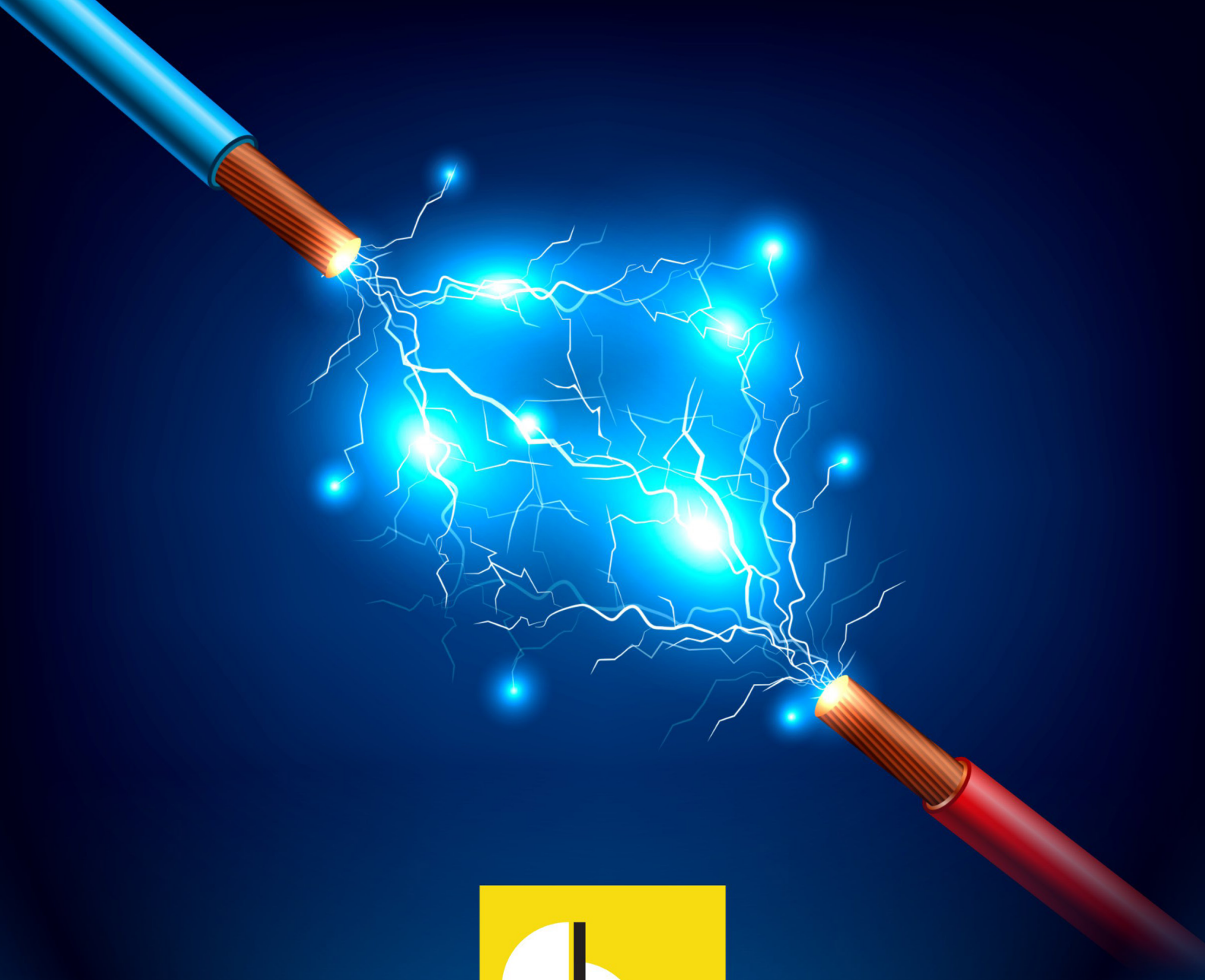




KKTC GÜNCEL ELEKTRİK ÜRETİM DURUMU VE ENTERKONNEKTE BAĞLANTI SEÇENEKLERİ

Mart 2023

KKTC GÜNCEL ELEKTRİK ÜRETİM DURUMU VE ENTERKONNEKTE BAĞLANTI SEÇENEKLERİ

Mart 2023

Hazırlayanlar:
Prof. Dr. Murat Fahrioğlu
Prof. Dr. Serkan Abbasoğlu



Kibris Türk Ticaret Odası
Turkish Cypriot Chamber of Commerce

+90 392 228 37 60

Kibris Türk Ticaret Odası

90 Bedrettin Demirel Caddesi, Lefkoşa - North Cyprus

www.ktto.net

İçindekiler

Önsöz	7
-------------	---

Yönetici Özeti	8
----------------------	---

1.Giriş.....	10
--------------	----

1.1. Kıp-Tek Mevcut Durum ve Projeksiyon	10
--	----

1.2.ABHedefleri&YeşilMutabakatveEnterkonnekte.....	11
--	----

2.Enterkonnekte Sistemleri	13
----------------------------------	----

2.1. HVAC Teknolojisi	14
-----------------------------	----

2.2. HVDC Teknolojisi	15
-----------------------------	----

2.3. HVDC ile HVAC Sistemlerin Karşılaştırılması	17
--	----

2.4. Önerilen Enterkonnekte Sistem Detayları; HVDC VSC	19
--	----

2.4.1. Birinci Aşama	19
----------------------------	----

2.4.2. İkinci Aşama	20
---------------------------	----

2.5. Karar Sürecinde Dikkat Edilecek Hususlar	20
---	----

Önsöz

Enerji, insan faaliyetlerinin yanısıra ekonomik ve sosyal kalkınmanın temel bir gerekliliğidir. Enerji, yaşam kalitesinin gelişimine zemin hazırlayan, ekonomik ve sosyal gelişimi temin eden bir çok hizmetin vazgeçilmez bileşenlerinden birisidir. Bu yüzden enerjiye makul fiyatta ve kesintisiz olarak ulaşmak ülkelerin refah seviyesi gelişimlerinin ön şartı kabul edilmektedir.

Enerji üretildikten sonra tüketicilere güvenilir bir şekilde ulaştırılması için çeşitli dağıtım şekilleri kullanılmaktadır. Bunlardan bir tanesi de enterkonnekte şebekeleridir. Enterkonnekte, enerjide arz güvenliğini ve yenilenebilir enerji kullanımını maksimum düzeye çıkararak önemli avantajlar sunmaktadır. Kıbrıs Türk Ticaret Odası olarak, Türkiye’den kablo ile elektrikte enterkonnekte bağlantısına büyük önem veriyoruz. “KKTC Güncel Elektrik Üretim Durumu ve Enterkonnekte Bağlantı Seçenekleri” Raporumuzda, ülkemizin elektrik üretiminin tarihçesi özetlenmiş, tüketiminin projeksiyonu yapılmış, 2040 yılında karşımıza çıkması beklenen puant hesaplanmış, KKTC ve TC arasında olabilecek enterkonnekte opsiyonları değerlendirilmiş ve en uygun teknoloji gerekçeleri ile birlikte tartışılmıştır. Raporun sonunda enterkonnekte yatırımının önemi yanı sıra ülkemizde kaliteli, verimli, çevre dostu ve fiyat olarak daha uygun elektrik üretimi ve dağıtımının mümkün olması için atılacak adımlarda ifade edilmiştir.

Raporumuzun Türkiye’den kablo ile elektrikte enterkonnekte sistemi konusunda nerede durduğumuza ve neler yapılması gerektiğine güçlü bir referans olacağını ve bir yol haritası olarak bize ışık tutacağını değerlendiriyoruz. Prof. Dr. Murat Fahrioğlu ve Prof. Dr.Serkan Abbasoğlu kapsamlı bir çalışmayla elinizde tuttuğunuz bu raporu kaleme almışlardır. Kendilerine ve katkı koyan herkese teşekkürlerimi sunuyorum. Kıbrıs Türk Ticaret Odası bu konunun takipçisi olmaya ve bunların geniş kesimler ile tartışılabilmesi için toplumsal diyalog kanallarının oluşumuna katkı koymaya devam edecektir.

Saygılarımla,

Turgay Deniz
Kıbrıs Türk Ticaret Odası Başkanı

Yönetici Özeti

Tüm dünya ülkelerinin olduğu gibi Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'nin de enerjide kaynak çeşitliliğine ve alternatif çözümlere ihtiyacı vardır. Adamıza gelen yakıtların şu an için yaklaşık olarak yarısının elektrik üretmek için kullanıldığı düşünüldüğünde ve elektrik tüketiminin sürekli olarak arttığı dikkate alınır, ki bu süreç Avrupa Birliği'nin Yeşil Mutabakatı da elektrifikasyonun artırılmasını hedefleri arasında tutmaktadır, öncelikli adım atılması gereken alanın elektrik üretimi olduğu görülmektedir. Bu alanda, Güneş enerjisinde elektrik üreten sistemlere yapılan yatırımlar pik güç olarak, 100 MW'ı aşmıştır, yüksek bir miktar olsa da sistemlerin düşük kapasite faktörleri sebebi ile ancak elektrik ihtiyacımızın % 8-9 seviyelerindeki kısmını karşılayabilmektedirler. Dolayısı ile bu sistemlere ek olarak başka kaynakları da izole şebekemize eklememiz gerekmektedir. Bu kaynaklardan biri de enterkonnekte elektrik bağlantısı olarak değerlendirilebilir.

Avrupa Birliği'nin 2020 Enerji Hedefleri incelendiğinde; %10 seviyesinde elektrik enterkonnektesi zorunluluğu varken, bu oranın 2030 yılı için %15'e yükseltilmesi de bu konunun sadece KKTC için değil tüm dünya açısından da kabul gören bir alternatif olduğunu söyleyebiliriz. Enterkonnekte sistemler hem üretim maliyetinin düşürülmesi hem enerji fazlasının paylaşılabilmesi hem de enerji kalitesi ve arz güvenliği açısından önemli birçok avantajı önümüze getirmektedir. Mekong Bölgesi ülkeleri (Çin, Kamboçya, Vietnam, Tayland..v.b.) için yapılan bir araştırmada yazar Enrique Crousillat'a göre; bu ülkeler arasında tam enterkonnekte bağlantı gerçekleşmesi durumunda bir yılda toplamda 10.4 milyar dolar tasarruf edileceği söylenmektedir. Dolayısı ile doğru tasarlanan bir enterkonnekte sistem ülkemize de birçok avantaj getirecektir. Başta elektrik arz güvenliği ve düşük elektrik üretim maliyetleri olmak üzere enerji sepetimizin çeşitlendirilmesi, Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından üretilebilecek fazla elektriğin satılabilmesi ve çevresel sorunların azaltılmasını bunların başlıcaları olarak sayabiliriz. Bu noktada enterkonnekte bağlantısının doğru tasarlanması, inşası ve işletilmesi önem kazanmaktadır.

Ada şebekesinin hassasiyeti ve sürekli artan ihtiyaç, ki 2040 yılında puantımızın 900 MW olacağı düşünülmektedir, dikkate alınarak kapasitenin öngörülmesi, Avrupa Elektrik Sistem Otoritesi'nin (ENTSO-E) yaklaşımı ve güncel teknolojiler değerlendirildikten sonra en doğru sistemin teknik olarak belirlenmesi, enterkonnekte sisteminin finans ve yatırım modeline karar verilmesi, mülkiyet ve yatırımcı/işletmeci gibi önemli konuların netleştirilmesi gereklidir.

Bu çalışmada KKTC'nin elektrik üretiminin tarihçesi özetlenmiş, tüketiminin projeksiyonu yapılmış, 2040 yılında karşımıza çıkması beklenen puant hesaplanmış, KKTC ve TC arasında olabilecek enterkonnekte opsiyonları değerlendirilmiş ve en uygun teknoloji gerekçeleri ile birlikte tartışılmıştır. Bir sonraki adımda doğru kapasiteye göre objektif teknik ve ekonomik parametrelerin yer aldığı detaylı bir fizibilite çalışması yapılması ve akabinde de finansman şeklinin belirlenerek uluslararası bir ihale ile sürecinin başlatılması ivedidir. Bunların yanı sıra iletim sistemi işletmecilerinin karşılıklı olarak detaylı çalışmalarını yapması ve mülkiyet konusunun netleştirilmesi öncelikli adımlardan olmalıdır. Diğer yandan çalışmanın sonunda enterkonnekte yatırımının önemi yanı sıra ülkemizde kaliteli, verimli, çevre dostu ve fiyat olarak daha uygun elektrik üretimi ve dağıtımının mümkün olması için atılacak adımlarda ifade edilmiştir. Bu adımları aşağıdaki şekilde sıralayabiliriz;

- Türkiye Cumhuriyeti ve/veya başka bir büyük şebeke ile uygun modelde bir enterkonnekte bağlantısı kurulması,
- Baz santral olarak yüksek verimli ve temiz yakıtlı bir Kombine Çevrim santral yatırımı yapılması,

- Yerel şebekenin güçlendirilmesi ve Elektrik otoritesinin daha sağlıklı arıza takibi/veri kayıdı/veri analizi yapabilmesine olanak yaratılması,
- Yenilenebilir enerji yatırımlarının şebeke dostu teknolojiler kullanılarak devam ettirilmesi.

Bu adımların atılması durumunda arz güvenliği ile ilgili de ciddi bir yol kat edilmiş olacaktır. Diğer hassas noktada bu adımların doğru şekilde tasarlanması, projelendirilmesi, yatırım süreçlerinin koordinasyonu ve kontrolünü yapacak ve sadece enerji üretim/tüketim/yönetim alanlarına konsantre olacak uzmanlardan oluşan üst yapının oluşturulmasıdır.

1. Giriş

Kuzey Kıbrıs'ın elektrik enerjisi üretimi ile ilgili gelişim süreci ele alındığında ilk dönemlerde tüm ihtiyacın Kıbrıs Elektrik Kurumu'ndan (EAC) temin edildiği görülmektedir. 1975 yılından itibaren Kuzey Kıbrıs'ın elektrik üretim, iletim, dağıtım işlerinin yürütülmesi amacı ile 1 Mart 1975'te Kıbrıs Türk Elektrik Kurumu (Kıb-Tek) kuruldu (Elektrik Kanunu'nun 170. maddesi ve Elektrik İmar Kanunu'nun 171. maddesi Kıb-Tek için özel olarak tasarlandı). Kıb-Tek, hükümet tarafından atanan bir yönetim kurulu tarafından yönetilmektedir. Bu çerçevede Kıb-Tek, 1996 yılına kadar elektrik santral yatırımlarını yürütmüş aynı zamanda da EAC'den aldığı elektrik enerjisi ile toplumun ihtiyacını karşılamıştır ancak 1995 yılında yapılan Teknecik Santrali yatırımı sonrası KKTC'nin tek elektrik enerjisi üreticisi durumuna gelmiştir. Bu süre içinde artan talebe cevap verilebilmesi için 2003 yılında AKSA özel şirket'inin Santral yatırımı sisteme eklenmiştir. Ayrıca Kıb-Tek'te Teknecik'te çeşitli zamanlarda kapasite artırımı yaparak oluşan elektrik talebine cevap vermeye çalışmıştır. 2010 yılında ise KKTC'nin ilk Güneş Enerjisi santrali Serhatköy'de devreye alınmıştır. Kapasitesi sembolik olsa da hem kaynak çeşitliliği hem de ilk yenilenebilir enerji yatırımı olması açısından önemli bir adımı oluşturdu. 2011 yılında geçen ve 2014 yılında da fiilen uygulamaya giren Yenilenebilir Enerji Yasası çerçevesinde ise, Kıb-Tek ve AKSA'ya ek olarak, tüm tüketicilere özellikle güneş enerjisi kullanılarak elektrik üretme hakkı tanınmıştır. Bu süre içerisinde Güney Kıbrıs Rum Kesimi ile de çeşitli sebeplerle elektrik enerjisi alışverişi yapılmıştır. İki tarafta oluşan ihtiyaç çerçevesinde hem enterkonnekte bağlantı noktası sayıları artırılmış hem de yapılan anlaşmalarla bu süreç koordine edilmiştir.

1.1. Kıb-Tek Mevcut Durum ve Projeksiyon

Mart 1975 kadar Kuzey Kıbrıs'ın elektrik ihtiyacı Kıbrıs Elektrik Kurumu'ndan (EAC) geliyordu.

Kıb-Tek'in kuruluşu sonrası ise elektrik üretim yatırımları aşağıdaki gibi yürütülmüştür;

- 1975'te ilk nesil üniteler Dikmen'de kuruldu: 2 x 30 MW kapasiteli iki gaz türbini (dizel yakıtla çalışan),
- 1983'te 15 MW'lık başka bir gaz türbini kuruldu,
- 1995 yılında Teknecik'te (Girne bölgesi) iki buhar türbini tabanlı jeneratör kuruldu: 2 x 60 MW. Bunu takiben 1996 yılında EAC kuzeye elektrik vermeyi durdurdu.
- 2003 yılında özel bir şirket (AKSA) Kalecik'te (Mağusa bölgesi) bir dizel jeneratör santrali kurdu: 8 x 17.5 MW + 1 x 8 MW
- 2007'de KIBTEK, Teknecik santraline benzer bir ilaveyi kurdu: 8 x 17 MW
- 2022'de Teknecik santraline motorinle çalışan iki adet Mobil Gaz Türbini de eklendi: 2 x 25 MW.

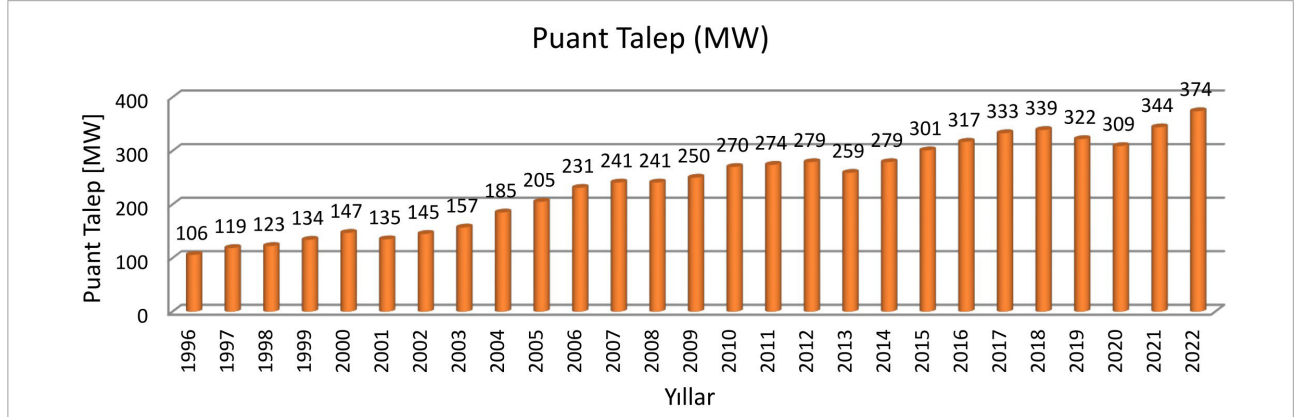
AKSA'nın 2024 yılı Mayıs ayına kadar sözleşmesi bulunuyor. Kurulu elektrik üretim durumu Tablo 1'de özetlenmiştir. Tablo 1'den de görüleceği üzere toplam kurulu güç kapasitesi 454 MW'tır.

Tablo 1. KKTC Kurulu gücü [1]

		Adet	Kapasite [MW]	Toplam [MW]	Max Güç [MW]	Sıcak Yedek 10%	Kullanılabilir Max Güç
KIBTEK	Teknecik Buhar Türbini	2	60	120	104	10.4	93.6
	Teknecik Dizel Jeneratör	8	17	136	120	12	108
	Teknecik Gaz Türbini	2	25	50	40	4	36
AKSA	Kalecik Dizel Jeneratör	8	17.5	140	120	12	108
	Kalecik Kombi Çevrim Buhar	1	8	8	8	1	7
	Toplam			454	392	39.4	352.6

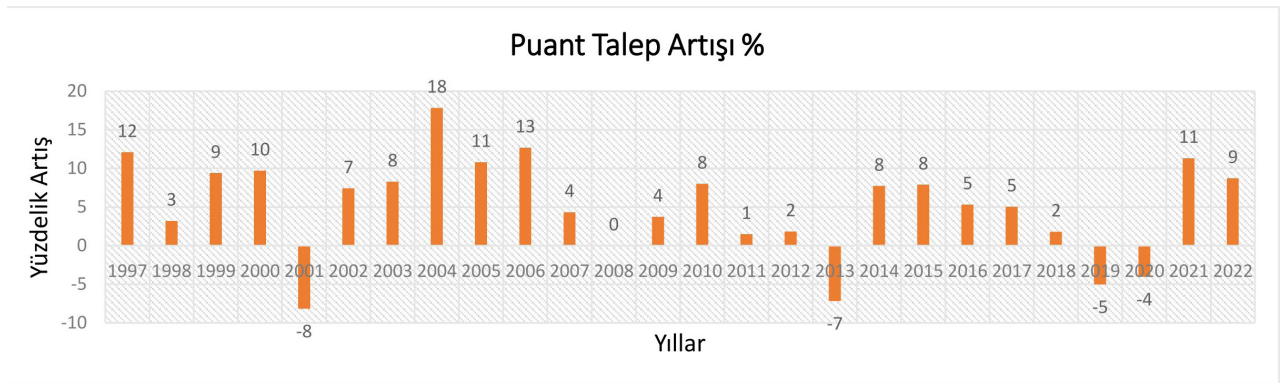
Ancak, fiili kullanılabilir maksimum güç dikkate alındığında ve her bir jeneratör için %10'luk bir sıcak rezerv marjı hesaplandığında, kullanılabilir toplamın 352,6 MW olduğu hesaplanmıştır. Bu, herhangi bir zamanda talebi karşılamayı planlayan sistem operatörleri için en önemli sayıdır. Sistemdeki pik talep 352,6 MW'dan daha yüksekse, jeneratörler, teknik limitlerini zorlamamaya çalışarak sıcak rezervlerin bir kısmını veya tamamını kullanırlar.

Üretim planlamada talep tahmini çok önemlidir. Şekil 1, 1996 – 2022 arasındaki en yüksek talep değişimini göstermektedir.



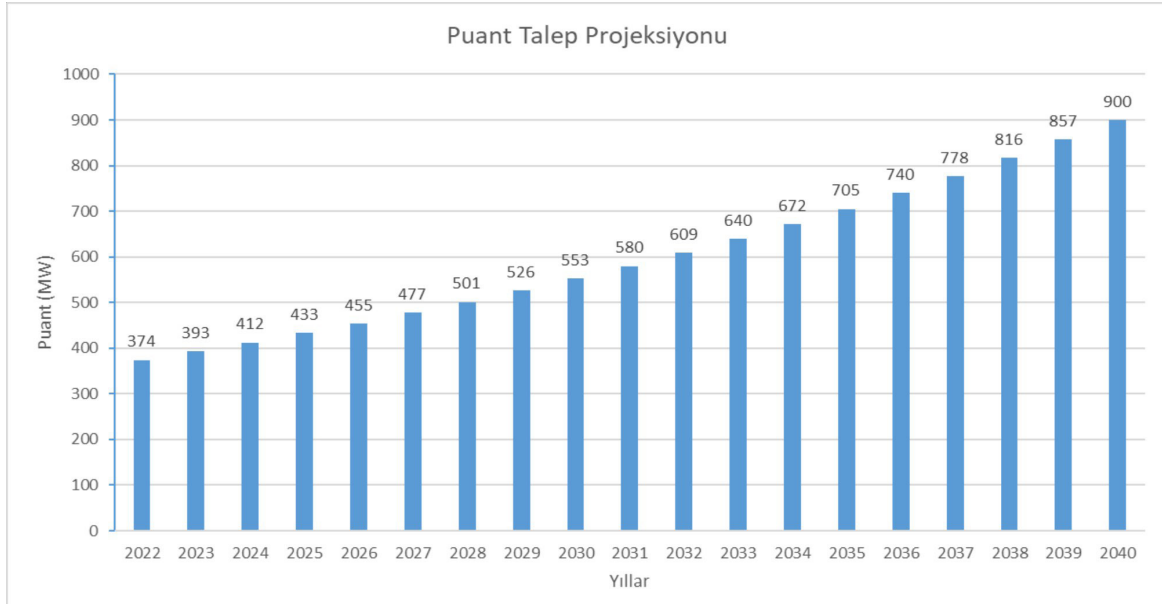
Şekil 1. 1996 – 2022 arasındaki en yüksek talep değişimi. [1]

Kıb-Tek'in önceki yıllarda kaydettiği pik talep kış aylarında idi. Bunun nedeni, insanların kış döneminde, evlerini ısıtmak ve sıcak su için elektrikli ısıtıcılar kullanmasıydı. Ancak daha sonra klima kullanımının artması ile yoğun talep yaz aylarına kaydı ve en yüksek tüketim anları bu dönemlerde oluştu. Bu süreç 2019 yılına kadar devam etti ve zirve tekrar kışa kaydı. Bu değişimin sebebi, yaz döneminin en yüksek talebinin olduğu öğlen saatleri ile PV panellerin zirveyi tıraş etmeye yardımcı olan en fazla gücü ürettiği zamanın denk gelmesidir. Şekil 2'de puant talepteki artış yüzdesi verilmiş olup, çoğunlukla artış olsa da bazı yıllarda düşüş yaşandığı görülmektedir. Özellikle, 2019 ve 2020'nin PV kurulumlarının artması ve pandemi sebebi ile düşüş görülmesi şaşırtıcı değildir. 2021 ve 2022 trendi ise özellikle PV kurulumuna sahip kişilerde enerji kullanım alışkanlıklarının değişmesi ve nüfus ve enerji ihtiyaçlarının da önemli ölçüde artması nedeniyle, pik talepte yeniden bir artış gösteriyor.



Şekil 2. 1997 – 2022 yılları arasında puant talepteki değişim. [1]

Şekil 2 incelendiğinde 1997-2022 yılları arasındaki ortalama talep artışının %5,16 olduğu görülmektedir. [1] Bu artış dikkate alındığında, 2040 yılında oluşacak elektrik ihtiyacı aşağıda Şekil 3'te paylaşılmıştır. % 5'lik ortalama ile artış olacağı değerlendirilerek yapılan bu çalışmada 2040 yılında puantın 900 MW civarında olacağı değerlendirilmiştir.



Şekil 3. 2040 Yılına kadar öngörülen Puant (MW).

1.2. AB Hedefleri & Yeşil Mutabakat ve Enterkonnekte

12

Kuzey Kıbrıs'ın enerji yapılandırılmasını değerlendirirken AB 2020 ve 2030 hedeflerini ve de Yeşil Mutabakat çerçevesinde ortaya çıkan 2050 hedeflerini irdelemek önem arz edecektir. Öncelikle AB'nin başardığı 2020 hedefleri aşağıdaki gibidir; [2]

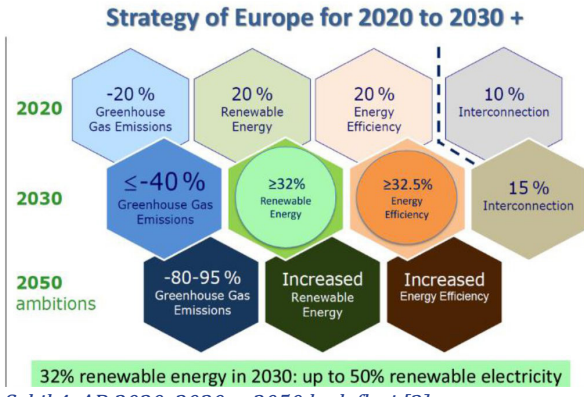
- Sera gazlarının en az %20 oranında azaltılması;
- Yenilenebilir enerjinin AB'nin enerji tüketimi içerisindeki payını en az %20'ye çıkarmak;
- Enerji verimliliğini en az %20 oranında artırmak.

Bu genel hedefler tutturulurken 6 ülkenin ülke bazlı hedeflerin gerisinde kaldığı görülmektedir. Kıbrıs Cumhuriyeti 'de bu 6 ülkeden biridir.

2030 hedeflerine göz atınca ise aşağıdaki noktalar karşımıza çıkmaktadır; [2]

- 1990 yılı seviyelerine kıyasla sera gazı emisyonlarını %40 oranında azaltmak;
- AB tarafından tüketilen enerjinin %27'sinin yenilenebilir kaynaklardan elde edilmesini sağlamak;
- Enerji verimliliğini en az %27 oranında artırmak.
- AB ülkeleri arasında, elektrik dahili bağlantı hedefi olarak belirlenen %15 oranına ulaşmak ve altyapı projelerini ilerleterek iç enerji piyasasını tamamlamak.

Bu noktada tartışılabilir birçok nokta varken Güney Kıbrıs'ın 2020 hedeflerine ulaşamaması ve 2030 hedefleri arasında yer alan %15 enterkonnekte oranını yakalama hedefi Kuzey Kıbrıs'ta yapılacak bir Enterkonnekte yatırımının ve çevre dostu enerji kaynakları ile enerji üretiminin önemini daha da artırmaktadır. Dolayısı ile Enterkonnekte sürecini bu durumu gözden kaçırmadan değerlendirmekte fayda olacaktır.



Şekil 4. AB 2020, 2030 ve 2050 hedefleri [3]

2050 yılında Avrupa kıtasını iklim nötr hale getirmeyi planlayan Avrupa Birliği yönetimi de bu alanda hedefler belirlemiş ve gerekli çalışmaları dikkatle izlemektedir. Bu amaçla ciddi bir dönüşüm hedefi koyan AB, Avrupa Yeşil Mutabakat ile birlikte, sera gazı emisyonlarını azaltmaya ve temiz enerjiye geçiş için 3 temel ilkeye odaklanıyor:

- Güvenli ve uygun maliyetli enerji tedariki,
- **Enterkonnekte**, birbirine bağlı ve dijitalleştirilmiş bir AB enerji piyasası,
- **Enerji verimliliğine** öncelik vererek binalarımızın enerji performansını iyileştirmek ve büyük ölçüde yenilenebilir kaynaklara dayalı bir enerji sektörü geliştirmek

2. Enterkonnekte Sistemleri

Elektrik enterkonnekte sistemleri, birbirine yakın tüketim noktalarını birbirine bağlayan kablolardır. Bu kablolar kayıpları azaltmak adına yüksek voltajda çalışır. Enterkonnekte bağlantı sistemleri, üretilen fazla gücün tüketiciler (ülkeler) arasında alınıp satılmasını ve paylaşılmasını sağlarlar. Bu sayede, üretilen fazla elektrik enerjisi israf edilmez ve daha yeşil, daha verimli bir güç sistemi sağlar.

Enterkonnekte Sistemlerinin Avantajları:

1. **Pik yükler:** Şebeke entegrasyonu, elektrik üretim santrallerinin pik yükleri atmasını sağlar. Tesisin kapasitesini aşan bir yük talebi varsa. Fazla yük, kendisine bağlı diğer elektrik santralleri tarafından paylaşılabilir.
2. **Verimli çalışma planlamasına katkı sağlar:** Sisteme bağlı tüm tesisler arasında yük paylaşımı imkânı, elektrik sisteminin daha verimli çalışmasını sağlar, işletme ve bakım maliyetlerini azaltır. Daha verimli elektrik santralleri daha uzun çalışabilir ve daha az verimli santraller çoğunlukla yalnızca pik yükler sırasında kısa olabilir.
3. **Tesiste hazır bulunması gereken rezerv ihtiyacını azaltır:** Her elektrik santralının acil durumlar için yedek bir üniteye ihtiyacı vardır. Bununla birlikte, birkaç güç istasyonunun birbirine bağlı olması, sistemin yedek kapasitesinin daha fazla azaltılmasına olanak tanır. Genel olarak, sistem verimliliğini artıracaktır.
4. **Tedarik güvenilirliğini artırır:** Birbirine bağlı sistem, arz güvenilirliğini artırır. Bir istasyonda büyük bir arıza olursa, arzın sürekliliği diğer sağlıklı istasyonlar tarafından sağlanabilir.

Enterkonnekte Sistemlerinin Dezavantajları:

1. **Harmonik Sorunu:** Bu sistemlerde düşük dereceli harmonik distorsiyon meydana gelebilir. Enterkonnekte sistemlerin farklı uygulama modelleri söz konusudur. Aşağıda bu uygulamaları değerlendireceğiz.

2.1. HVAC Teknolojisi

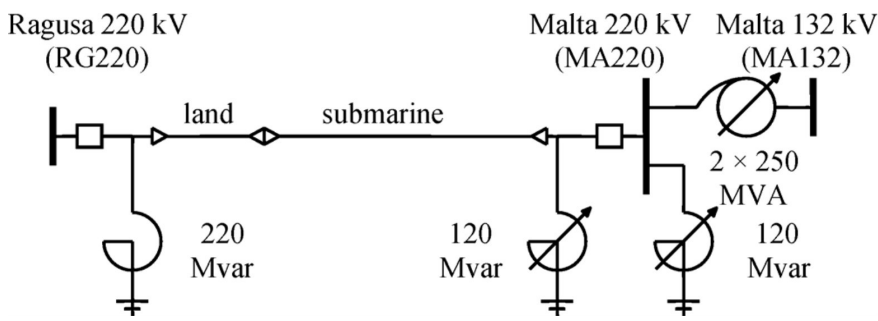
HVAC denizaltı bağlantıları senkron bir şekilde iki şebekeyi birbirine bağlayan 3 damarlı kablolardan oluşur. İşletme ve bakım teknolojisi olgun olan bu sistemlerdir. Bu tür bağlantıların en büyük dezavantajlarından biri 100 km'den uzun mesafeler için teknik zorluklara sahip olmasıdır. KKTC – TC arasındaki kablo mesafesi bağlantı noktasına göre değişkenlik gösterir ama 100 km'den fazla değildir. Bu yüzden bu bağlantı seçeneklerinden biridir. [4]

Şekil 5. HVAC enterkonnekte



HVAC bağlantısı senkron bağlantı sağladığı için frekans stabilitesi sağlar, ama bununla birlikte iki tarafta oluşan sorunlar birbirini etkiler. Diğer bir dezavantajı da her iki tarafa kurulması gereken devasa reaktörlerdir. Bunun en iyi örneği Malta – İtalya arasındaki bağlantıdır. Bu bağlantı dünyanın en uzun denizaltı HVAC bağlantısıdır (100 km). Bu bağlantı konusunda 2017 yılında adımıza gelip bize sunum yapan Politecnico di Milano üniversitesinden Prof. Morris Brenna detaylı bilgiler aktarmıştır. Bağlantı konusunda genelde sorun yaşamadıklarını ama Malta tarafının (yani küçük taraf) İtalya'ya enerji verdiği zaman sorunların ortaya çıktığı ifade edilmişti.

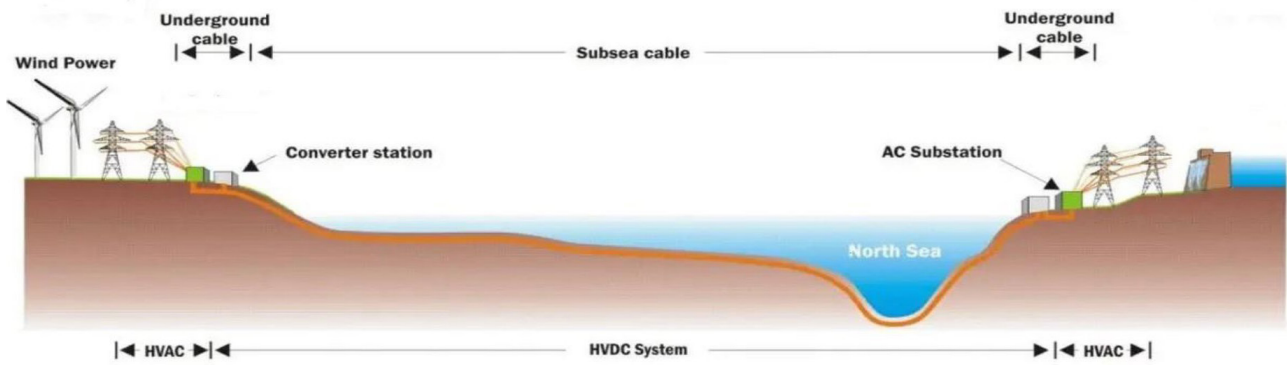
Şekil 6. İtalya – Malta HVAC enterkonnekte bağlantısı



KKTC – TC arasında böyle bir bağlantının yapılmasının belli avantajları olmasına rağmen, bu uygulama şu anda mümkün görünmüyor çünkü bu tür senkron bağlantılar için ENTSO-E'den (Avrupa Enterkonnekte Elektrik Ağı) resmi izin alınması gereklidir.

2.2. HVDC Teknolojisi

Büyük miktarda elektrik gücünün kablo ya da iletim hatları ile iki farklı şebeke arasında DC güç olarak taşınmasını sağlayan teknolojilere HVDC sistemleri denir (Şekil 7). Güç sistemlerinin son yıllarda ciddi yapısal değişiklikler yaşamasından dolayı iletim sorunları oluşmaktadır. Elektrik şebekelerini daha kararlı ve güvenilir hale getirebilmek şebeke operatörlerinin ciddi bir görevi haline gelmiştir. Özellikle elektrik enerjisi tüketim talebinin artan nüfus ve teknoloji ile eksponansiyel olarak artması daha akıllı elektrik iletim sistemlerini kurmaya itmektedir. Bu zorlu görevi konvansiyonel sistemler ile çözmek imkânsız hale gelmektedir.



Şekil 7 - Örnek HVDC iletim sisteminin konfigürasyonu

Bu sorunla ilgili olarak son yıllarda mühendisler alternatif çözümler bulmaya odaklanmıştır. Birçok Ar-Ge faaliyetlerinin sonucu olarak HVDC sistemlerinin avantajlı olduğu anlaşılmış ve bu alana yoğunlaşmıştır.

1970'li yıllarda güç elektroniği sistemlerinin gelişmesi (solid state semiconductor) DC sistemleri yeniden verimli hale getirmiş ve bu sistemler ticari olarak daha çok kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle thyristor tabanlı çeviricilerin geliştirilmesi yüksek DC gerilimler ile iletim sistemleri kurmayı mümkün kılmıştır. 2000'li yıllara kadar bu sistemler sadece zorunlu durumlarda kullanılmıştır (Uzun mesafeli güç iletimi ya da asenkron iki şebekenin birbirine bağlanması gibi). 2000'li yıllarda IGBT tabanlı çevirici sistemlerin geliştirilmesi HVDC iletim sistemlerine birçok yetenek kazanmıştır. Bu yüzden HVDC iletim sistemleri daha cazip bir çözüm olmuştur.

Bu noktada özellikle Baltık denizinde birçok bağlantı örneği görülmektedir. Örnek olarak, yaklaşık deniz bağlantısı mesafesi KKTC-TC arasındaki mesafeye yakın olan Estlink-1 bağlantısını verebiliriz. Bu bağlantı Estonya ve Finlandiya arasında yer almaktadır ve kapasitesi 350 MW'tır. [5]

HVDC teknolojisi son zamanlarda 2 değişik türde uygulanmaktadır; thyristor tabanlı HVDC sistemler (Klasik Sistemler- Line Commutated Converter (LCC)) ve IGBT (insulated-gate bipolar transistor) tabanlı HVDC VSC (Voltage Source Converter) sistemler. HVDC LCC sistemler iletim kapasitesi ve gerilim seviyesi olarak HVDC VSC sistemlere göre daha fazladır ancak HVDC LCC sistemlerin switch-off yeteneği olmadığı için çeviricinin operasyon yeteneği limitlidir. Bu sebeple akımın yönünü değiştirmek için gerilimin polaritesini değiştirmek gerekir. Bu duruma ek olarak, HVDC LCC sistemlerin voltaj ve frekans desteği sınırlı olduğundan şebekeye katkıları da göreceli olarak limitlidir. Bir diğer dezavantajı da DC şebekenin gerilim kontrolü mümkün olmadığı ve akımın yönünü değiştirmek için gerilimin polaritesini değiştirmek gerekmesidir. HVDC LCC sistemler tam anlamıyla multi-terminal sistemler değildir. Akım

yönleri sabittir ya da değişmesi için iletimin durması gerekir. Ayrıca, HVDC LCC sistemleri daha fazla yer kaplamaktadır.

HVDC VSC sistemler switch-off yeteneği olduğu için “HVDC VSC sistemlerine Self Commutated” HVDC sistemleri de denir. Bu sistemlerin reaktif ve aktif güç kontrolleri birbirinden bağımsız yapılabilir. Bu sistemler voltaj desteği verebilme kabiliyetlerine sahiptir. Bu sistemler de filtreler çok daha az (üreticisine göre olmayabilir) olduğu için kapladığı alan çok daha azdır. En önemli özelliği ise DC şebekelerin kurulması için elverişlidir. Yenilenebilir enerjinin payının yüksek olduğu şebekeler için iletim sistemlerinin kontrol yeteneğinin daha fazla olması büyük avantajdır. Bu da HVDC VSC teknolojileri ile sağlanabilir. Özellikle Avrupa gibi yenilenebilir enerji payının yüksek olduğu bölgelerde elektrik şebekesinin kararlılığını ve güvenilirliğini artırmak için HVDC VSC sistemleri kurulmaktadır. Bu sistemler Offshore Rüzgâr Enerjisi Santrali (RES) bağlantıları için tek çözümdür. RES sistemleri çok zayıf şebekeler olduğu için frekans ve gerilimin kontrol edilmesi zordur. Bu sorunu VSC sistemlerinin frekans kontrol yeteneği sayesinde çözmek mümkündür.

HVDC VSC teknolojisi son dönemde geliştirilmiş ve frekans desteği HVAC bağlantısına yakın olduğu ve operasyonel esneklik sağladığı için HVDC teknolojilerinde tercih edilen bağlantı türü olmuştur. Yukarıdaki paragrafta da ifade edildiği gibi, bu tür bağlantının sağladığı frekans desteği, şebekedeki fotovoltaiik ve rüzgâr türündeki yenilenebilir enerji oranının artırılmasına katkı yaptığı için büyük önem arz eder. Ayrıca HVDC bağlantılar şebekeler arasındaki sorunları birbirine aktarmaz. Ayrıca küçük tarafın büyük tarafa enerji aktarmasında da sorun çıkarmaz. HVDC VSC çeviricisi Kuzey Kıbrıs şebekesinin frekans ve gerilimini birbirinden bağımsız olarak destekleyecektir. Bu da zayıf bir şebeke için en iyi çözüm olacaktır. HVDC LCC teknolojisi ile bir iletim hattı kurmak Kıbrıs elektrik şebekesinin zayıflığından dolayı verimli bir çözüm olmayacaktır. HVDC VSC teknolojisinin bağımsız reaktif güç yeteneği ve XLPE kablo kullanılabilir olmasından dolayı tek verimli çözüm olacaktır. ***Bu sebeplerle KKTC – TC arasındaki bağlantı için en uygun opsiyonun HVDC VSC olduğu görülmektedir.*** Dünya genelinde bağlantıların çoğu bu şekilde yapılmaya başlanmıştır.

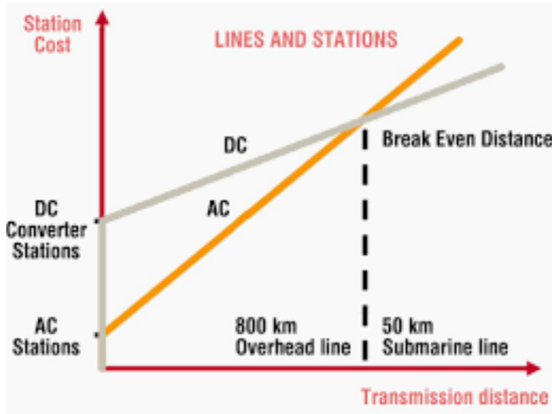
Türkiye ile Kuzey Kıbrıs arasında kurulacak bir HVDC VSC bağlantısı ile Avrasya (Eurasia) HVDC sistemine bağlanarak hayal edilen Desertec projesinin başlangıcı oluşturulabilir. Eurasia projesinin büyük bir kısmı Avrupa fonlarından desteklidir. Türkiye-Kuzey Kıbrıs HVDC iletim hattı Türkiye için Avrasya HVDC projesine dahil olmak için bir fırsat olabilir. Ayrıca Güney Kıbrıs ve Yunanistan’ın aldığı desteklerden Türkiye’nin de alma ihtimali bulunmaktadır.

Her ne kadar HVDC VSC verimli tek çözüm olsa da son karar için detaylı şebeke analizleri yapılmak zorundadır. Analizler sonucu en uygun HVDC sisteminin seçimi ve seçilecek sistemin şebekeye faydaları, doğru bağlantı noktaları, uygun kapasite ve benzeri detaylar daha net bir şekilde belirlenebilecektir. Diğer yandan örnek olarak değerlendirilebilecek HVDC teknolojilerinden biri olan HVDC LCC teknolojisi Türkiye – Gürcistan bağlantısında karşımıza çıkmaktadır. Karadeniz HVDC iletim hattı olarak bilinen bu bağlantı, back-to-back topolojisine sahip olup 350 MW iletim kapasitesine sahiptir. Bu bağlantı Türkiye elektrik şebekesinin kararlılığını ve güvenliğini artırmaktadır. Ancak yukarıda da belirtildiği üzere, frekans desteği kısıtlı olduğu için bu teknoloji bugünlerde tercih edilmemektedir. Bu sorundan dolayı, frekans desteği sağlanabilmesi için Gürcistan tarafında, bu bağlantının olduğu bölgede, bir doğalgaz santrali çalıştırılmaktadır.

2.3. HVDC ile HVAC Sistemlerin Karşılaştırılması

Yukarıdaki tanımlarda teknik detayları ve sistem özellikleri paylaşılan HVDC ve HVAC sistemlerin özet karşılaştırması bu kısımda paylaşılmıştır.

HVDC sistemler ile daha verimli güç iletimi yapılmasına ve daha az iletken içeren kablolar kullanılmasına karşın pahalı çevirici sistemlerine ihtiyaç duymaktadırlar. Ancak Şekil 8’de de görüldüğü gibi 50 km’yi aşan mesafelerde HVDC iletim sistemleri HVAC sistemlere göre daha ekonomik olduğu görülmektedir. Bununla beraber esas sebebi kullanılan iletken az olduğu için artan kablolama mesafesi ile kablo maliyetinin çevirici sistem maliyetinin yarattığı olumsuz etkiyi terse çevirmesidir. [6]



Şekil 8 – HVDC ve HVAC iletim sistemlerinin ekonomik karşılaştırılması

Bu sorunla ilgili olarak son yıllarda mühendisler alternatif çözümler bulmaya odaklanmıştır. Birçok Ar-Ge faaliyetlerinin sonucu olarak HVDC sistemlerinin avantajlı olduğu anlaşılmış ve bu alana yoğunlaşmıştır.

Teknolojik gelişmeler ve ekonomik fizibilitenin yanı sıra, günümüzde doğanın korunması da çok önemlidir. Teknolojiler geliştirilirken ve uygulanırken çevreye olan etkileri minimum seviyede tutulmalıdır. Bu konu özellikle ENTSO-E şebekesine dahil olan ülkeler için önemli bir şart olmaktadır. HVDC teknolojileri klasik HVAC çözümlerine göre çevre dostudur.

HVDC sistemlerin tercih edilme sebepleri:

- Doğaya daha az zarar vermesi
- Ekonomik olarak en ucuz çözüm olması
- Asenkron şebeke bağlantılarının mümkün olması
- Hızlı güç akışı kontrolü sağlaması
- Şebekenin kalitesini artırması (kararlılık, güç kalitesi vb.)

HVDC teknolojisi bazı şebeke operatörlerinin hala tam güvenini kazanamamıştır. Fakat HVAC ve HVDC teknolojileri Tablo 2’deki gibi kıyaslandığı takdirde HVDC teknolojisinin daha avantajlı olduğu daha net görülecektir.

Tablo 2 – HVDC ve HVAC sistemlerin kıyaslanması

HVDC iletim sistemleri	HVAC iletim sistemleri
Düşük kayıplar	Skin efekti ve Corona etkisi yüzünden daha fazla kayıplar
Daha iyi gerilim regülasyonu ve kontrol yeteneği	Limitli gerilim regülasyonu ve kontrol yeteneği
Daha fazla gücü daha uzun mesafede iletme yeteneği	Daha az güç iletimi
Daha az izolasyon gerekliliği	Daha fazla izolasyon gerekliliği
Daha güvenilirlik (Reliability)	Az güvenilirlik
Asenkron bağlantılar mümkün	Asenkron bağlantı mümkün değil
Daha az iletim hattı maliyeti	İletim hattı maliyeti yüksek
Daha ucuz, basit ve dar iletim hattı kuleleri	Daha pahalı ve geniş iletim hattı kuleleri

Yukarıda ilgili sistem tanımlarında verilen örneklerden hareket edersek KKTC-TC arasında yapılması planlanan karşılaştırmayı verilen 2 örnek ile karşılaştırdığımız tablo aşağıda mevcuttur.

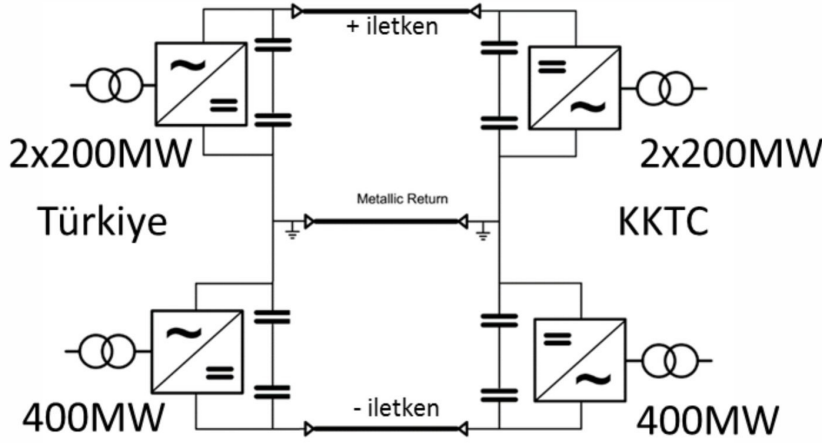
Tablo.3 – KKTC-TC enterkonnekte bağlantısının Estlink 1 ve Malta-Sicilya bağlantısı ile karşılaştırılması

Konu	KKTC-TC	Estlink-1	Malta-Sicilya
Mesafe	135 km	105 km	117 km
Denizaltı Kablo Uzunluğu	80 km	75 km	95 km
Bağlantı Türü	**	HVDC	HVAC
Kapasite	**	350 MW	200 MW
İletim Gerilimi	**	+/- 150 kV	220 kV
Max. Deniz Derinliği	1300 m	100 m	900 m
Kablo Maliyeti	**	€110 milyon	€182 milyon
** Belirlenecektir			

Estlink-1 ve Malta-Sicilya arası bağlantıları karşılaştırdığımız zaman birim mesafede Estlink-1'in ilk yatırım maliyetinin kablo rakamları dikkate alındığında daha düşük olduğu yorumunu yapabiliriz ancak daha detaylı bir sonuca varmak için daha derin ve tüm maliyetler dikkate alınarak bir analiz yapılması gereklidir.

2.4.2. İkinci Aşama

Nihai kapasiteye ulaşmak için ve kademeli eklenecek çeviriciler ile birlikte kendi baz istasyonlarımızı da randımanlı bir şekilde kurabilirsek yükselen talep artışını karşılayabileceğiz. Ayrıca böyle bir bağlantı sayesinde şebekeye katabileceğimiz fotovoltaik ve rüzgâr enerjisi oranı artacaktır. Bu oran detaylı analizler sonucunda belirlenebilir şimdiye kadar böyle bir çalışma yapılmamıştır ve ikinci hatta üçüncü aşamalar bu tür analizler sonucunda netlik kazanacaktır. Şekil 11 yine örnek bir senaryoyu göstermektedir.



Şekil 11. HVDC VSC örnek ikinci aşama bağlantısı

HVDC kablo döşeme maliyetlerine bakıldığında 400 MW kapasiteli bir kablonun yaklaşık maliyetinin 120 milyon \$ civarında olacağı, 800 MW kapasiteli bir kablonun da 160 milyon \$ seviyesinde olacağı öngörülmektedir. Buradaki rakamlar incelendiğinde bu tip bir yatırım söz konusu olacağına kablo yatırımının toplam kapasiteyi karşılayacak şekilde yapılmasının, çevirici istasyon yatırımının ise talebe göre değerlendirilmesinin ekonomik fizibilite açısından önemli olduğu görülmektedir. Rakamlardan görüleceği üzere kablo döşeme aşamasında ilk yatırıma 40 milyon \$ daha ekleyerek 400 MW kapasite 800 MW'a çıkarılabilir. Çevirici istasyon maliyeti ise her 400 MW için 200 milyon \$ civarındadır. Yani kabloyu 400 MW olarak çekip 400 MW'lık da çevirici istasyon kurarsanız toplam maliyet 320 milyon \$ olur ama bu kapasiteyi ileride artıramazsınız. Eğer kabloyu 800 MW çekip 400 MW'lık da çevirici istasyon kurarsanız toplam maliyet 360 milyon \$ olur ama ileride sadece çevirici istasyon ekleyerek kademeli şekilde 800 MW'lık bir enterkonnekte sisteme sahip olunabilir.

2.5. Karar sürecinde dikkat edilecek Hususlar

Enterkonnekte projesinin doğru şekilde yapılması ve işletilmesi için dikkate edilecek hususlar aşağıda belirtilmiştir;

1. Yatırımcı Şirket

Projenin finansmanının ve uygulamasının KKTC yasaları çerçevesinde yapılacak bir ihale ile seçilecek ulusal ve/veya uluslararası bir şirkete yaptırılması uygun olacaktır.

2. Kablo Mülkiyeti

Ortaya çıkacak finansman modeline göre bu durum netleşecektir. Ancak mülkiyetin KKTC'de olması öncelikli opsiyon olmalıdır.

3. Anlaşma Şekli

Proje şirketi ile KKTC arasında güç veya enerji alım anlaşması yapılması gereklidir.

4. İşletme Modeli

Projenin finansmanı ilgili yatırımcı şirket tarafından yapılacaksa fizibilite çalışmaları sonrasında süresi netleşecek bir yap-işlet-devret şeklindeki işletme modeli ile sürecin yürütülmesi uygun olacaktır. Ancak KKTC ve TC'deki İletim Sistemi İşletmecilerinin de pozisyonlarının bu modelde netleştirilmesi önemlidir.

5. Fizibilite

Birçok parametrenin dikkate alınması gereken bu noktada TC'de üretilen elektrik maliyetinin günümüzde yaklaşık 2 TL, KKTC'de ise ortalama 4 TL olduğu varsayıldığında 400 MW'lık bir enterkonnekte kablo bağlantısının ekonomik faydasının yıllık 320 milyon \$ olacağı öngörülmektedir. Bu rakam, yatırımın fizibil olacağı yönünde bir emaredir ancak ada içi iletim/dağıtım giderleri, finansman modeli ve diğer mali detaylar netleştiği zaman daha doğru ekonomik indikatörler ile hassas fizibilite hesabı yapılabilir.

3. Sonuç

Yukarıda belirtildiği üzere Enterkonnekte bağlantı birçok açıdan küçük bir izole ada şebekesine sahip olan ülkemiz için önem arz etmektedir. Büyük bir şebekeye bağlantı hem şebeke sağlığını artırmaya yardımcı olur hem de yenilenebilir enerji kaynaklarının ülkelerin enerji üretim sepetine daha fazla entegrasyonuna olanak tanır. Ayrıca, yenilenebilir kaynaklarda çeşitlilik göstermeyen ülkeler için farklı kaynakların farklı zamanlarda paylaşılmasına da yardımcı olur ve daha uygun maliyetli ve çevre dostu kaynak kullanımına imkân tanır. Diğer yandan AB'nin enerji ve çevre hedeflerine ulaşabilmek ve daha sürdürülebilir ve çevre dostu bir üretim sepetine sahip olmak için de entegrasyon önem arz etmektedir. Tüm bunların ışığında, KKTC'nin daha büyük bir elektrik şebekesine bağlantı kurarak kapasite artışını başlatması elzemdir.

Türkiye, Almanya'dan sonra Avrupa'nın en büyük ikinci elektrik şebekesidir ve ENTSO-E üyesidir. Yunanistan ve Bulgaristan ile 3 bağlantı hattı üzerinden Avrupa şebekesine bağlantısı vardır. Kıbrıs'tan Türkiye'ye bağlantı kurmak, AB'deki son ülkeyi de Avrupa şebekesine bağlayacaktır. Bu en ekonomik ve teknik olarak uygulanabilir çözümdür düşüncesindeyiz.

Ada güç sistemleri küçük ve izoledir, bu nedenle Rüzgâr ve Güneş (PV) gücünün kullanılmasından kaynaklanan sorunlara karşı daha hassastır. Enterkonnekte bağlantı bu noktada sadece Kuzey Kıbrıs için değil Güney Kıbrıs içinde fayda sağlayacaktır. Bu bağlamda 160 MW kurulu Rüzgâr gücünün normal koşullarda sadece 65 MW civarını kullanabilen GKRY, KKTC ile birbirine bağlandığında, sınırı 80 MW'a kadar yükseltmiştir. Dolayısıyla, boyutlarının dörtte biri kadar bir sistem bile, bu yenilenebilir kaynakta artış elde etmelerine yardımcı olmuştur. Ayrıca her iki tarafın da PV kurulum kapasitelerini artırmasına yardımcı olmuştur.

Danimarka da benzer bir deneyim yaşadı. Danimarka, rüzgâr kaynağı açısından dünyanın en zengin ülkelerinden biri olmasına rağmen, şebekesindeki istikrar sorunları nedeniyle rüzgâr enerjisinden çok fazla yararlanamadı. Elektrik şebekeleri diğer ülkelerden izole edildiğinde, güçlerinin %25-%30'undan fazlasını Rüzgar'dan üretemiyorlardı. Ancak, Almanya'ya bağlandıktan sonra, zaman zaman ihtiyaçlarının %150'sini Rüzgâr enerjisinden üretebildiler ve fazla miktarı Almanya'ya sattılar. Danimarka şu anda diğer ülkelerle %50'den fazla ara bağlantıya sahiptir.

Diğer yandan, bu küçük ada da GKRY'nin tek başına AB'nin emisyon hedeflerine ulaşması mümkün değildir. Çünkü kendileri gerçek karbon nötr noktasına ulaşırsalar bile Kuzey'de üretilmesi muhtemel emisyonlar onları da etkileyeceklerdir. Şu anda KKTC'de üretilen sadece CO2 emisyonunun yıllık 400 bin ton'un üzerinde olduğu gerçeği ortadadır.

Şunu da belirtmekte fayda var ki enterkonnekte bağlantı tek başına şebekeye katılabilen yenilenebilir enerji kaynaklarının artmasını sağlamaz. Şebeke sağlığı artar ama orta ve alçak gerilim düzeylerinde de yatırım yapıp mevcut sorunların giderilmesi gerekmektedir.

Makro düzeyde sorunlar çözülsün bile, KKTC şebekesindeki mikro düzeyde gerilim kararlılığı sorunlarımız devam etmektedir. Bir bölgede çok fazla PV kurulumuna sahip olmak, voltaj kararlılığı sorunları yaratabilir. Bir PV kurulumu tarafından üretilen herhangi bir fazla elektrik, fazla miktarı bölgedeki tüketicilere aktarabilmek için voltajda bir artış gerektirir ve bu, aşırı voltaj sorunları yaratabilir. Bu sorunu yerel düzeyde düzeltmek daha kolaydır ve PV kurulumlarını daha yüksek bir düzeye çıkaracaktır. PV kurulumlarından kaynaklanan aşırı voltaj sorunu için bir çözüm, muhtemelen kendi PV üretimlerinin bir kısmına sahip olan belirli alanlarda depolama üniteleri kurmak olabilir. Bu depolama sistemleri, fazla elektriği orta gerilim şebekesine gitmeye çalışmadan (gerilimi daha da yükseltmeye çalışarak) önce depolayan akıllı kontrollerle donatılabilir.

Diğer yandan PV kurulumları için yasal çerçevede bir sınırlama olmasa da başvuruların prosedürel akışında bazı darboğazlar vardır. Bunun da esas olarak elektrik otoritesinden kaynaklı gecikmelere bağlı olduğu görülmektedir. Elektrik otoritesinin yeni kurulumların yukarıda belirtilen voltaj sorununu artırıp artırmayacağını kontrol etmesi gerekiyor fakat karar vermelerine yardımcı olabilecek teknik ekipman ve yazılımdan yoksundurlar. Bu noktada elektrik otoritesinin yeni uygulamalarda yardımcı olması için mutlaka bazı donanım ve yazılımlara ihtiyacı vardır. Yüksek gerilim seviyesinde kurulu bir SCADA (denetleyici kontrol ve veri toplama) sistemi vardır, ancak aşırı gerilim problemlerinin olduğu orta gerilim ve alçak gerilim seviyelerinde kurulmamıştır. Bir SCADA sistemi, Operasyonel Teknoloji (OT) verilerini toplayarak belirli süreçlerin otomasyonunu sağlayan bir donanım ve yazılım kombinasyonudur. Her voltaj seviyesinde eksiksiz bir SCADA sisteminin olmaması büyük bir sınırlamadır.

Diğer bir kritik konu ise enterkonnekte yapıldığı takdirde yerel kurulu gücün (baz gücün) anlık minimum oranıdır. Şu nettir ki birçok teknik gerekçe ile ülkenin tüm elektrik ihtiyacının enterkonnekte kablodan sağlanması sakıncalıdır. Anlık çalışan kapasitenin oranı ve sıcak yedek oranı ancak kapsamlı bir analiz sonucunda belirlenebilir. Bu noktada Kuzey Kıbrıs'ın 15 yılı aşmış kullanım süreleri ve kömür'den sonra en çevre düşmanı yakıtı kullanan santrallerinin daha verimli ve çevre dostu kaynakla çalışacak santrallerle değişimi önemli bir diğer adımdır. Çift yakıtlı Kombine Çevrim santraller baz santral olarak değerlendirilmesi gereken bir opsiyon olarak karşımıza çıkmaktadır. Elektrik otoritesinin bu yönde yaptığı çalışmalar mevcuttur ve bu çalışmaların güncellenerek tekrardan gündeme getirilmesi önem arz etmektedir.

Enterkonnekte bağlantının diğer bir avantajı ise bağlı olunan şebekenin elektrik piyasasından fiyat olarak uygun zamanlarda enerji alabilmesidir. Bu da iyi koordine edilmesi durumunda elektrik maliyetlerinin düşmesine katkı sağlayacaktır.

Bu noktada Kuzey Kıbrıs özelinde atılacak elektrik üretim adımlarını aşağıdaki 4 madde ile özetleyebiliriz;

1. Türkiye Cumhuriyeti ve/veya başka bir büyük şebeke ile uygun modelde bir enterkonnekte bağlantısı kurulması,
2. Baz santral olarak yüksek verimli ve temiz yakıtlı bir Kombine Çevrim santral yatırımı yapılması,
3. Yerel şebekenin güçlendirilmesi ve Elektrik otoritesinin daha sağlıklı arıza takibi/veri kaydı/veri analizi yapabilmesine olanak yaratılması,

4. Yenilenebilir enerji yatırımlarının şebeke dostu teknolojiler kullanılarak devam ettirilmesi. Bu adımların atılması durumunda ülkemizde kaliteli, verimli, çevre dostu ve fiyat olarak daha uygun elektrik üretimi mümkün olacaktır.

4. Referanslar

- [1] KIBTEK. (2015). Accessed October 2022. <https://www.kibtek.com/>
- [2] Accessed February 2023. <https://ec.europa.eu/>
- [3] Accessed February 2023. <https://www.eref-europe.com/>
- [4] Accessed February 2023. <https://www.dunyaenerji.org.tr/>
- [5] Light, H. & Cable, S., 2000. Estlink - *connecting Estonia to the Nordic network*.
- [6] Accessed February 2023. <https://www.electricaleasy.com/2016/02/hvdc-vs-hvac.html>



KKTC GÜNCEL ELEKTRİK ÜRETİM DURUMU VE ENTERKONNEKTE BAĞLANTI SEÇENEKLERİ

+90 392 228 37 60

Kıbrıs Türk Ticaret Odası

90 Bedrettin Demirel Caddesi, Lefkoşa - North Cyprus

www.ktto.net