$ ...  $X_4$  değişkenleri ile yukarıdaki denklemleri kullanınız. Bu yolla, raporlama dönemi için düzeltilmiş enerji tüketimi elde edilir.
- Referans dönem boyunca kaydedilen enerji tüketiminin raporlama dönemi boyunca düzeltilmiş enerji tüketimi ile karşılaştırılması, verimlilikteki artış veya azalmayı verecektir.

### Not:

Tüm bağımlı ve bağımsız değişkenler için kayıt alma sıklığı aynı olmalıdır. Örneğin, fırının elektrik ve termal enerji tüketimi günlük aralıklarla kaydediliyorsa,  $X_1$  ila  $X_4$  değişkenleri de günlük aralıklarla kaydedilmelidir.

## 2.3. TEKSTİL SEKTÖRÜ

### Düzeltilme Faktörü 1: Proseslerin iklim koşulları

Tekstil proseslerinden bazıları, başta iklimlendirme olmak üzere özel iç mekân iklim koşulları gerektirmektedir. Kıyaslamaya ilişkin güvenilir bir veri tabanı elde etmek için, enerji tüketiminin dış iklim koşullarına bağlı olan kısmının "normalleştirilmesi" gereklidir. Enerjinin bu kısmı, genellikle yıllık tüketimin %25 ila 27'sine ulaşabilmektedir.

Uygun yaklaşımlardan biri "Isıtma gün derecelerini" kullanmaktır. Soğutma yükü, büyük ölçüde dahili ısı kaynaklarına ve güneş ısınımına bağlıdır; dolayısıyla ortam iklimi ile ilişkilendirilemeyecek kadar karmaşık bir konudur.

Önerilen, enerji tüketiminin yalnızca ısıtma gün derecelerinin söz konusu olduğu dönem için normalleştirilmesi olacaktır. Karşılaştırma analizinde, iki dönem için ısıtma gün derecelerinin farkının %10'dan az olması durumunda, bu normalleştirme göz ardı edilebilir.

"İklim göstergesi" hesaplanması için basit algoritma:

Enerji tüketiminin iklim düzeltmesi, ısıtma gün dereceleri kullanılarak yılın ısıtma dönemi için uygulanabilir.

Isıtma gün dereceleri aşağıdaki formülle hesaplanabilir:

$$HDD_i = n_i \cdot (t_t - t_{ort,i})$$

verilen denklemde:

i - Isıtma dönemindeki ay sayısı

$n_i$  - i ayındaki ısıtma günlerinin sayısı,

$t_t$  - Belirli bir teknolojinin tasarımsal olarak gerektirdiği çalışma ortamı sıcaklığı. Farklı gereksinimleri bulunan birden fazla çalışma ortamı bulunması durumunda,  $t_t$  değeri ağırlıklı ortalama olarak hesaplanabilir,

$t_{ort,i}$  - i ayında ilgili konumda gözlenen ortam sıcaklığının aylık ortalamasıdır.

İklime bağılı enerji tüketimiyle çarpılacak iklim düzeltme/normalleştirme göstergesi (İDG) şu şekilde hesaplanabilir:

$$İDG = HDD_{ry} / \sum_{i=1}^n HDD_i$$

verilen denklemde: i - analiz yılının ısıtma dönemindeki ay sayısı,

HDD<sub>ry</sub> - karşılaştırmak için seçilen referans yılın ilgili ısıtma gün derecesi

---

## 2.4 KAĞIT HAMURU VE KAĞIT SEKTÖRÜ

Kağıt hamuru ve kağıt sanayiindeki enerji tüketimi kıyaslanmasını basitleştirmek ve daha doğru hale getirmek için, kağıt hamuru ve kağıt proseslerinin ayrı ayrı kıyaslanması önerilmektedir. Ayrıca hamur yapımı işlemi için farklı hamur proseslerinin de (mekanik, yarı kimyasal, kimyasal ve geri dönüştürülmüş kağıt gibi) kategorize edilmesi ve ayrı, ayrı kıyaslanması önerilmektedir.

Bununla birlikte, bunların ayrı olarak kıyaslanması tercih edilmemişse *Hamur Yapımı Proses Tipi ve Kağıt Hamurunun İşlenen Kağıda Oranı* düzeltme faktörleri de uygulanabilir.

---

### Düzeltilme Faktörü 1: Üretim Karması

Bu belgenin başında açıklanan düzeltme faktörü uygulanır.

---

### Düzeltilme Faktörü 2: Hamur Yapımı Prosesinin Türü

Değişik kağıt hamuru üretim proseslerinin spesifik enerji tüketim değerleri arasında büyük farklılıklar olduğu için, daha kesin bir genel spesifik enerji tüketimi hesaplama prosedürü gereklidir. Aksi takdirde, kağıt hamuru tesislerinin farklı tür prosesler üzerinden karşılaştırılması doğruluk açısından şüpheli olabilir. Bu durumda analiz, her bir ürün türü için nisbi enerji tüketimi miktarlarının tesis personeli tarafından yapılan proses hatlarındaki ölçüm, hesaplama ve gözlem faaliyetleri bazında ve ayrıca kapsamlı enerji etütlerine dayanarak gerçekleştirilen ilgili çalışmalara başvurulmasını gerektirir. Her halükârda, nisbi spesifik enerji değerlerinde bir ölçüde belirsizlik olması kaçınılmazdır.

Bu durumda önerilen hesaplama prosedürü şöyledir:

- 1 En yaygın olarak kullanılan hamur üretim prosesini ana proses olarak belirleyin. Bir hamur üretim prosesinin spesifik enerjisinin ana hamur üretim prosesine oranı “düzeltme faktörü” veya “normalleştirme faktörü” olarak adlandırılır. Doğal olarak, ana hamur üretim prosesinin düzeltme faktörü 1 olacaktır. Diğer prosesler için bu faktör 1’den küçük veya büyük olabilir.
-

- 2 Başlangıçta hamur üretim proseslerinin her biri için kapsamlı enerji etütlerine dayalı spesifik enerji tüketimi değerlerinin mevcut olmadığı durumlarda; hamur üretim proseslerinin göreceli enerji tüketimini belirten, mevcut uluslararası kıyaslama verilerine dayalı bir liste kullanılabilir. Güvenilir, kapsamlı enerji etütlerinden daha fazla ulusal veri alındıkça, bu liste sürekli olarak güncellenebilir.

### Düzeltilme Faktörü 3: Kağıt Hamurunun İşlenen Kağıda Oranı

En önemli unsur, tesiste imal edilen hamur yüzdesidir. Kağıt hamuru ve kağıt üretimi proseslerinin spesifik enerji tüketim değerleri arasında büyük farklılıklar olduğu için, daha kesin bir genel spesifik enerji tüketimi hesaplama prosedürü gereklidir. Bu durum hem kağıt hamuru hem de kağıt üreten endüstriyel birimlerde özellikle geçerlidir. Aksi takdirde, yerinde (işletmede) üretilen hamurun farklı yüzdelerle sahip olduğu kağıt hamuru ve kağıt tesisleri üzerinden kıyaslama yapmanın doğruluğu şüpheli olabilir. Bu durumda analiz, her bir ürün türü için nisbi enerji tüketimi miktarlarının tesis personeli tarafından kağıt ve kağıt hamuru için ayrı olarak yapılan proses hatlarında yapacağı ölçüm, hesaplama ve gözlem faaliyetleri bazında ve ayrıca kapsamlı enerji etütlerine dayanarak gerçekleştirilen ilgili çalışmalara başvurulmasını gerektirir. Her durumda, nisbi spesifik enerji değerlerinde bir ölçüde belirsizlik olması kaçınılmazdır.

Bu durumda önerilen hesaplama prosedürü şöyledir:

- 1 Tesiste üretilen hamurun yüzdelik değerini belirleyin (örn. kağıt hamurunun %100'ünün kağıda dönüştürülmesi)
- 2 Kağıt hamuru ve kağıt yapımı proseslerinin spesifik enerji tüketimini tanımlayın. Bu, güvenilir ve detaylı enerji etütlerine dayandırılmalıdır.
- 3 Tesiste üretilen hamurun temel yüzdelik değerinin, tesiste üretilen hamurun gerçek yüzdesine oranı "düzeltilme faktörü" veya "normalleştirme faktörü" olarak adlandırılır. Doğal olarak, temel yüzdelik değerinin düzeltilme faktörü 1 olacaktır. Diğer oranlar için bu faktör 1'den küçük veya büyük olabilir.
- 4 Düzeltilme faktörünü kağıt hamuru prosesinin spesifik enerji tüketimine uygulayın ve ardından da sektörün normalleştirilmiş toplam spesifik enerji tüketimini hesaplamak için bu değeri kağıt üretim prosesinin spesifik enerji tüketimine ekleyin.

### Düzeltilme Faktörü 4: Kapasite Kullanımı

Üretim kapasitesinin tamamından yararlanılmadığı durumlarda, baz enerji kullanımının (üretim dışı enerji kullanımı) tam kapasite üretime kıyasla daha az birime yayılması nedeniyle spesifik enerji tüketimi genellikle artar. Daha düşük bir üretim kapasitesinin kullanılması ile ilgili ayarlamaların amacı, üretim hızındaki değişikliğin sebep olduğu etkilerin diğer değişkenlerden ve enerji verimliliğindeki değişikliklerden ayrılmasıdır. Ayarlama, yalnızca dış faktörler (şirketin kontrolünün dışında olan faktörler) için kullanılmalıdır.

Kapasite kullanımı için ayarlama yapılırken, baz (üretim dışı enerji tüketimi) enerji tüketiminin aynı kalacağına dikkat edilmelidir. Örneğin, baz enerji tüketimi oranı tam kapasite kullanımda %30 ise, %80'lik kapasite kullanımında bu oran %35'e çıkabilir. Bu durumda baz enerji tüketimi, tam kapasiteli üretimdekine kıyasla toplam enerji tüketiminin daha büyük bir bölümünü oluşturur.

Kapasite kullanım faktörü, farklı tesislerin karşılaştırmalı analizinde kullanılmaz. Daha çok bir tesiste, yıldan yıla karşılaştırmalı analiz yapıldığında faydalıdır. Veri kalitesinin kontrolü için bir araç olarak da kullanılabilir.

## 2.5 ŞEKER SEKTÖRÜ

### Düzeltilme Faktörü 1: Şeker İçeriği

#### Açıklama:

Farklı şeker içeriği yüzdelerine sahip şeker pancarları aynı enerjiyi tüketir, ancak üretim sonucunda farklı nihai (satılabilir) şeker miktarları ortaya çıkar.

#### Uygulama Örneği:

Şeker pancarının şeker yüzdesi bölgeye, hatta bir bölge içindeki üreticilere göre de önemli değişiklikler gösterebilir.

#### Hesaplama:

- 1 Spesifik enerji tüketimi, hammadde olarak temin edilen şeker pancarının birim miktarı için belirlenecek ise düzeltme faktörüne ihtiyaç duyulmaz.
- 2 Spesifik enerji tüketimi üretilen şekerin birim miktarına göre belirlenecekse, düzeltme faktörü şu şekilde hesaplanabilir:
  - Aynı tarladan gelen şeker pancarı bidonlarını tespit edin ve tartın.
  - Bidonlardan şeker pancarı örnekleri alın ve bunların şeker içeriğini ölçün.
  - Ağırlıklı ortalamalarından yararlanarak, tüm yetiştirme sezonu boyunca belirli bir fabrikaya tedarik edilen pancarların ortalama şeker içeriğini belirleyin.
  - Pancarın şeker içeriği için, tüm sektörün temsili ortalaması olacak bir referans değeri belirleyin (örneğin bu değer bir önceki yılın sektör ortalaması olabilir) ve bu şeker içeriği değerinin (bu değeri x olarak adlandıralım) düzeltme değerini 1 olarak belirleyin/tanımlayın.
  - Bir fabrikanın şeker içeriğinin x'e oranı, bu fabrika için 1'den az veya fazla olabilen düzeltme faktörünü verecektir.
  - Bir fabrikanın spesifik enerji tüketimi düzeltme faktörü ile çarpıldığında, bu fabrika tarafından üretilen şekerin birim miktar başına "düzeltilmiş" veya "normalleştirilmiş" spesifik enerji tüketimini verecektir.

## 2.6 CAM SEKTÖRÜ

### Düzeltilme Faktörü 1: Ürün Karması

#### Açıklama:

Her biri farklı kalite gereksinimlerine sahip farklı nihai (satılabilir) ürünler veya ara ürünler, enerji kullanımının değişken olmasına neden olur.

#### Uygulama Örneği:

##### Farklı ürün kalınlıklarında düz cam üretimi:

- Kalınlık, enerji tüketimi üzerinde etkiye sahiptir (işlenebilirlik, termal gevşeme vs.)

#### Hesaplama:

- Referans (baz) yılda kalınlığı x olan belirli bir ürün miktarı için enerji tüketimini ölçün/kaydedin.
- Üretim prosesinden önce ve sonra ölçülen değerlerin kaydını tutun.
- x'in referans (baz) yıldaki spesifik enerji tüketimini hesaplayın.
- Referans (baz) yıldaki kalınlığı y olan ürünlerin belirli bir miktarı için enerji tüketimini ölçün/kaydedin.
- y'nin referans (baz) yıldaki spesifik enerji tüketimini hesaplayın.
- İleriki yıllarda, x ve y spesifik enerji tüketimini hesaplayın ve referans (baz) yıldaki değerler ile ilişkilendirin.

### Düzeltilme Faktörü 2: Temel Üretim Prosesi = Temel Sıcaklık

#### Uygulama Örneği:

Eritme fırınlarının enerji tüketimi esas olarak eritme sıcaklıklarına bağlıdır. (Kaba ve ince eriyik ayırımına dikkat edin.)

### Hesaplama:

- İzabe ocağı/fırınlarda referans (baz) yıldaki ortalama sıcaklığı (yıllık) belirleyin.
- İleriki yıllarda (analiz yılı) izabe ocağı/fırınlardaki ortalama sıcaklığı (yıllık) ölçün/kaydedin.
- Analiz yılındaki değer ile referans yıldaki değer oranı, her bir analiz yılı için düzeltme faktörünü verir.

### Not:

- Her cam işleme şirketi, kendi cam eriyiğini üretmez.
- Burada temel prosesler ve tesisler üzerinde en büyük etkiye sahip diğer faktörler de göz önüne alınmalıdır.

---

## Düzeltilme faktörü 3: Eriyiğin Fırınlarda Bekletilme Süresi

### Uygulama Örneği:

- İstenen cam kalitesi ne kadar yüksekse, cam eriyiğinin ince eritme aralığında o kadar uzun kalması gerekir.
- Bekleme süresinin uzaması, enerji gereksinimlerinin artacağı anlamına gelir.

### Hesaplama:

- İzabe ocağı/fırınlarda referans (baz) yıldaki ortalama bekleme süresini (yıllık) belirleyin.
- İleriki yıllarda (analiz yılı) izabe ocağı/fırınlardaki ortalama bekleme süresini (yıllık) ölçün/kaydedin.
- Analiz yılındaki değer ile referans yıldaki değer oranı, her bir analiz yılı için düzeltme faktörünü verecektir.

### Not:

- Tesise ait veya geri dönüştürülmüş cam kırıklarının belirli oranlarda/miktarlarda kullanılması eritmeyi hızlandırarak enerji tasarrufu sağlar
- Bu parametreler olası düzeltme faktörleri türetmek için kullanılabilir, ancak genellikle diğer sektörlere uygulanamazlar.





Bu proje, Avrupa Birliği tarafından finanse edilmektedir  
This project is funded by the European Union

## Proje Künyesi / Project Identity

### Proje Adı / Title:

Enerji Verimliliğinde Kurumsal Kapasitenin Geliştirilmesi İçin Teknik Destek Projesi / Technical Assistance for Enhancement of Institutional Capacity in Energy Efficiency

### Sözleřme No. / Contract No.:

TR2015/EN/07/A2-01/001

### Süresi / Duration:

24 ay / 24 months (19.03.2019 – 18.03.2021)

### Bütçe / Budget:

3 470 000 Avro / Euros

### Finansman Kaynađı / Source of Funding:

Avrupa Birliği / The European Union

### S zleřme Makamı / Contracting Authority:

Türkiye Cumhuriyeti Hazine ve Maliye Bakanlığı Merkezi Finans ve İhale Birimi / Ministry of Treasury and Finance, Central Finance and Contracts Unit (CFCU)

### Faydalanıcı / Beneficiary:

Türkiye Cumhuriyeti Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı / The Republic of Turkey, Ministry of Energy and Natural Resources

### Yüklenici / Contractor:

NIRAS IC Sp. z o.o. (Polonya) liderliđindeki Energy Saving International AS (Norveç) Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Tasarrufu Merkezi (Yunanistan) ve Rast Mühendislik Hizmetleri Ltd.Őti. (Türkiye) konsorsiyumu. NIRAS IC Sp. z o.o. (Poland) in consortium with, Energy Saving International AS (Norway), Centre for Renewable Energy Sources and Saving (Greece) and Rast M hendislik Hizmetleri Ltd. Őti. (Turkey).

*Bu yayın Avrupa Birliđinin maddi desteği ile hazırlanmıştır. İerik tamamıyla NIRAS IC Sp. z o.o. sorumluluğu altındadır ve Avrupa Birliđinin g r şlerini yansıtılmak zorunda değildir.*

*This publication was produced with the financial support of the European Union. The content of this publication is the sole responsibility of NIRAS IC Sp. z o.o. and can in no way be taken to reflect the views of the European Union.*

### Daha detaylı bilgi için / For further information

T.C.Enerji Tabii Kaynaklar Bakanlığı Enerji Verimliliği ve evre Dairesi Başkanlığı  
The Republic of Turkey, Ministry of Energy and Natural Resources Department of Energy Efficiency and Environment  
<https://enerji.gov.tr/evced>



**NIRAS**

