

Soma Meslek Yüksekokulu Teknik Bilimler Dergisi

Sanayide Güneş Elektrik Santrali Kurulumu: Bazı Sorunlar ve Çözüm Önerileri

Levent Kılıç^{1*}, Durmuş Özgür Özdemir¹, Ali Cihan Bükülmez¹, Hadi Tuzcu¹, Ahmet Bay¹, Emrah Can¹, Mustafa Çifçi¹, Savaş Çakır¹, Ümit Dilbaz¹, Yusuf Ay¹, Mehmet Gürbüz¹

¹Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş., Genel Merkezi, Tuzla, İstanbul.

* Sorumlu Yazarların e-mail: lkilic@sisecam.com

ORCID: 0000-0002-9329-7418

Received: 15.12.2025

Accepted: 07.04.2026

DOI: 10.47118/somatbd.1842456

Özet

Makalenin amacı, Türkiye'nin 2053 net sıfır hedefleri doğrultusunda sanayi tesislerinde Güneş Elektrik Santrali (GES) kurulumu sürecinde karşılaşılan idari, teknik ve saha kaynaklı zorlukları belirlemek ve uygulanabilir çözüm önerileri geliştirmektir. Özel sektör projelerinden edinilen saha deneyimi, yürürlükteki mevzuatın analizi ve başvuru-onay-kurulum-devreye alma aşamalarının akış değerlendirmesi yöntemsel olarak birlikte kullanılmaktadır. (i) Kurumlar arası tekrarlayan belge yükleri, (ii) kapasite tahsisi belirsizlikleri, (iii) onay mekanizmalarındaki seri bağımlılıklar ve (iv) terminoloji-uygulama uyumsuzlukları temel darboğazlar olarak tespit edilmektedir. OSB-TEDAŞ rol ve sorumluluklarının netleştirildiği ve öz tüketim bağlantılarında esneklik içeren sadeleştirilmiş bir akış ile saha izleme/performans yönetimi merkezli yaklaşımın devreye alma sürelerini kısaltacağı gösterilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Fotovoltaik, Mevzuat, Sanayi, Santral

Solar Power Plant Installation in Industry: Challenges and Solution Suggestions

Abstract

Purpose of the article is to identify administrative, technical and field-related bottlenecks in deploying industrial Solar Power Plants (GES) in Türkiye and to propose actionable remedies aligned with the 2053 net-zero pathway. Hands-on field experience from private-sector projects with a structured analysis of regulations and the end-to-end workflow (application, approval, installation, commissioning) are combined. Key constraints arise from (i) repetitive documentation across authorities, (ii) uncertainty in capacity allocation, (iii) serial dependencies in approvals, and (iv) terminology-practice inconsistencies are key findings. A streamlined process focusing on monitoring and performance management clarifies OSB-TEDAŞ roles and introduces flexibility for self-consumption connections, accelerating commissioning.

Keywords: Photovoltaic, Regulations, Industry, Power Plant.

1. Giriş

Türkiye'nin 2053 net sıfır iklim hedefleri doğrultusunda, sürdürülebilir ve çevreye duyarlı bir enerji politikasıyla enerji arz güvenliğini güçlendirmek ve dışa bağımlılığı azaltmak amacıyla yeni bir enerji verimliliği hareketi başlatılmıştır. Bu kapsamda Türkiye'nin Enerji Verimliliği 2030 Stratejisi ve 2024-2030 yılları arasında uygulanacak İkinci Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı hayata geçirilmiştir. Eylem Planı ile 2030 yılına kadar enerji tüketiminin %16 oranında azaltılması ve 100 milyon ton emisyon azaltımına katkıda bulunulması hedeflenmektedir. Özel sektör tarafından inşa edilen ve edilecek olan güneş enerjisi santralleri bu planın önemli bir paydaşdır. Ekim 2024 sonu itibarıyla 114.342 MW'a ulaşan kurulu gücün 18.839 MW'ı (%16,5) güneş santrallerinden oluşmaktadır ve bunun %91'i özel sektöre aittir. Güneş santrali projeleri; i) karar verme ve teknoloji/firma belirlenmesi, ii) boyutlandırma, iii) yasal süreçler, iv) kurulum ve devreye alma aşamalarından oluşmaktadır. Bunların her biri sıralı olarak diğerlerini ve akışı etkilemektedir. Bu durum ise, süreci beklenenin ötesinde geciktirebilmekte ve fırsatların kaybedilebilmesine yol açabilmektedir. Ancak, sanayi tarafında, bu oranları ve hedefleri artırma aşamalarında iç ve dış kaynaklı önemli zorluklarla karşılaşabilmektedir. Bu makale ile, kurulum kararından devreye alınmaya kadar, izlenen metodoloji ve sonuçlarının yeni yatırımcılara, karar verici ve politika düzenleyicilerine, geliştirme çalışmaları yürüten üretici ve akademisyenlere ve de konuya yeni başlayan ve başlayacaklara faydalı ve iyileştirici olması beklenmektedir.

Son yıllarda fotovoltaik güneş panellerindeki yaşanan gelişmelerle etkinlik faktörlerinin yükselmesi, fiyatların nispeten düşmesi, enerji verimliliği, uzun ömür beklentisi, bakım ve işçilik giderlerinin azalması, çevresel emisyonlar ve diğer benzer avantajları sonucunda sıklıkla kurulum önerilmekte ve uygulanmaktadır.

Konvansiyonel santral yatırımlarıyla birlikte, yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi sanayi kuruluşları için de önemli bir yatırım alanı olarak öne çıkmaktadır. Özellikle, atıl durumdaki çatı alanları ile güneş enerjisinin büyük ölçeklerde değerlendirilmesi mümkün duruma gelmiştir.

Güneş elektrik santrallerinin kurulumu kısa sürmekle beraber, süreç, sıklıkla değişen ve belirleyici olan yasal mevzuat nedeniyle değişebilmekte ve bu da her fazın alternatifli yürütülmesini zorunlu kılmaktadır.

2. Proje Hazırlık Süreci ve Referans Koşulları

Bir güneş elektrik santralinin (GES) en önemli değişkenleri güç ve enerjidir. GES'in çıkış gücünün değişiminde etkili olan parametreler ise modüllerin üzerine düşen güneş radyasyonu ve modül sıcaklığıdır. Öte yandan solar eviriciler içerisinde bulunan maksimum güç izleme ünitelerinin değişen hava koşullarına göre doğru çalışması da önemli ve belirleyicidir.

Bir enerji santralindeki fotovoltaik (PV) modüller ve eviriciler çeşitli nedenlerden dolayı enerji üretim performanslarını kaybedebilirler. Sadece enerji üretim değerlerini anlık olarak izleyen izleme sistemleri ile bu performans sorunlarını tespit etmek neredeyse imkansızdır. Büyük ölçüde insan becerisi ve dikkati gerektiren bu yaklaşım, kaçınılmaz olarak insan hatasına ve enerji kaybına yol açacaktır. Bir PV santralde toplanan enerji üretimi, performans oranı, emreanadelik, problem nedenleri ve çözümleri, problemler için harcanan zaman, yedek parça stoku ve temini, arıza müdahale süreleri, şebeke olayları vb. veriler ışığında GES yatırımcıları ve sistem kullanıcıları için birçok faydalı analiz izleme sistemi kullanılabilir ve görevlerini kabiliyetleri sınırları içerisinde yapılabilmektedir. GES izleme sistemleri, santralin performansını, enerji üreten cihazların performans ve verimliliğini, oluşmuş, oluşmakta olan ve oluşabilecek problemleri belirlemek için kullanılır. Performans oranı (IEC 61724-1) hesaplanması ve sürekli izlenmesi gereken en temel metriklerden biridir. Performans oranı, bir santral üzerine düşen ve enerjiye dönüştürülebilir ışınım enerjisinin ne kadarının enerjiye dönüştürüldüğünü gösterir.

Performans oranı (PR) formülünden de (Eş.1) görüleceği üzere santraldeki tüm güneş panellerinin üzerine düşen güneş ışınımından dolayı üretilen enerjinin üretilmesi gereken enerjiye oranıdır.

$$PR = \frac{E_{AC}}{P_{nom} \times H} \quad (1)$$

EAC: Satış sayacı noktasında "PR hesaplaması için ölçüm yılında" güneş enerjisi santrali tarafından üretilen AC enerji miktarı (kWh).

P_{nom}: Güneş enerjisi santralinin DC nominal kurulu gücü (kWp). Bu değer hesaplanırken, standart test koşulları (STC) ve PV modül üreticisi tarafından teslim edilen flaş test raporları dikkate alınır.

P_{nom}: Kurulu güç H (kWh/m²): 1 m²'lik bir alan için referans dönemi boyunca PV modül üzerine düşen global güneş radyasyonu değeridir. Yüzey radyasyonu, güneş enerjisi santrali alanına kurulan bir referans piranometre ile ölçülecektir.

Proje hazırlık sürecindeki önemli iç kritikler aşağıdaki gibi sıralabilir:

- Altyapının yeterlilik durumu
- Cephe veya arazinin eğimi

- Kurulum yerinin statik uygunluğu
- Bina, baca, ağaç, vb. gölgelenme durumu,
- Bağlantı seçeneği (alçak/yüksek gerilim, bara/hücre) durumu
- GES trafosu/evirici alanı
- Eksik/yetersiz ruhsat durumu
- Eksik/yetersiz yangın koruma sistemi durumu
- Fizibilite beklentileri
- Onay süreci, önceliklendirme, kapasitenin zamanında değerlendirilememesi
- Birimler arasındaki kopukluk ve yetkilendirme, işten ayrılmalar, bilgi ve uzman eksikliği
- Süreçteki yönetmelik değişikliklerinin beklentileri bozması
- Aşırı sayıda firma ve değişkenlikleri değerlendirme zorluğu
- Uzmanlık yerine hiyerarşik karar yapısı
- Satın alma süreçleri
 - İhale ve tedarik sürecinin yönetimi
 - Tedarikçi değerlendirmesi ve sözleşmeler
 - Lojistik ve zamanlama
 - Maliyet optimizasyonu ve bütçe kontrolü
 - Sürdürülebilirlik ve yerli ürün kullanımı
 - İç ve dış paydaşlarla iletişim, izin belgeleri ve resmi süreçler için gerekli dokümantasyonun sağlanması ve takibi

3. Yasal Süreç

Sanayide GES kurulumu “çağrı mektubu başvurusu” ile başlatılmaktadır. Bağlı bulunulan organize sanayi bölgesi (OSB) dağıtım şirketi yetkisine haizdir. Başvuru ve süreç akışı Tablo 1’de gösterilmektedir. OSB’nin cevap süresi 60 gündür. Cevabın olumlu olması durumunda, 180 gün içinde TEDAŞ başvurusunda bulunulması gerekmektedir. Talep edilen kapasitenin tamamının alınamama durumu söz konusudur. Bu durum, tüm mühendislik ekonomisi hesaplarını etkilemektedir.

Belirlenecek kapasite durumuna göre, yatırımcının projenin fizibilitesini tekrar gözden geçirmesi gerekmektedir. Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretim Yönetmeliği (12 Mayıs 2019 Tarihli ve 30772 Sayılı Resmî Gazete), Elektrik Piyasası Kanunu (3 Mart 2001 Tarihli ve 24335 Sayılı Resmî Gazete), Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği (21 Kasım 1978 Tarihli ve 16466 Sayılı Resmî Gazete), Elektrik Tesisleri Proje Yönetmeliği (16 Aralık 2009 Tarihli ve 27434 Sayılı Resmî Gazete), Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği (2 Ağustos 1979 Tarihli ve 30772 Sayılı Resmî Gazete), Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliği (7 Şubat 1993 Tarihli ve 21489 Sayılı Resmî Gazete), Planlı Alanlar İmar Yönetmeliği (3 Temmuz 2017 Tarihli ve 30113 Sayılı Resmî Gazete), süreçte uyulması gereken ilgili yönetmeliklerdir.

Tablo 1. Başvuru Akışı.

Sıra	Eylem	Yasal Süre
1.	Çağrı Mektubu Başvurusu	TEİAŞ kapasite açıklar açıklamaz başvuru
2.	Çağrı Mektubu Tebliğ Edilmesi	60 gün
3.	TEDAŞ Proje Başvurusu	180 gün (14 Mayıs 2024 Tarihli ve 32546 Sayılı Resmî Gazete)
4.	TEDAŞ Onayı	180 gün (14 Mayıs 2024 Tarihli ve 32546 Sayılı Resmî Gazete)
5.	Bağlantı Anlaşması İmzalanması	30 gün
6.	Kurulum Süreci	2 yıl
7.	OSB Geçici Kabul	-
8.	TEDAŞ Geçici Kabul ve Devreye Alma	-
9.	Sistem Kullanım Anlaşması	30 gün

OSB’ye çağrı mektubu için (sonradan standartlaştırılmış ve elektronik başvuru imkanına kavuşturulmuştur) istenen belgeler altta listelenmektedir. Aynı belgeler, çoğu resmi kurumda yeniden istenmekte ve gereksiz zaman ve para kaybına sebep olmaktadır. Kurulum yapılacak fabrikanın tüm alanlarının vaziyet planları konuşlu olduğu OSB’de

olmasına rağmen, bunların tümü ayrıca tekrar istenmektedir. Üstelik, rezerv kapasitenin sağlanıp sağlanmayacağı net değildir.

Tablo 1 özetlenerek verilmiş olsa da içerisinde bir dizi zorlu işlemi içermektedir. Bunlardan biri, çağrı mektubunun alınmasından sonra, (elektrik, topraklama, statik, vb.) tüm projelerin belli bir süre içerisinde TEDAŞ sistemine elektronik yüklenmesidir. Sonrasında, çağrı mektubu verilmiş olmasına rağmen, yine “GES uygunluk belgesi” gibi birçok ara belge istenmektedir. Bu işlemler paralelinde firmanın da prensipte belirlenmesi ve iyi niyet şeklinde çalışmaya hazır olunması gerekmektedir.

TEDAŞ, projelerde üst onay makamıdır. Gördüğü her eksik ya da verdiği her ret, süreci başa almakta, cezai durum ve süre kaybı oluşturmaktadır. Fabrika içi/öztüketim modelinde, önceden belirlenmiş TEDAŞ kriterleri de baz alınarak, yetkinin tamamen aynı zamanda dağıtım şirketi olan OSB'lere ya da ortaklıklarında oluşturulacak bir komiteye devredilmesi önem arz etmektedir. OSB ile TEDAŞ'ın farklı istekleri yatırımcıyı çok zor duruma sokmakta, Sanayi Bakanlığı teşvik uygulamaları gibi fırsatlardan da yararlanamamasına neden olmaktadır (24 Ağustos 2024 Tarihli ve 32642 Sayılı Resmî Gazete), (25 Eylül 2024 Tarihli ve 32673 Sayılı Resmî Gazete).

Çağrı mektubu başvurusu için gereken asgari belgeler aşağıda sıralanmıştır:

Dilekçe

- Ek-1 formu (Tesis ile ilgili bilgiler)
- İmza yetki belgeleri
- Şirket bilgi ve belgeleri
- Yer (tapu, kira, vb.) belgeleri
- İmar ve yapı ruhsat belgeleri, fatura ve mevcut tesis proje örnekleri
- Çevresel Etki Değerlendirme belgesi
- Başvuru bedeli dekontu
- Tek Hat Şeması.
- Teknik değerlendirme formu
- Birçok ölçekte uygulama krokileri
- Ek-1'e göre beyan

TEDAŞ proje başvurusu için istenen asgari belgeler aşağıdaki gibidir:

- GES Bağlantı Görüşü
- Yenilenebilir Enerji Projeleri İzleme ve Değerlendirme Sistemi (YEPDİS) Belgesi
- Çağrı Mektubu
- Çevresel Etki Değerlendirme (ÇED) Belgesi
- Elektrik proje ve hesaplamalarının sağlanması
- Mekanik proje ve hesaplamalarının sağlanması
- Statik proje ve hesaplamalarının sağlanması
- Topraklama proje ve hesaplamalarının sağlanması
- İmar Uygunluk Belgesi
- Yapı Ruhsatı
- İtfaiye Raporu
- Tapu

Buradaki, çevre belgesi, ilgili resmi kurumlardan istenmekte, zaman silsilesinde (çatı için istenmemesi, vb.) şekillerde basitleştirilmiş olsa da önemli bir yer kaplamaktadır.

Ek-1'de, üretimin nasıl olacağı ile ilgili durum belirtilmektedir. Bunlar ilgili Yönetmelik'te tanımlanan,

- 5.1.c (ihtiyaç fazlası enerji satılabilir)
- 5.1.ç (ihtiyaç fazlası enerji Yekdem'e bedelsiz katkı olarak verilir)
- 5.1.h (ihtiyaç fazlası enerji bağlı olduğu abonelik grubu üzerinden satışa tabi tutulur)

Şeklinde olabilmektedir. Mahsuplaşma durumlarına göre detayları verilmiş bu durumların, sanayi tesisi koşullarına hem uymadığı hem de karıştığı görülmektedir. Bunun, basitleştirilmiş şekilde modellenmesi gerekmektedir.

4. Saha Süreci ve Devreye Alma

Bu bölüm, bağlantı topolojisinin yanı sıra uygulamaya yönelik izleme ve performans yönetimi adımlarını da içermektedir; bu vurgu çalışmanın uygulama değerini artırmaktadır.

Mevcut şebeke yapısı ve bağlantı noktaları durumları Şekil 1’de kısımlara ayırma olarak sistematikleştirilerek gösterilmektedir. Yeni önerilen modelde,

Kısım-1: İletim seviyesinden yüksek gerilim (şalt istasyonu kurularak) bağlantı

Kısım-2: Dağıtım şirketi seviyesinden orta gerilim (OG) bireysel santral bağlantısı

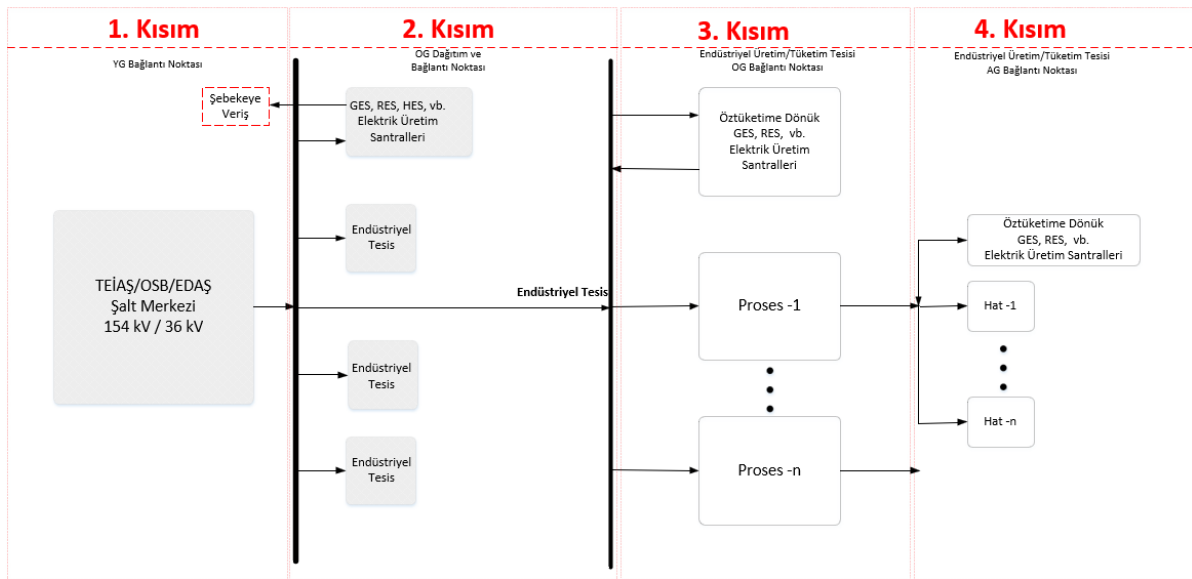
Kısım-3: Fabrika içi OG’dan bağlantısı

- Üretilen elektrik enerjisi kendi öztüketiminde kullanılacaktır
- Kurulu güç sınırı demand/sözleşme gücü kadar olabilecektir
- OSB fabrika rezervi sadece bağlı olunan gerçek fabrikalar için kullanılabilir

Kısım-4: Fabrika içi alçak gerilimden (AG) bağlantı

- Üretilen elektrik enerjisini öz tüketimde kullanılacaktır

Dağıtım sistemi kapasitesi sadece ve yalnızca bağlı olan fiziki fider müşterilerine ayrılması önem arz etmektedir. Aksi taktirde, kendi atıl alanlarını değerlendiremeyen fabrikaların bağlı olduğu OSB kapasitesi, ülkenin farklı bir alanındaki bir tesis için kullanılmış olacaktır. Ülkenin her yerine kurulabilecek yenilenebilir enerji santraller için geçerli olmalıdır. Ancak, bu tesisler, herhangi bir OSB’nin rezerv kapasitelerini işgal edecek şekilde değil, gerekirse, yeni trafo merkezleri oluşturacak şekilde kabul edilmelidir.



Şekil 1. Şematik Bağlantı Modeli.

Kısım 1-2-3-4 arasında önemli farklılıklar olsa da ülkemizdeki uygulamada, tümü aynı teknik kısıtlara tabidir:

Kısım-1 ve Kısım-2’den bağlanacak bağımsız “GES üretim santralleri” için kısıtlar:

- Elektrik Piyasası Şebeke Yönetmeliği Ek-18 kriterleri geçerlidir (22 Kasım 2003 Tarihli ve 25001 Sayılı Resmi Gazete)
- Güç
- $\frac{I_k}{I_n}$ Bağlanabilirlik oranı (Kısa devre oranına katkı oranı)
- Bağlantı noktasına mesafe

Kısım-3 ve Kısım-4’ten bağlanacak “Öztüketim santralleri” için kısıtlar:

- Fabrika giriş kısa devre gücüne katkı
- Statik bir yük olduğu ve fabrikadaki dinamik yükler kadar etkisinin olmayacağı
- Demand ile sınırlı güç
- AG bağlantı için birçok ek seri açtırma ekipmanı
- Şebekeye sıfır etki (Kılıç, 2015)

olarak sıralanabilir.

5. Sonuç ve Tartışma

GES’ler tüm yenilenebilir enerji kaynakları arasında en hızlı, pratik, yaygın ve ekonomik kurulumu sahip ve yapıları gereği bağlantı noktasında en az etkiye sahip olanıdır. Aynı zamanda kurumsal ve ülke bazlı dekarbonizasyon için kaçınılmaz çözümlerden biridir. Ancak yüksek oranda ve hızlıca devreye alınabilecek bu tür santraller için, oldukça ağır bir süreç akışı yaşanmaktadır. Bunun en önemlilerinden biri, bağlantı noktası ve kurulu güç ayrımı olmadan tüm

başvuruların aynı kategoride değerlendirilmesidir. Süreç, dönem dönem ara çözümlerle rahatlatılmaya çalışılsa da kök sorunun devam ettiği görülmektedir. Seri onay mekanizmalarından birindeki bir eksiklik ya da olumsuzluk, sürecin tamamen yok olmasına neden olmaktadır.

Bu çalışmada sanayide ihtiyaç duyulan ve ülkemiz enerji paydaşlarına ve otoritelere faydası olacak basit ancak kolaylıkla uygulanabilir bir model önerilmiştir. Pratikteki bu gerçekliğin teoriyi de basitleştirmesi, kolaylaştırması ve uygulamaya yönelik yerini alması beklenmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma kapsamında herhangi bir mali destek, teknik destek veya kurum desteği alınmamıştır.

Yazarların Katkıları

Tüm yazarlar çalışmanın tasarımı, yürütülmesi, sonuçların değerlendirilmesi ve makalenin yazımına eşit katkı sağlamıştır.

Etik

Bu makalenin yayınlanmasının ardından herhangi bir etik sorun ortaya çıkmamıştır.

Kaynaklar

Elektrik Piyasası Kanunu, 3 Mart 2001 Tarihli ve 24335 Sayılı Resmî Gazete

Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği, 21 Kasım 1978 Tarihli ve 16466 Sayılı Resmî Gazete

Elektrik Tesisleri Proje Yönetmeliği, 16 Aralık 2009 Tarihli ve 27434 Sayılı Resmî Gazete

Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği, 2 Ağustos 1979 Tarihli ve 30772 Sayılı Resmî Gazete

Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliği, 7 Şubat 1993 Tarihli ve 21489 Sayılı Resmî Gazete

Planlı Alanlar İmar Yönetmeliği, 3 Temmuz 2017 Tarihli ve 30113 Sayılı Resmî Gazete

Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretim Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik, 14 Mayıs 2024 Tarihli ve 32546 Sayılı Resmî Gazete

Yatırımlarda Devlet Yardımları Hakkında Kararın Uygulanmasına İlişkin Tebliğ (Tebliğ No: 2012/1)'de Değişiklik Yapılmasına Dair Tebliğ (No: 2024/1), 24 Ağustos 2024 Tarihli ve 32642 Sayılı Resmî Gazete

Yatırımlarda Devlet Yardımları Hakkında Kararın Uygulanmasına İlişkin Tebliğ (Tebliğ No: 2012/1)'de Değişiklik Yapılmasına Dair Tebliğ (No: 2024/3), 25 Eylül 2024 Tarihli ve 32673 Sayılı Resmî Gazete

Elektrik Piyasası Şebeke Yönetmeliği, 22 Kasım 2003 Tarihli ve 25001 Sayılı Resmî Gazete)

Kılıç L. (2015), Trakya bölgesindeki özel bir santralin geçici durum kararlılık kriterlerinin belirlenmesi, Kocaeli Üniversitesi, Doktora Tezi, FBE Tez No.: 379740