



**VII. ELEKTRİK TESİSLERİ
ULUSAL KONGRE ve SERGİSİ**



Fotovoltaik Sistemlerde Dağıtılmış Maksimum Güç Noktası İzleme Yöntemi için DA-DA Dönüştürücü Seçimi

Mehmet Can Özgönül

Ayşenur Çoşkun

Türkan Çalışkan

Prof. Dr. Mutlu Boztepe

Ege Üniversitesi

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü

İÇERİK

- GİRİŞ
- FOTOVOLTAİK PANELİN VERİLERİ
- BENZETİM ÇALIŞMALARI VE ANALİZLER
- SONUÇ

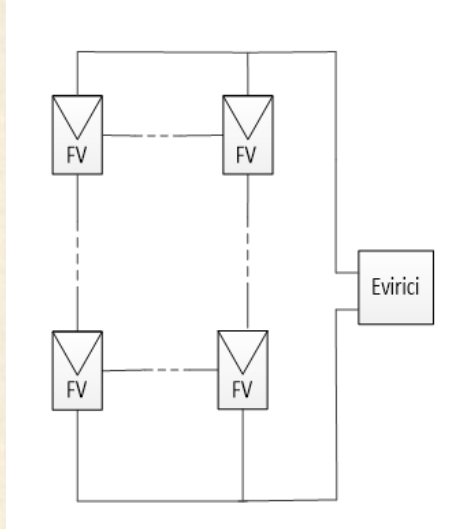
GİRİŞ

- Güneş enerjisinden maksimum faydalanma yöntemleri, dünyada olduğu gibi ülkemizde de önemi günden güne artan bir araştırma konusudur.
- Fotovoltaik (FV) paneller ile güneş enerjisi foto-elektrik dönüşüm prensibine göre elektrik enerjisine dönüştürülür. Böylelikle elektriksel bir güç elde edilmiş olur. FV paneller seri ve paralel bağlantı yapılarak elde edilen güç arttırılabilir. Bu sayede, elektrik enerjisi üretim kapasitesi arttırılır. *

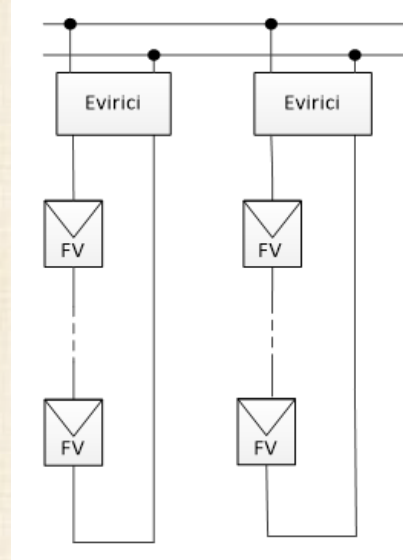
*İ. Ceylan ve A.E. Gürel Güneş Enerjisi Sistemleri ve Tasarımı, Dora Yayıncılık, Türkiye, 2017.

GİRİŞ

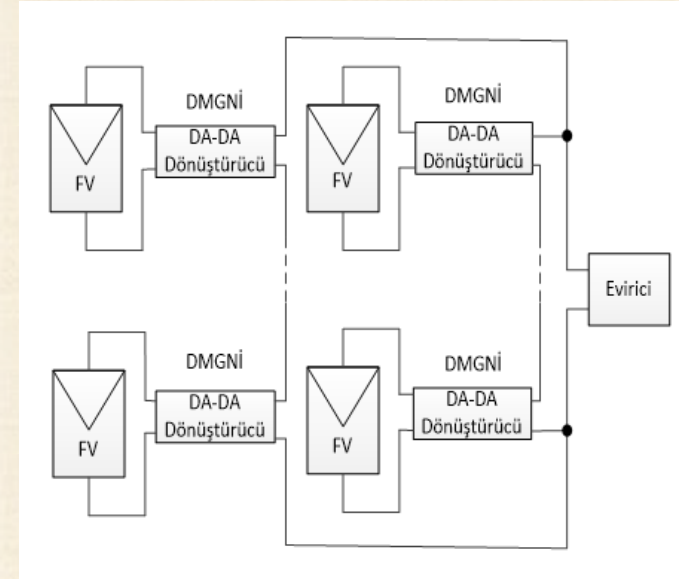
- FV sistemlerden elde edilen gücün maksimum verimle yüke aktarılması için panellerde Maksimum Güç Noktasının İzlenmesi (MGNI) oldukça önemlidir.
- MGNI yapıları üç ana gruba ayrılır. Bunlar; merkezi MGNI, dizi MGNI ve panel seviyesinde MGNI'dir. *,**



Merkezi MGNI



Dizi MGNI



Panel seviyesinde MGNI

* M. Boztepe Fotovoltaik güç sistemlerinde verimliliği etkileyen parametreler, V. İzmir Enerji Verimliliği Günleri, İzmir, 2017.

** F. Wang, R. Gou, T. Zhu, Y. Yang ve F. Zhuo, "Comparison of DMPPT PV system with different topologies," 2016 China International Conference on Electricity Distribution (CICED), 2016.

GİRİŞ

- FV sistemlerin karşılaştığı en büyük problemlerden biri paneller arası uyumsuzluk durumudur. Bir ya da birkaç panelin gölgelendiği kısmi gölgelenme durumunda uyumsuzluk oluşur. Kısmi gölgelenme güç üretimini düşürmektedir. *



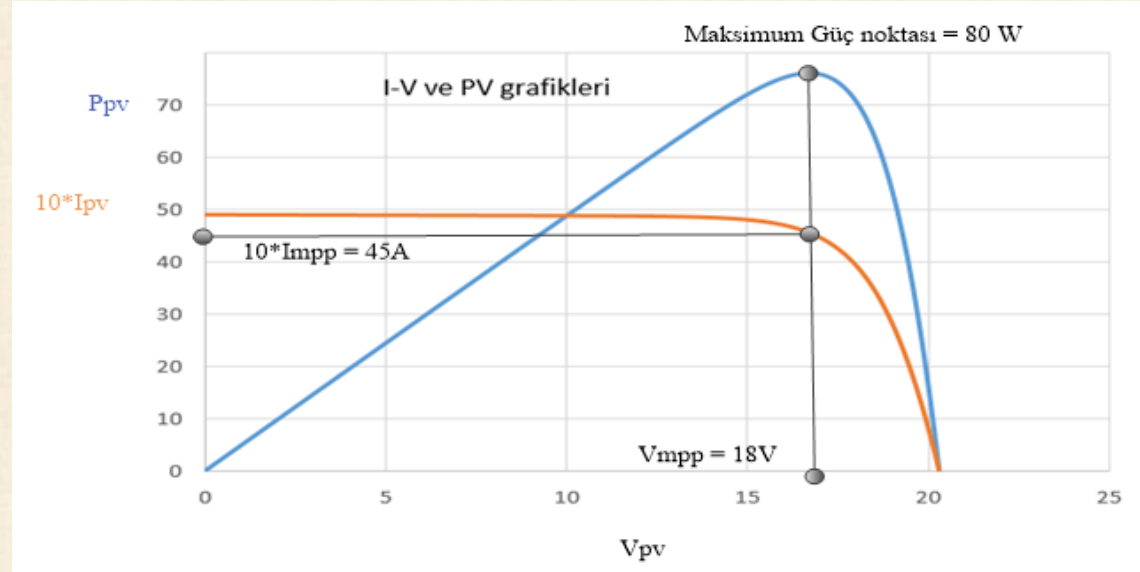
* Z. Gümüş, M. Demirtaş, “Fotovoltaik sistemlerde maksimum güç noktası takibinde kullanılan algoritmaların kısmi gölgeleme koşulları altında karşılaştırılması”, Politeknik Dergisi, cilt 24, 2021.

FOTOVOLTAİK PANELİN VERİLERİ

- Bu çalışmadaki benzetimlerde OST-80 FV panelinin verileri kullanılmıştır.

Karakteristik	Değer
Açık devre gerilimi (V_{oc})	22 V
Kısa devre akımı (I_{sc})	4,9 A
Maksimum güç noktası gerilimi (V_m)	18 V
Maksimum güç noktası akımı (I_m)	4,5 A
Hücre sayısı	36
Saturasyon akımı (I_s)	$5,68 \cdot 10^{-8}$

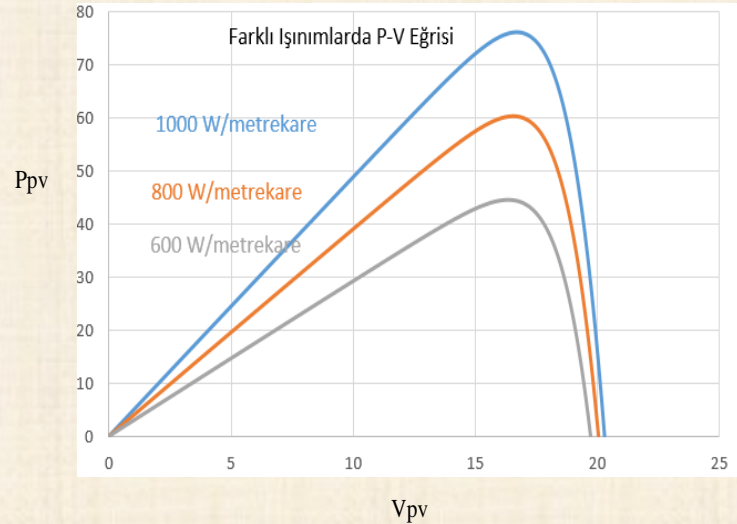
FV panelinin elektriksel özellikleri



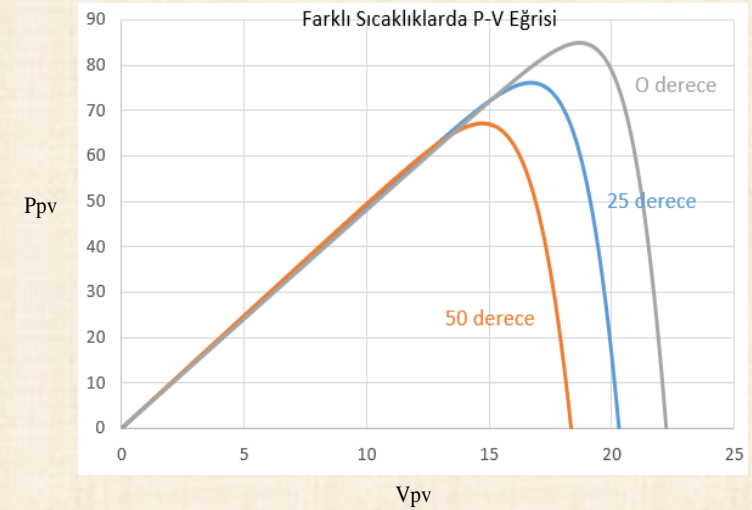
FV panelinin standart test koşullarında I-V ve P-V eğrileri

FOTOVOLTAİK PANELİN VERİLERİ

- FV paneller yalnızca tek bir çalışma noktasında maksimum güç verebilirler. Bu çalışma noktası hem panel üzerine düşen ışınımına hem de panel sıcaklığına bağlı olduğundan sabit değildir ve farklı çevresel koşullarda değişebilmektedir.



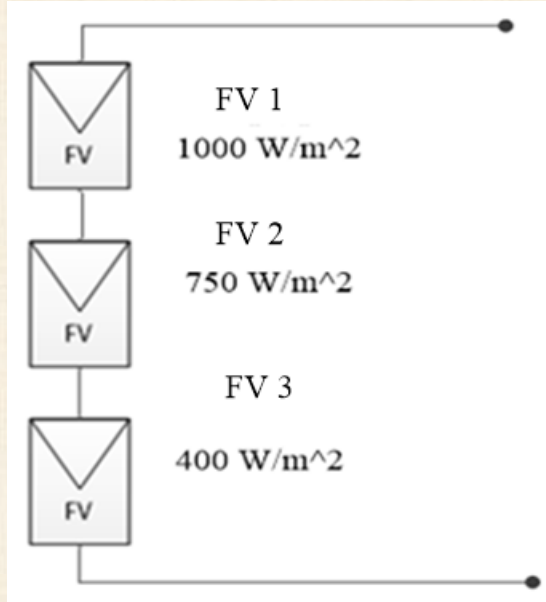
OST-80 FV panelin farklı ışınımlarda
(1000 W/m², 800 W/m², 600 W/m²) P-V eğrileri



OST-80 FV panelin farklı sıcaklıklarda
(25 °C, 50 °C, 0 °C) P-V eğrileri

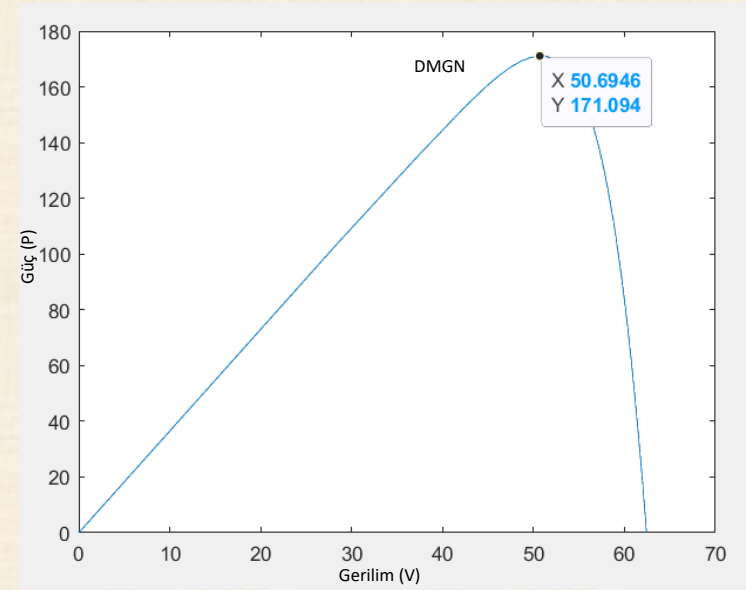
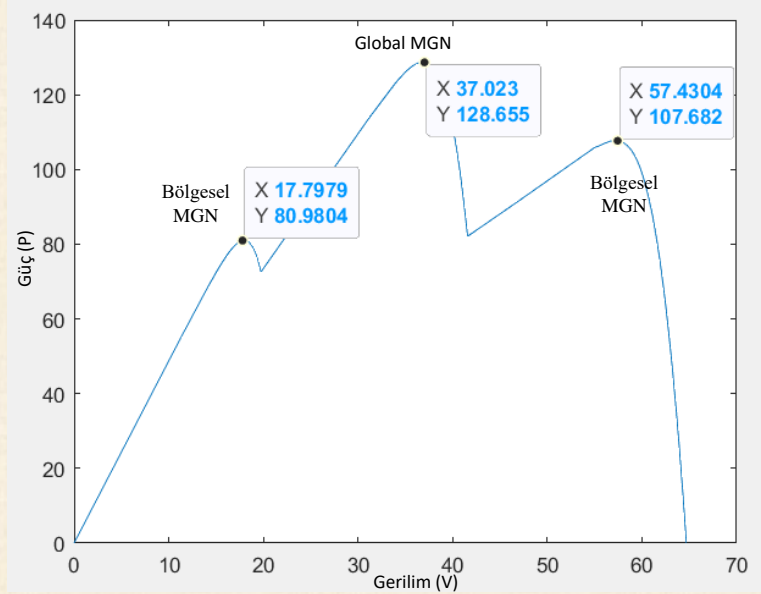
BENZETİM ÇALIŞMALARARI VE ANALİZLER

- Kısmi gölgelenme durumunda Merkezi MGNI ve Dizi MGNI yapılarında; güç-gerilim (P-V) eğrisinde birden çok tepe noktası oluşmaktadır. Global MGNI (GMNGI) algoritmaları ile bu sorun kısmen çözülebilsede yine de diziden elde edilen toplam güç, tüm panellerden elde edilebilecek toplam gücün altında kalmaktadır.
- Gölgeleme durumunu gözlemleyebilmek için ikisi kısmi gölgeli üç adet OST-80 FV paneli seri bağlanarak bir dizi oluşturulmuştur. Modüllerin ışınım değerleri sırasıyla 1000 W/m^2 , 750 W/m^2 ve 400 W/m^2 kabul edilmiştir.



Modüller bağımsız			Modüller seri bağı
FV 1	FV 2	FV 3	Klasik MGNI = 107,68 W
17,6	17,48V	18,0 V	
4,5 A	3,4 A	1,8 A	Global MGNI= 128,66 W
79,2 W	59,43 W	32,47 W	
Panellerin Toplam Gücü = 171,1 W			

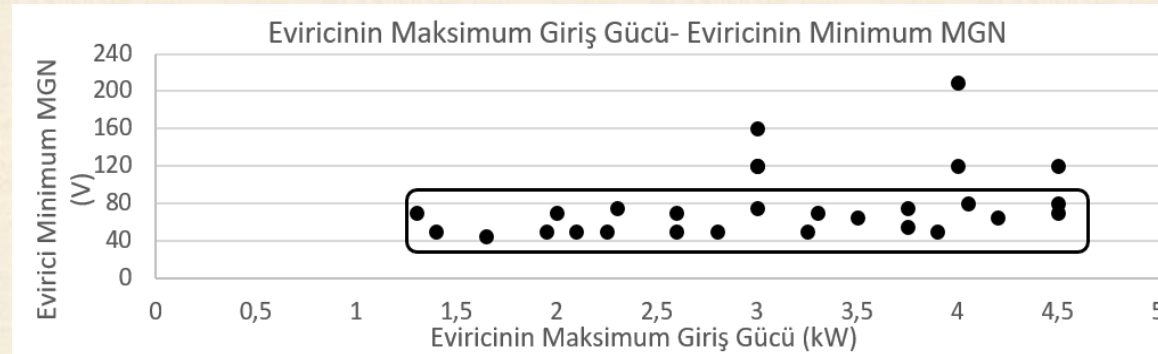
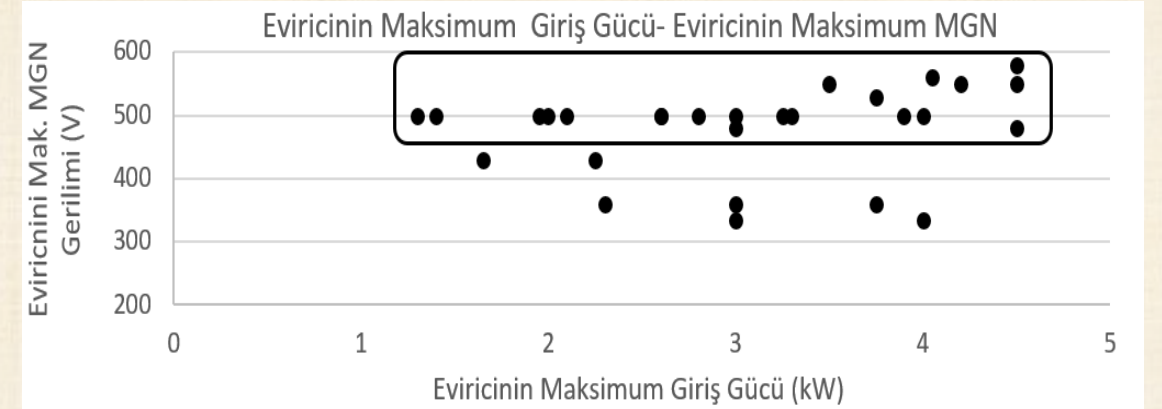
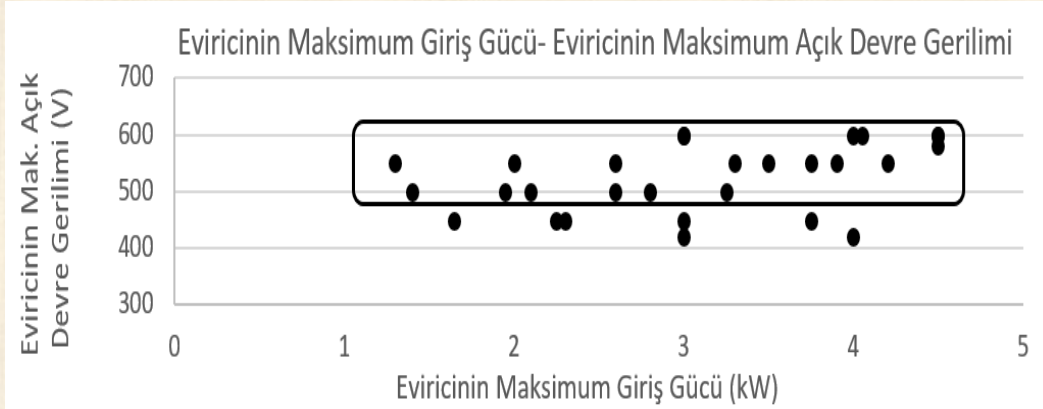
BENZETİM ÇALIŞMALARARI VE ANALİZLER



- Kısmi gölgelenme durumunda P-V eğrisi değişerek yeni tepeler oluşabilmektedir. Geleneksel MGNİ ile tepe noktası izlenir. Fakat bu tepe bölgesel tepe noktası olabilir. Benzetimi gerçekleştirilen senaryoda geleneksel MGNİ ile 107,68 W güç elde edilebilir.
- Global MGNİ (GMGNİ) ile global maksimum noktası yakalanabilmektedir . Benzetimi gerçekleştirilen senaryoda GMGNİ ile 128,66 W güç elde edilebilmektedir.
- Dağıtılmış MGNİ (DMGNİ) ile neredeyse bütün panellerin tek tek güçlerinin toplamı olan 171,1 W güç elde edilebilir.

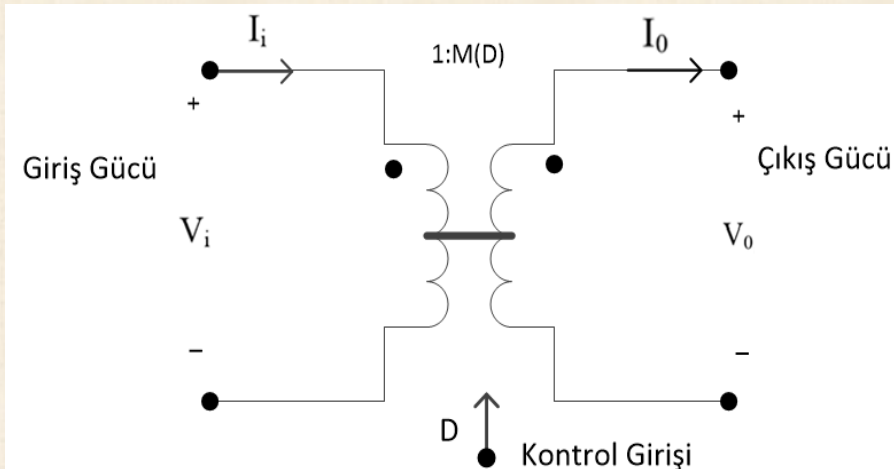
BENZETİM ÇALIŞMALARINI VE ANALİZLER

- DMGNI yönteminde FV sistemi bir eviriciye bağlanacaktır. Dönüştürücü topolojisinin belirlenmesinde eviricinin parametreleri gereklidir. Bu sebeple, maksimum giriş gücü 1,2 kW ile 4,5 kW arasında olan ticari eviriciler araştırılmıştır. Bu eviricilerin maksimum evirici gücüne karşılık maksimum açık devre gerilimleri, maksimum ve minimum MGN gerilimleri incelenmiştir.



BENZETİM ÇALIŞMALARARI VE ANALİZLER

- Benzetimlerde, dönüştürücü kayıpları ihmal edilerek dönüştürücülerin trafo modeli kullanılmıştır.* Böylelikle benzetim süreleri kısalmıştır.



DA-DA Dönüştürücü Modeli

Gerilim düşüren dönüştürücüde $M(D) = D$,
Gerilim yükselten dönüştürücüde $M(D) = 1/(1-D)$

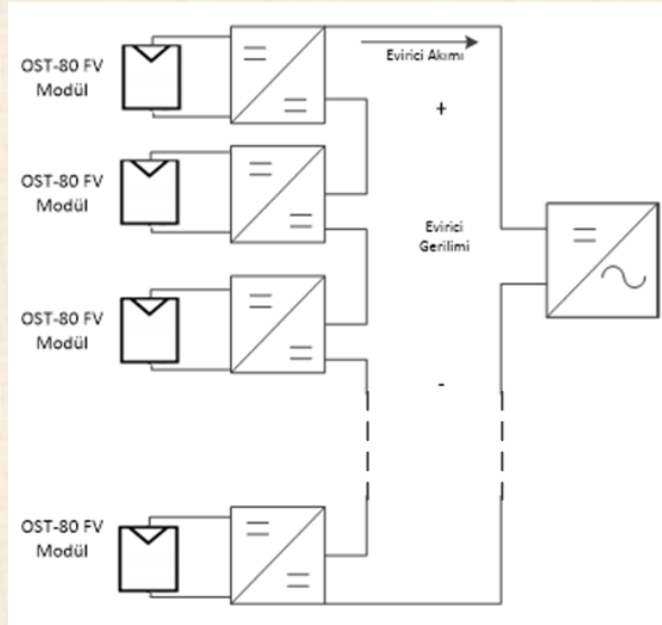
$$V_o = M(D)V_i$$

$$I_i = M(D)I_o$$

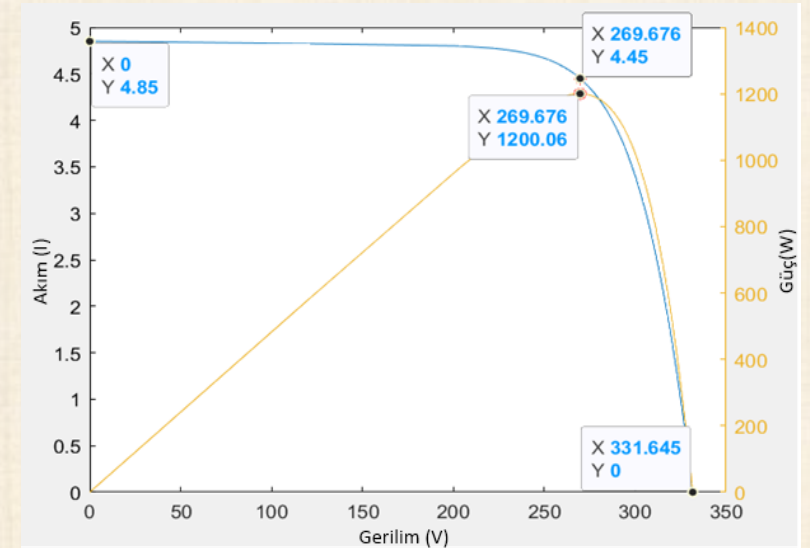
* Ericson, R. W. Ve Maksimovic D., 2001, Fundamentals of Power Electronics, Kluwer Academic Publishers, New York.

BENZETİM ÇALIŞMALARARI VE ANALİZLER

- Benzetimler, 15 adet OST-80 panelden oluşan sistemin dönüştürücüsüz, gerilim yükselten dönüştürücülü ve gerilim düşüren dönüştürücülü durumları için dönüştürücü kayıpları ihmal edilerek gerçekleştirilmiştir. Benzetimlerde gölgeli panellere sadece difüz ışınım, gölgesiz panellere global ışınımın etki ettiği düşünülmüştür. Elde edilen sonuçlar incelenen ticari eviricilerin gerilim limitleri dikkate alınarak yorumlanmıştır



DMGNI FV sistemi



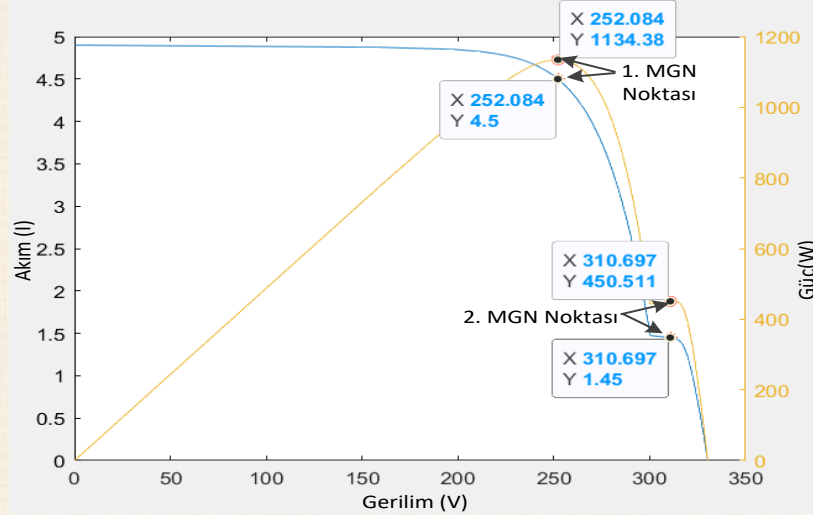
Global Işınım 1000 W/m^2 iken tüm panellerin gölgesiz olduğu durumda I-V ve P-V eğrileri

BENZETİM ÇALIŞMALARINI VE ANALİZLER

- Çalışmada, hem iki farklı Global Işınımında (1000 W/m^2 ve 250 W/m^2) hem de Difüz Işınımının Global Işınımına oranının farklı olduğu durumlarda (0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5, 0,6, 0,7, 0,8, 0,9) DMGNİ için gerilim yükselten, gerilim düşüren ve gerilim yükselten/düşüren dönüştürücüler ile benzetimler yapılmıştır. Böylelikle birçok farklı durum dikkate alınarak DMGNİ için en uygun topoloji belirlenmeye çalışılmıştır.

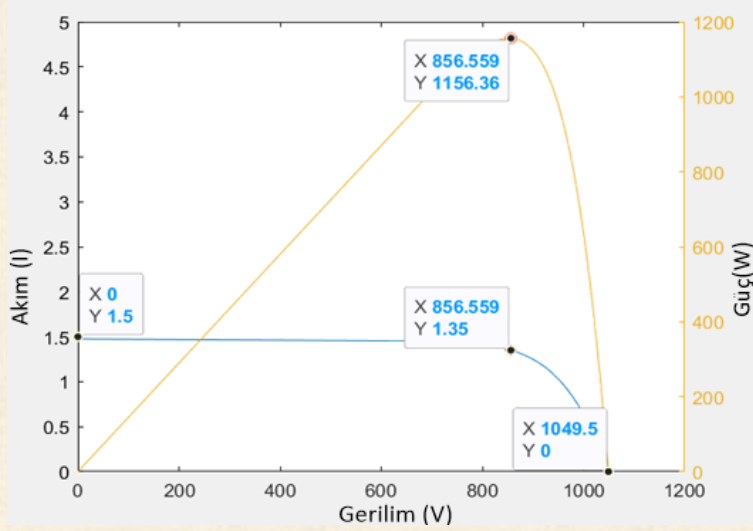
BENZETİM ÇALIŞMALARARI VE ANALİZLER

- Gölgeleme durumuna örnek olarak 1 panel gölgeli, Global Işınım 1000 W/m^2 ve difüz/global ışınım oranı 0,3 iken, FV sistemin dönüştürücüsüz, gerilim yükselten dönüştürücülü ve gerilim düşüren dönüştürücülü durumlarda I-V ve P-V eğrileri gösterilmiştir.

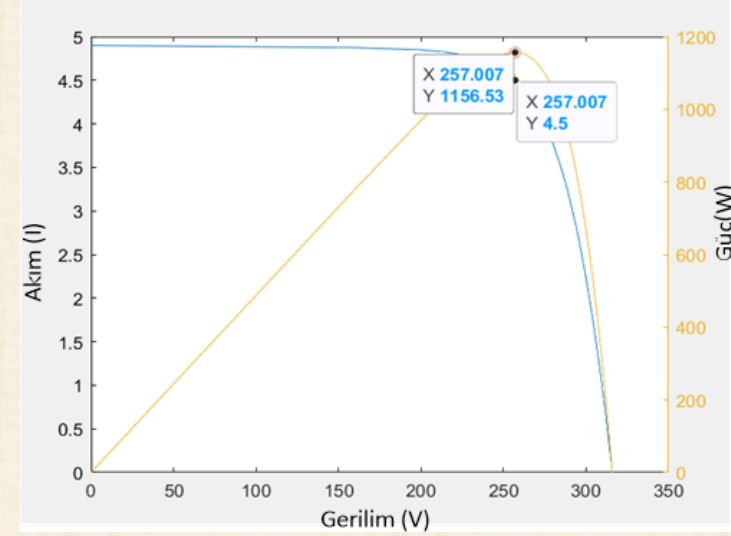


1 panel gölgeli, Global Işınım 1000 W/m^2 , difüz/global ışınım oranı 0,3 iken dönüştürücüsüz durumda I-V ve P-V eğrileri

BENZETİM ÇALIŞMALARI VE ANALİZLER



1 panel gölgeli, global ışınım 1000 W/m^2 , difüz/global ışınım oranı 0,3 iken gerilim yükselten dönüştürücülü durum

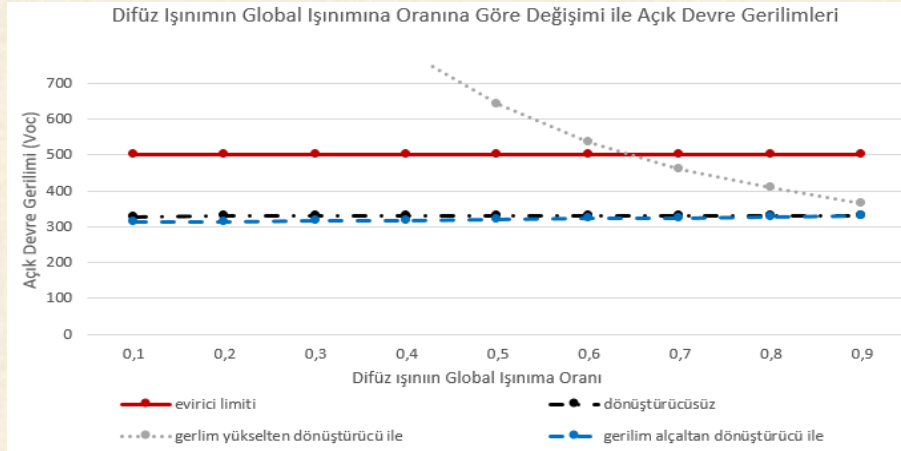


1 panel gölgeli, global ışınım 1000 W/m^2 , difüz/global ışınım oranı 0,3 iken gerilim düşüren dönüştürücülü durum

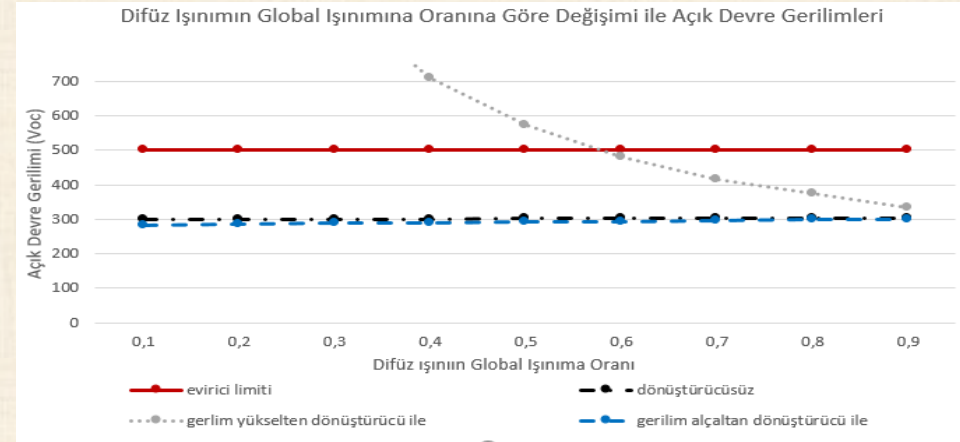
- 1 ve 14 panel gölgeliyken 9 farklı difüz/global ışınım değerinde benzetimler tekrarlanarak her durumda I-V ve P-V eğrileri çıkartılmıştır. Böylelikle, FV sistemde dönüştürücülü durumlarda karşılaşılabilecek en uç gerilim değerleri bulunmuştur.

BENZETİM ÇALIŞMALARINI VE ANALİZLER

- Dönüştürücülerin çıkışındaki en uç gerilim değerleri ticari eviricilerin gerilim limitleriyle karşılaştırılarak hangi durumlarda hangi dönüştürücü tiplerinin bu limitleri aştığı incelenmiştir

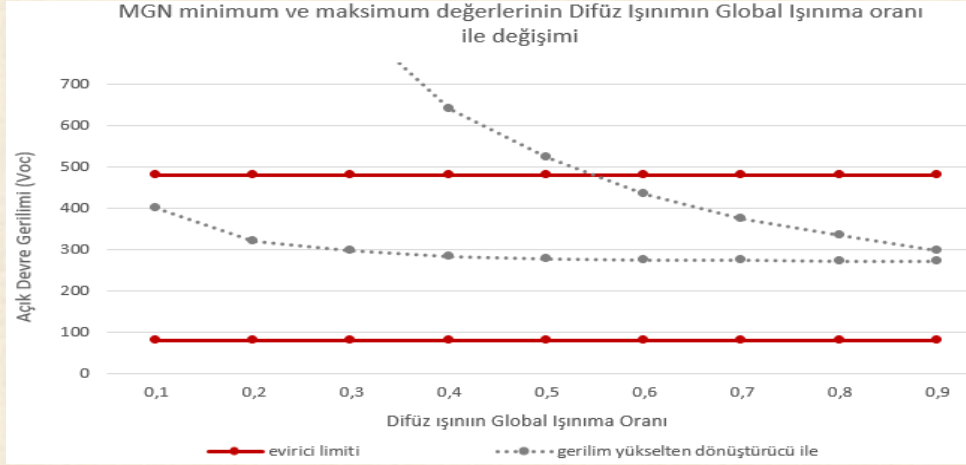


1000 W/m² global ışınımında farklı difüz/global ışınım değerlerinde açık devre gerilimleri

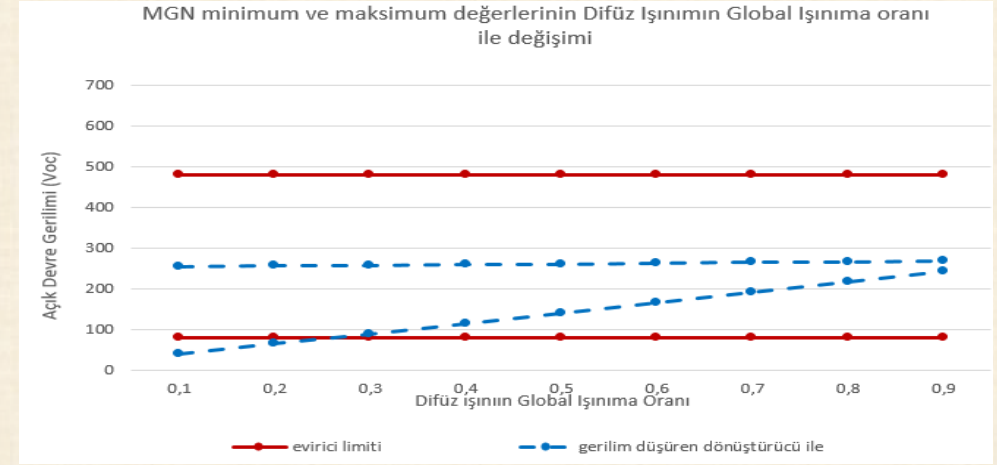


250 W/m² global ışınımında farklı difüz /global ışınım değerlerinde açık devre gerilimleri

BENZETİM ÇALIŞMALARI VE ANALİZLER



1000 W/m² global ışınımında gerilim yükselten dönüştürücülü durumda farklı difüz/global ışınım değerlerinde en fazla ve en az MGN gerilimleri



1000 W/m² global ışınımında gerilim düşüren dönüştürücülü durumda farklı difüz/global ışınım değerlerinde en fazla ve en az MGN gerilimleri

SONUÇ

- Benzetim sonuçlarına göre, incelenen FV sistemde difüz ışınımın global ışınımına oranının farklı olduğu birçok değerde, gerilim yükselten dönüştürücülerin kullanıldığı durumda, sistemin MGN ve açık devre gerilimi evirici limitinin üzerindedir. Bu sebeple, bu sistemlerde gerilim sınırlaması olmalıdır. Bu da birçok durumda MGN izlenememesine neden olur.
- Gerilim düşüren dönüştürücülerde ise gerilim sınırlamasına ihtiyaç yoktur ve bütün durumlarda eviricilerin maksimum açık devre geriliminin limiti sağlanır. Ayrıca, sadece difüz ışınımın global ışınımına oranı; 0.1 ve 0.2 iken 14 ve 13 panelin gölgeli olduğu durumda MGN izlenemez.
- Gerilim yükselten/düşüren dönüştürücülü durumda gerilim yükselten ya da gerilim düşüren moddan istenilende çalıştırılabileceğinden panellere bağlanan her bir dönüştürücünün çıkışı maksimum güç eğrisinde istenilen yere getirilerek evirici limitleri sağlanır. Fakat bu dönüştürücülerin kurulumu daha zor ve maliyeti daha fazladır.
- Sonuç olarak, incelenen FV sistemde DMGNİ için gerilim düşüren evirici en uygun bulunmuştur.

DİNLEDİĞİNİZ İÇİN TEŞEKKÜRLER

