

Cefic Görüşleri: Kimya Endüstrisinde Endüstriyel Esnekliği Anlamak ve Kolaylaştırmak

İklim nötrlüğüne geçiş, AB elektrik sisteminin işleyişinde temel değişiklikler gerektirmektedir: üretimin termik baz yükten düşük karbonlu ve yenilenebilir kaynaklara kaydırılması ve nihai kullanımların elektrifikasyonu, ilave şebeke kapasitesi ve dengeleme ihtiyaçlarının yanı sıra saha uyarlamalarını da gerektirmektedir. Bunlar tüketiciler için toplam elektrik maliyetini artırmaktadır. Yine de, toplam elektrik maliyetleri engelleyici derecede yüksekse, büyük ölçekli elektrifikasyon gerçekleşmeyecektir.

Elektrifikasyon mücadelesinin özünde yatan temel sorun, bir yandan muazzam yatırım ihtiyaçlarını karşılarken diğer yandan uluslararası rekabetçi enerji maliyetleri sağlamak arasındaki dengeyi tutturma. İklim nötrlüğüne geçişin başarılı olması ve Avrupa'nın rekabetçi bir sanayi temelini koruması için her ikisi de vazgeçilmezdir.

Yaygın ve uygun fiyatlı düşük karbonlu, yenilenebilir ve nükleer enerji için yeni projelere öncelik verilmesi - temel yük profili de dahil olmak üzere - endüstriyel elektrifikasyonun ve rekabet gücünün kilit bir destekçisi olacaktır. AB'nin elektrik sistemindeki yeterli esneklik kapasitesi, sisteme olumlu dışsallıklar sağlarken, sanayi tüketicileri de dahil olmak üzere toplam enerji maliyetlerini düşürmeye yardımcı olabilir.

Maliyet etkin esnek kapasite, arz tarafındaki tedbirlerin (yedek kapasitenin sağlanması veya kesintili üretimin depolama ile bir araya getirilmesi gibi) yanı sıra talep tarafındaki tedbirleri de (dinamik güç satın alma/üretme ve şebeke istikrar hizmetlerinin yanı sıra yerinde enerji depolama yoluyla talep yanıtı anlamına gelir) kaçınılmaz olarak kapsar. Bu rapor, esnekliğin endüstri için rolünü, zorluklarını ve kolaylaştırıcı unsurlarını keşfetmeyi amaçlamaktadır.

AB sanayisinin AB enerji sisteminde daha esnek bir rol oynamasına yönelik beklentiler yüksektir. Yine de, sanayi tesisleri sermaye yoğun olduğundan ve geleneksel olarak istikrarlı bir enerji kaynağı ile maksimum yükte çalışacak şekilde optimize edildiğinden, baz yük kullanıcılarının tüketim profilini değiştirmenin zorlukları büyüktür. Esneklik ancak sanayinin rekabetçi konumunu iyileştirdiği takdirde sanayi tarafından sağlanacaktır; rekabetçi baz yük kaynaklarının yerine geçmez.

Yine de, sanayinin esnek bir şekilde çalışma olasılığı, hem teknik fizibilite hem de üretim verimliliği üzerindeki etki açısından daha geniş bir söylemde genellikle aşırı basit bir şekilde ele alınmaktadır. Endüstriyel esneklikle ilgili mevcut tartışmayı bilgilendirmeye yardımcı olmak için bu rapor ana hatlarıyla şunları belirtmektedir:

1. Kimya endüstrisinin esneklik potansiyelinin anlaşılması
 - a. Süreçlerin kademeli bağlantıları
 - b. Teknik ve güvenlik sınırlamaları
 - c. Kimyasal ürünlerin sahada güvenli bir şekilde depolanmasına ilişkin sınırlar
2. Sanayide esnekliği teşvik etmenin önündeki ekonomik engeller ve siyasi kolaylaştırıcılar
 - a. Sanayide esneklik potansiyelinin geliştirilmesinin teşvik edilmesi
 - i. Piyasa Erişimi
 - ii. Ağ Erişimi & Tarifeler
 - b. Sanayide artan esnekliğin tesis verimliliği ve emisyon üzerindeki etkisi
3. Yerinde enerji üretimi ve enerji depolama çözümleri aracılığıyla endüstriyel esnekliğin geliştirilmesi

1. Kimya endüstrisinin esneklik potansiyelinin anlaşılması

Kimya endüstrisi, bazıları elektrikli, diğerleri ise enerji ihtiyaçları için moleküllere dayanan çeşitli süreçlere ev sahipliği yapmaktadır. Kimya sektörü toplamda en büyük endüstriyel enerji tüketicisi (2022 yılında hem enerji hem de hammadde için 1262 TWh)¹ ve en büyük endüstriyel elektrik tüketicisidir (2022 yılında 157 TWh)¹. Ayrıca, uluslararası rekabet koşulları altında faaliyet göstermektedir.

Esneklik potansiyelini değerlendirirken kimya endüstrisinin temel olarak baz yükte, yani düz bir tüketim profilinde çalıştığını göz önünde bulundurmak gerekir. Bunu maliyetler, hammadde verimini optimize etmek, kaynak kullanımı ve emisyonlar, sermaye yoğunluğu, teknik gereklilik ve sürdürülebilirlik gibi nedenlerle yapmaktadır. Bu tüketim modelleri ve ürünler, saha özellikleri ve ekonomik hususlar, belirli bir sanayi tesisinin dinamik olarak nasıl elektrik tüketebileceğini şekillendirir.

Bu bölümün amacı kimya endüstrisinin esneklik kapasitesinin ayrıntılı bir ölçümünü sunmak ya da bir kimya sahasındaki esneklik için teknik kapasiteyi herhangi bir derinlikte özetlemek değildir.²

Daha ziyade, aşağıdaki kategorizasyon, bir kimya tesisinde bulunabilecek esnekliği artırmaya yönelik teknik sınırlamalara giriş niteliğinde bir genel bakış sağlamak içindir. Özellikle klor-alkali endüstrisinin esneklik potansiyeline daha derinlemesine bir bakış için dipnottaki makale incelenebilir.³

Elektrik tüketimini/üretimini dinamik olarak ayarlama kapasitesi anlamına gelen 'endüstriyel esneklik' bağlamında çeşitli endüstriyel süreçlerde teknik sınırlamalar genel olarak aşağıdaki - kapsamlı olmayan- kategorilere ayrılır:

a. Süreçlerin kademeli bağlantıları

Kimya sahalarındaki süreçler izole bir şekilde çalışmaz; bunun yerine, farklı süreçler ve teknolojiler genellikle basamaklı bir şekilde birbiriyle bağlantılıdır. Bu, hammaddeleri ve ara/bitmiş ürünleri için birbirine bağımlı olan birden fazla sürecin birbirine bağlanmasını içerebilir. Aynı zamanda bağlantılı ısı geri kazanımı yoluyla proses ısısı için birbirine bağımlı olan prosesleri de içerebilir.

Birden fazla sürecin birbirine bağlanma şekli münferit sahalara özgü olabilir, yani belirli bir sürecin esneklik potansiyeli hakkında genel ifadeler mümkün değildir. Bu karşılıklı bağlantılar nedeniyle, bir prosesin esneklik sınırlamaları diğerlerinin ve hatta tüm tesisin esneklik potansiyelini sınırlayabilir.

Bu birbiriyle ilişkili sistemi daha dinamik bir şekilde çalışmaya zorlamak, yukarı ve aşağı değer zincirleri ile üretim ve tesis güvenliği üzerinde istenmeyen etkileri önlemek için yalnızca sahadaki bilgili bir uzman tarafından yapılmalıdır. Bu nedenlerle, esneklik tedbirlerinin gönüllülük esasına dayanmasının önemini vurguluyoruz.

¹ Eurostat Figures

² For a more in-depth look, refer to this study ([PDF](#)) [Electrical Flexibility in Chemical Industry: Technical Possibilities, Valorisation Paths and Ecological Benefits \(researchgate.net\)](#), as well as: [Study of electrical flexibility at the INEOS chemical sites in Belgium \(FLEX\) – Department of Electro Mechanical, Systems and Metal Engineering – Ghent University](#)

³ Eurochlor: [Flexibility Fact Sheet](#)

b. Teknik ve güvenlik sınırlamaları

Kimyasal prosesler genellikle, işlenen maddelerin artık güvenli bir şekilde işlenemeyeceği veya prosesin ekonomik olarak çalıştırılmayacağı bir kapasite kullanım sınırına sahiptir. Buna ek olarak, bir prosese entegre edilen makineler veya motorlar sınırlı rampa hızlarına, ortam sıcaklıklarına karşı hassasiyete ve yükü güvenli bir şekilde ayarlamak için uzun tepki sürelerine sahip olabilir. Belirli bir sahadaki bu sınırlamaların sayısı ve birbirleriyle bağlantıları önemli olabilir ve yine en iyi ilgili tesis operatörleri tarafından bilinecektir.

Prosesleri tamamen kapatmak prensipte mümkündür, ancak kimya endüstrisi bir start & stop endüstrisi değildir. Tesisler güvenli koşullar altında duracak şekilde tasarlanmıştır, ancak üretimdeki herhangi bir durma, süreçlerin uzun (ve maliyetli) bir şekilde kapatılmasını ve yeniden başlatılmasını, ekipmanda aşınma ve yıpranmayı, daha yüksek enerji tüketimini ve ek emisyonları gerektirecektir.

Kimya tesislerinin ve diğer zincirlerinin derin entegrasyonu göz önüne alındığında, bu kesintilerin diğer süreçler ve tesisler üzerinde de domino etkisi yaratabilir. Ayrıca ürün kalitesini, üretim ve teslimat sürelerini etkiler ve müşterilere yönelik sözleşmelerin yerine getirilmesini ve dolayısıyla sektörün rekabetçi konumunu etkileyebilir. Bu da yine kimya sektöründe esneklik potansiyelinin kullanılabilirliğine sınırlamalar getirmektedir.

c. Kimyasal ürünlerin sahada güvenli bir şekilde depolanmasına ilişkin sınırlar

“Endüstriyel esneklik”, yeterli ek üretim kapasitesinin mevcut olması koşuluyla, fazlalık zamanlarında şebekeden enerji almak anlamına geldiğinde, bu enerji aslında kimyasal ürünlerde ve ara ürünlerde depolanacaktır.

Bir sanayi tesisinin ilave ürün depolama kapasitesi, tehlikeli veya patlayıcı maddeler söz konusu olduğunda hem yasal olarak hem de fiziksel olarak (yani yeterli depolama alanının mevcudiyeti) sınırlıdır.

Örneğin, klor-alkali elektrolizinin - prensipte - gün öncesi ve hatta gün içi piyasada/dengeleme piyasasında esnek kapasite sunma potansiyeli vardır, tüm doğru koşulların mevcut olması şartıyla. Ancak, bir kimya sahasında yasal olarak ne kadar kostik soda, klor ve hidrojen (SEVESO sahaları durumunda) depolanabileceğine dair sınırlamalar mevcuttur. Bu da belirli bir sahanın absorbe edebileceği enerji miktarını sınırlamaktadır. Enerji depolama varlıkları bu sınırlamaların bazılarının hafifletilmesine potansiyel olarak yardımcı olabilir (bkz. Bölüm 3).

2. Sanayide esnekliği teşvik etmenin önündeki ekonomik engeller ve siyasi kolaylaştırıcılar

Birinci bölümde özetlenen teknik sınırlamalara ek olarak, politik-ekonomik engeller de sanayide esnekliğin yaygınlaşmasını engelleyebilir. Esneklik, üretim kayıpları, ek depolama ve/veya üretim kapasitelerine yapılan yatırımlar ve ayarlama maliyetleri de dahil olmak üzere şirketler için önemli ek maliyetler yaratabilir. Ayrıca daha yüksek personel maliyetleri, daha düşük hammadde verimi, daha yüksek spesifik sabit maliyetler, artan bakım maliyetleri, daha yüksek enerji veya kimyasal depolama talebi ve değişen süreç parametreleri nedeniyle ürün

kalitesinin düşmesi riskini de beraberinde getirebilir. Ayrıca esneklik, maliyetleri artırabilecek ve enerji verimliliğini olumsuz etkileyebilecek diğer girdi faktörlerinde de benzer bir esneklik gerektirebilir.

Bu nedenle talep tarafı katılımında gönüllü bir artış ancak uygun şekilde ücretlendirildiği veya teşvik edildiği takdirde ekonomiktir. Bu amaçla, aşağıdaki hususları ortaya koyuyoruz:

- a. Sanayide esneklik potansiyelinin geliştirilmesinin teşvik edilmesi
 - i. Piyasa Erişimi

Doğru fiyat sinyalleri esnekliğin verimli bir şekilde kullanılması lehine çok değerli teşvikler sağlar. Tüm tüketici gruplarının fiyat sinyallerine erişimini genişletmek için endüstriyel kullanıcıların gün öncesi, gün içi veya kapasite piyasalarını içerebilecek esneklik piyasalarına katılımının önündeki mevcut engellerin azaltılmasını öneriyoruz.

Bu, yasal engellerin kaldırılmasının yanı sıra yeni piyasa hizmetlerinin geliştirilmesini de kapsamaktadır; örneğin sistem verimliliğini artırmak için daha küçük, geleneksel olmayan piyasa oyuncularının esneklik potansiyelinin bir araya getirilmesine yardımcı olmak veya yavaş tepki veren yükten esneklik hizmetleri sağlamak.

- Öneri: Esneklik piyasalarına katılım gönüllü olmalı, adil bir şekilde ücretlendirilmeli ve tüm piyasa katılımcılarına açık olmalıdır.
- Öneri: Toplayıcılar gibi hizmet sağlayıcılar esneklik piyasasının gelişimini ve erişimini kolaylaştırmaya yardımcı olabilir.
 - Rollerini güçlendirilmeli ve oluşumlarının ve piyasaya katılımlarının önündeki yersiz engeller kaldırılmalıdır.

Kısa vadeli toptan satış piyasasına maruz kalmanın daha fazla endüstriyel esnekliği teşvik etmek için önemli bir itici güç olduğunu unutmayın. Bu maruziyet, yakın zamanda revize edilen Elektrik Piyasası Tasarımından (EMD) ortaya çıkan endüstriyel enerji tedarikine ilişkin baskın anlatılara ters düşmektedir. EMD, PPA'lar gibi uzun vadeli sözleşmeleri endüstriyel oyuncular için merkezi olarak tanımlamaktadır. Uzun vadeli sözleşmeler kapsamında elektrik tedarikine yönelme ile kısa vadeli piyasalara maruz kalma yoluyla daha fazla endüstriyel esnekliği teşvik etme arasında doğal bir gerilim vardır.

ii. Ağ Erişimi ve Tarifeler

Şebeke tarifeleri, daha esnek tüketici davranışını ve depolama varlıklarının konuşlandırılmasını ücretlendirmek için başka bir yol sağlayabilir. Daha da önemlisi, şebeke tarifesi belirleme yoluyla esnekliğin teşvik edilmesi, baz yük tüketiminin cezalandırılması pahasına olmamalıdır. Tamamen elektrikli süreçler bile yukarıda açıklanan teknik sınırlamalar nedeniyle esnek çalışma potansiyeline sahip olmayabilir ya da sınırlı olabilir. Yasaklayıcı şebeke tarifeleri, bu baz yük proseslerinin elektrikleştirilmesi için iş durumunu zayıflatacaktır ve bundan kaçınılmalıdır.

Esnekliği teşvik etmek için ulusal transmisyon sistemi operatörü (TSO) programlarının geliştirilmesini göz önünde bulundurarak, şunu tavsiye ediyoruz:

- Öneri: Kesin olmayan bağlantı anlaşmaları, talep tarafı katılımı, depolama ve/veya yerinde üretim kapasitesi ile sağlanan esneklik potansiyeline sahip sanayi tesisleri için şebekeye erişimi kolaylaştırabilir.
- Öneri: Bununla birlikte, kullanım zamanı tarifeleri esneklik kaynaklarının ölçeklendirilmesi lehine sinyaller sağlayabilir:
 - Esneklik potansiyeli sınırlı olan veya hiç olmayan temel yük tüketimi muaf tutulmalıdır.
 - Süreçlerinin özgünlüğü göz önünde bulundurulduğunda, daha fazla esnekliği kolaylaştırmayı amaçlayan TSO ürünlerinin geliştirilmesinde endüstriyel kullanıcılara danışılması ve bu ürünlerin alımının gönüllülük esasına dayanması önemlidir.
 - Piyasa entegrasyonu açısından, TSO düzeyinde 'esneklik teşviklerinin' yaygınlaştırılması mümkün olduğunca AB düzeyinde koordine edilmelidir.
 - İlgili TSO ürünlerinin benimsenmesi, tüketicilerin yerel düzeyde gelecekteki esneklik ihtiyaçlarına dair sahip oldukları görünürlüğe kritik ölçüde bağlı olacaktır.

b. Sanayide artan esnekliğin tesis verimliliği ve emisyon üzerindeki etkisi

Küresel imalat sanayinin çoğu - kimya sektörü de dahil olmak üzere - operasyonel verimlilik, maliyet rekabeti ve teknik gereklilik nedenleriyle genellikle yüksek kapasite kullanımıyla temel yük profilinde çalışmaktadır. Daha dinamik bir tüketim profiline geçiş - teknik olarak mümkün olsa bile - endüstriyel süreçlerin verimliliğini azaltacak, daha fazla (göreceli) emisyonu ve daha düşük enerji verimliliğine, daha düşük hammadde verimine ve temel sürece bağlı olarak belirli bir tesisi daha dinamik bir şekilde çalıştırmak için daha yüksek toplam maliyetlere yol açacaktır.

- Öneri: Enerji Verimliliği Direktifi (EED) kapsamında enerji denetimlerinden ve enerji yönetim sistemlerinden gelen tavsiyeler, endüstriyel esnekliğin ölçeklendirilmesinde darboğazlar olarak karşımıza çıkmamalıdır.
 - Buna karşılık, gönüllü talep tarafı esnekliğinin sağlanmasının mevcut yasal ve devlet yardımı çerçeveleri dahilinde enerji verimliliği kriterlerinin karşılanması üzerinde olumsuz bir etkisi olmamalıdır.
- Öneri: Çalışma oranlarındaki dalgalanmalar değişen emisyon yükleri ile sonuçlanacak ve bu da IED çalışma izinlerinde sorunlara yol açacaktır. Bu dalgalanmaların normal çalışma aralıklarının dışında kaldığı durumlarda, OTNOC (normal çalışma koşulları dışında) olarak ele alınmaları gerekecektir. Bunlar için daha iyi kontrollerin tanımlanması gerekecektir.

3. Yerinde enerji üretimi ve enerji depolama çözümleri aracılığıyla endüstriyel esnekliğin geliştirilmesi

Yerinde enerji üretimi, şebeke dengeleme hizmetleri için potansiyel sağlayabilir (elektrik üretiminin azaltılması veya artırılması yoluyla) ve talep tarafı katılımı ilişkili bazı zorlukları hafifletebilir. Özellikle tesis içi enerji üretiminin en azından kısmen yedek olarak hizmet verdiği durumlarda, şebekeyi beslemek için bir miktar kapasite mevcut olabilir. Bu düzenlemeler, örneğin bazı CHP tesisleri için bugün zaten mevcuttur, ancak yerinde üretim teknolojilerinin

gelişimine bağlı olarak gelecekte daha büyük bir rol oynayabilir.⁴

Endüstriyel tesislerde enerji depolama çözümlerinin ölçeğinin büyütülmesi de daha dinamik üretim araçlarına cazip bir alternatif veya tamamlayıcı olabilir. Burada “enerji depolama”, elektrik enerjisinin depolanması anlamına gelebilir; bu ister güçten elektriğe (ısı, hidrojen, kimyasal ara ürünler), ister elektrikli batarya, termal enerji depolama veya mekanik depolama (su, basınçlı hava) olsun.

Bu depolama teknolojileri, ilgili endüstriyel kullanıcının daha istikrarlı bir üretim sürdürmesini sağlarken aynı zamanda elektrik tüketimini azaltarak veya artırarak şebeke dengeleme hizmetleri de sağlayabilir. Böylece, yukarıda bahsedilen daha esnek üretim modellerinin bazı olumsuz yan etkilerinden kaçınırlar.

Bununla birlikte, yüksek ön yatırım maliyetleri, endüstriyel tesislerde büyük ölçekli dağıtımlarını engellemektedir. Depolama çözümlerinin pazarda yaygınlaşmasının ilk aşamalarında, AB düzeyinde mümkün olduğunca uyumlu hale getirilmiş uygun destek önlemlerinin alınmasını öneriyoruz.

Benzer şekilde, daha yüksek üretim kapasitesi kullanımı, üretilen ürünleri yeterince depolayabilmeleri koşuluyla, arz zirveleriyle orantılı olarak üretimi artırabilecek olan endüstriyel kullanıcılar için talebe yanıt verme konusunda daha fazla alan sağlayabilir. Özünde bu, kimyasal ürünler şeklinde “enerji depolamayı” mümkün kılacaktır.

Enerji depolama çözümlerinde olduğu gibi, ek kapasite ve yerinde üretime yapılan bu yatırımlar yüksek ön maliyetlerle karşı karşıyadır. Buna ek olarak, imalat sanayilerinde daha dinamik üretim profillerinin yürütülmesi, artan üretimi absorbe etmek için yeterli depolama olanaklarına (ve belirli tehlikeli ürünleri depolama hakkına) bağlıdır.

- Öneri: Devlet yardımı, sanayi tesislerindeki depolama varlıklarının yanı sıra şebekeye rekabetçi dengeleme hizmetleri sağladıkları durumlarda kapasite genişletmeleri ve yerinde üretim için sermaye finansmanını da içermelidir. Destek tedbirleri AB düzeyinde mümkün olduğunca uyumlu hale getirilmelidir.
 - Operasyonel harcama sübvansiyonları da yatırımların riskini azaltmak ve depolama çözümlerinin toplam maliyetini düşürmek, özellikle de teknolojilerin gelişmesine ve olgunlaşmasına izin vermek için çok önemlidir.
- Öneri: Kapasite yeniden ücretlendirme planları, daha dinamik üretim modelleriyle ilişkili operasyonel harcamaların karşılanmasına yardımcı olmak için hem mevcut hem de yeni inşa edilen kapasiteyi piyasaya sunmak üzere endüstriyel kullanıcılara açık olmalıdır.
 - “Behind the meter” depolama, kapasite mekanizmalarına hak kazanma ve şebekeye yan hizmetler sağlama (teknik olarak mümkün olduğunda) söz konusu olduğunda şebekedeki bağımsız depolama tesisleriyle eşit muamele görmelidir.

Bunlara ek olarak, bölüm 2 a) altındaki tavsiyeler benzer şekilde endüstriyel sahalardaki depolama varlıklarına da uygulanabilir.

⁴ [Fact Sheet](#): Chemical Industry Views on Facilitating Industrial Small Modular Reactor (SMR) Deployment

Endüstriyel esnekliğin, uluslararası düzeyde rekabetçi bir enerji sisteminin tasarlanmasına yönelik daha geniş bir bağlamda bir bileşen olarak anlaşılması gerektiğini yineliyoruz. Baz yük profili de dâhil olmak üzere uygun fiyatlı ilave düşük karbonlu, yenilenebilir ve nükleer enerjiyi piyasaya sunan arz yönlü tedbirler, AB'nin enerji ihtiyaçlarının karşılanmasında merkezi öneme sahiptir.

For more information please contact:
Nicolai Romanowski, Energy Manager
Cefic
Tel. +32496266052, nro@cefic.be

About Cefic
Cefic, the European Chemical Industry
Council, founded
in 1972, is the voice of large, medium and
small chemical companies across Europe,
which provide 1.2 million jobs and account
for 15% of world chemicals production.