



GEBZE TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ

ELM426  
Akıllı Elektrik Şebekeleri ve Güç Sistemlerine Giriş

Proje Ödevi 2

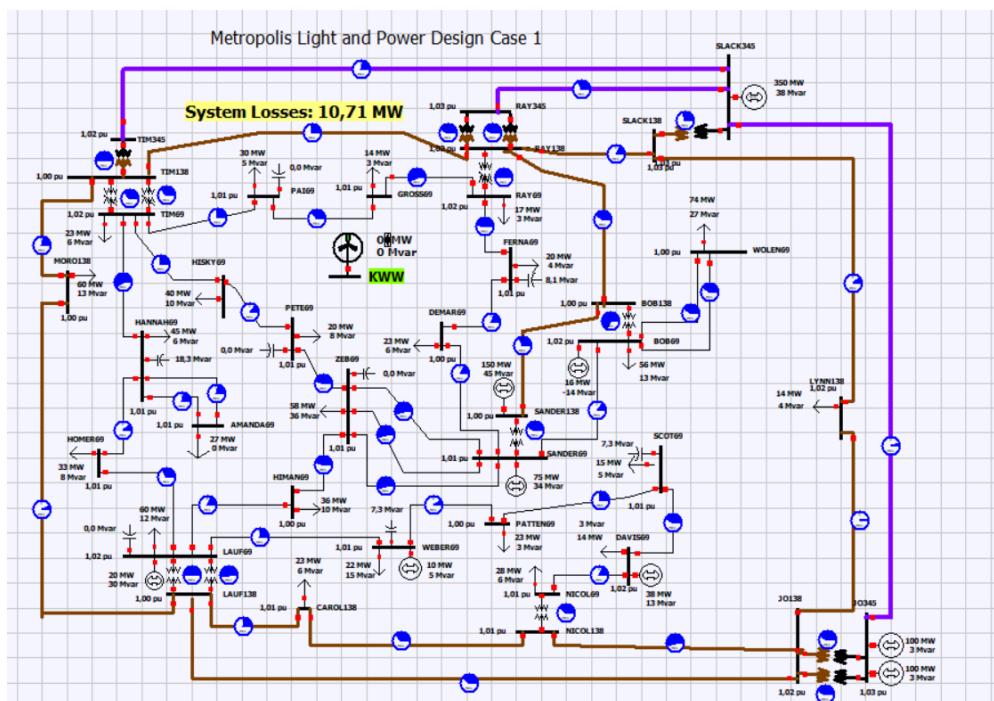
Hazırlayanlar
1) 1901022050 Merve Tutar
2) 200102002043 Senanur Ağaç

## TASARIM PROJESİ : YENİ BİR RÜZGAR SANTRALİ

Kyle ve Weber Rüzgarı (KWW), ülkenin onde gelen rüzgar enerjisi geliştiricilerinden biri olarak yeni bir 200 MW rüzgar çiftliği için ideal bir konum belirlemiştir. Metropolis şehir alanının kuzeybatısındaki tepeler, bu yeni rüzgar çiftliği için uygun bir yer olarak görülmektedir. Yerel hizmet sağlayıcısı Metropolis Light and Power (MLP), bu yeni nesil gelişimin kendi hizmet bölgesinde gerçekleşmesine olumlu yaklaşmaktadır. Ancak, bu yeni nesilin konumlandırılması için gerekli olan iletim sistemi güncellemelerinin maliyetlerinin tamamen KWW tarafından karşılanması gereği konusunda kararlıdır. Bu nedenle, KWW'deki yöneticiniz, yeni hatlar ve transformatörlerin inşası için en düşük maliyetli tasarımları belirlemek üzere ön bir iletim planlama değerlendirmesi yapmanızı istemektedir. Göreviniz, KWW rüzgar çiftliği maksimum 200 MW çıkışında çalışırken MLP sistemi içinde herhangi bir temel durum veya ilk kontingans yüklemesi için iletim sisteminin yeterli olduğundan emin olmak için en düşük maliyetli tasarım önerilerini yapmaktır. Rüzgar çiftliği, Tip 3 DFAG rüzgar türbinleri ile inşa edilecektir ve güç akışında rüzgar çiftliği tek bir eşdeğer geleneksel PV bus jeneratörü olarak modellenecektir. İstikrarlı bir bağlantı için, yöneticiniz rüzgar bağlantı noktasının 69 kV'de olmasını ve bağlantı istasyonuna iki ayrı beslemenin olmasını istemektedir. Tablo, yeni 69 kV ve/veya yeni 138 kV hatlarının inşası için mevcut hak yolu mesafelerini göstermektedir.

### ADIM 1:

PowerWorld Simulator'a DesignCase1'i yükle. Bu durum, başlangıç sistem güç akış durumunu ve bağlantısı kesilmiş KWW jeneratörünü içerir. Başlangıç güç akışı çözümü yaparak ilk sistem işletme noktasını belirle. Bu çözümden, tüm hat akışlarının ve otobüs gerilim büyülüklerinin sınırlar içinde olduğunu bulmalısın. Tüm hat MVA akışlarının limit değerlerinin %100'ünde veya altında olması gerektiğini ve tüm gerilimlerin 0,95 ile 1,10 per unit arasında olması gerektiğini varsayı.



Şekil 1. Case 1 Sistem Tek Hat Diyagramı

## Power Flow Analysis:

	Number	Name	Zone Num	PU Volt	Volt (kV)	Angle (Deg)	Load MW	Load Mvar	Gen MW	Gen Mvar
1	1	TIM345	1	1,02006	351,921	-16,76				
2	3	MORO138	1	0,99688	137,570	-22,05	60,00	13,00		
3	5	HOMER69	1	1,00575	69,397	-25,56	33,00	8,00		
4	10	RAY69	1	1,01743	70,203	-20,40	16,80	2,50		
5	12	TIM69	1	1,02047	70,412	-22,54	22,90	6,50		
6	13	FERNA69	1	1,00761	69,525	-22,15	20,00	4,00		
7	14	WEBER69	1	1,00881	69,608	-24,49	22,20	15,20	10,00	5,00
8	15	ZEB69	1	1,00826	69,570	-23,12	58,20	36,30		
9	16	PETE69	1	1,00670	69,462	-23,59	20,00	8,00		
10	17	PAI69	1	1,00821	69,567	-22,81	30,00	5,00		
11	18	HANNAH69	1	1,00959	69,662	-25,96	45,00	6,00		
12	19	GROSS69	1	1,00987	69,681	-22,29	14,00	3,00		
13	20	SCOT69	1	1,00841	69,580	-24,02	15,30	5,00		
14	21	WOLEN69	1	1,00489	69,337	-24,15	74,40	26,80		
15	24	HIMAN69	1	1,00389	69,268	-23,69	36,30	10,40		
16	27	HISKY69	1	1,00730	69,504	-23,68	40,00	10,00		
17	28	JO345	1	1,03000	355,350	-14,41			200,00	6,06
18	29	JO138	1	1,02376	141,279	-16,88				
19	30	CAROL138	1	1,00621	138,857	-20,65	23,40	6,20		
20	31	SLACK345	1	1,03000	355,350	-14,78			349,66	37,57
21	32	NICOL138	1	1,00907	139,252	-20,16				
22	33	NICOL69	1	1,01236	69,853	-21,69	28,00	6,00		
23	34	PATTEN69	1	1,00483	69,333	-24,62	22,74	3,00		
24	35	SLACK138	1	1,02583	141,565	-16,49				
25	37	AMANDA69	1	1,00830	69,573	-26,01	27,00	0,00		
26	38	RAY345	1	1,02521	353,696	-15,87				
27	39	RAY138	1	1,01659	140,289	-18,46				
28	40	TIM138	1	1,00149	138,206	-21,03				
29	41	LAUF138	1	1,00120	138,166	-21,73				
30	44	LAUF69	1	1,02000	70,380	-23,76	59,80	12,30	20,00	29,64
31	47	BOB138	1	1,09831	137,767	-20,99				
32	48	BOB69	1	1,01723	70,189	-23,40	55,80	12,50	16,00	-14,00
33	50	DAVIS69	1	1,02000	70,380	-22,57	14,10	3,00	38,00	12,72
34	53	SANDER138	1	1,00186	138,256	-20,98	59,50	27,80	150,00	45,00
35	54	SANDER69	1	1,01203	69,830	-23,06	12,43	5,73	75,23	33,95
36	55	DEMAR69	1	1,00380	69,263	-23,06	22,65	6,15		
37	56	LYNN138	1	1,02329	141,215	-16,96	14,00	3,70		

Şekil 2. Sistem Tek Hat Diyagramı Bus Records

	Number	Name	Zone Num	PU Volt	Volt (kV)	Angle (Deg)	Load MW	Load Mvar	Gen MW	Gen Mvar
2	3	MORO138	1	0,99688	137,570	-22,05	60,00	13,00		
3	47	BOB138	1	0,99831	137,767	-20,99				
4	41	LAUF138	1	1,00120	138,166	-21,73				
5	40	TIM138	1	1,00149	138,206	-21,03				
6	53	SANDER138	1	1,00186	138,256	-20,98	59,50	27,80	150,00	45,00
7	55	DEMAR69	1	1,00380	69,263	-23,06	22,65	6,15		
8	24	HIMAN69	1	1,00389	69,268	-23,69	36,30	10,40		
9	34	PATTEN69	1	1,00483	69,333	-24,62	22,74	3,00		
10	21	WOLEN69	1	1,00489	69,337	-24,15	74,40	26,80		
11	5	HOMER69	1	1,00575	69,397	-25,56	33,00	8,00		
12	30	CAROL138	1	1,00621	138,857	-20,65	23,40	6,20		
13	16	PETE69	1	1,00670	69,462	-23,59	20,00	8,00		
14	27	HISKY69	1	1,00730	69,504	-23,68	40,00	10,00		
15	13	FERNA69	1	1,00761	69,525	-22,15	20,00	4,00		
16	17	PAI69	1	1,00821	69,567	-22,81	30,00	5,00		
17	15	ZEB69	1	1,00826	69,570	-23,12	58,20	36,30		
18	37	AMANDA69	1	1,00830	69,573	-26,01	27,00	0,00		
19	20	SCOT69	1	1,00841	69,580	-24,02	15,30	5,00		
20	14	WEBER69	1	1,00881	69,608	-24,49	22,20	15,20	10,00	5,00
21	32	NICOL138	1	1,00907	139,252	-20,16				
22	18	HANNAH69	1	1,00959	69,662	-25,96	45,00	6,00		
23	19	GROSS69	1	1,00987	69,681	-22,29	14,00	3,00		
24	54	SANDER69	1	1,01203	69,830	-23,06	12,43	5,73	75,23	33,95
25	33	NICOL69	1	1,01236	69,853	-21,69	28,00	6,00		
26	39	RAY138	1	1,01659	140,289	-18,46				
27	48	BOB69	1	1,01723	70,189	-23,40	55,80	12,50	16,00	-14,00
28	10	RAY69	1	1,01743	70,203	-20,40	16,80	2,50		
29	50	DAVIS69	1	1,02000	70,380	-22,57	14,10	3,00	38,00	12,72
30	44	LAUF69	1	1,02000	70,380	-23,76	59,80	12,30	20,00	29,64
31	1	TIM345	1	1,02006	351,921	-16,76				
32	12	TIM69	1	1,02047	70,412	-22,54	22,90	6,50		
33	56	LYNN138	1	1,02329	141,215	-16,96	14,00	3,70		
34	29	JO138	1	1,02376	141,279	-16,88				
35	38	RAY345	1	1,02521	353,696	-15,87				
36	35	SLACK138	1	1,02583	141,565	-16,49				
37	31	SLACK345	1	1,03000	355,350	-14,78			349,66	37,57
38	28	JO345	1	1,03000	355,350	-14,41			200,00	6,06

Şekil 3. Bus Records için küçükten büyüğe Volt sıralaması

## Limit Monitoring - Bus:

	Number	Name	Area Name	Monitor	Limit Group	PU Volt ▲	Volt (kV)	Limit Low PU Volt	Limit High PU Volt	Contingency Limit Low PU Volt	Contingency Limit High PU Volt
1	52	KWW	1	YES	Default	0,00000	0,000	0,95	1,10	0,95	1,10
2	3	MORO138	1	YES	Default	0,99688	137,570	0,95	1,10	0,95	1,10
3	47	BOB138	1	YES	Default	0,99831	137,767	0,95	1,10	0,95	1,10
4	41	LAUF138	1	YES	Default	1,00120	138,166	0,95	1,10	0,95	1,10
5	40	TIM138	1	YES	Default	1,00149	138,206	0,95	1,10	0,95	1,10
6	53	SANDER138	1	YES	Default	1,00186	138,256	0,95	1,10	0,95	1,10
7	55	DEMAR69	1	YES	Default	1,00380	69,263	0,95	1,10	0,95	1,10
8	24	HIMAN69	1	YES	Default	1,00389	69,268	0,95	1,10	0,95	1,10
9	54	PATTEN69	1	YES	Default	1,00483	69,333	0,95	1,10	0,95	1,10
10	21	WOLEN69	1	YES	Default	1,00489	69,337	0,95	1,10	0,95	1,10
11	5	HOMER69	1	YES	Default	1,00575	69,397	0,95	1,10	0,95	1,10
12	30	CAROL138	1	YES	Default	1,00621	138,857	0,95	1,10	0,95	1,10
13	16	PETE69	1	YES	Default	1,00670	69,462	0,95	1,10	0,95	1,10
14	27	HISKY69	1	YES	Default	1,00730	69,504	0,95	1,10	0,95	1,10
15	13	FERNA69	1	YES	Default	1,00761	69,525	0,95	1,10	0,95	1,10
16	17	PAI69	1	YES	Default	1,00821	69,567	0,95	1,10	0,95	1,10
17	15	ZEB69	1	YES	Default	1,00826	69,570	0,95	1,10	0,95	1,10
18	37	AMANDA69	1	YES	Default	1,00830	69,573	0,95	1,10	0,95	1,10
19	20	SCOT69	1	YES	Default	1,00841	69,580	0,95	1,10	0,95	1,10
20	14	WEBER69	1	YES	Default	1,00881	69,608	0,95	1,10	0,95	1,10
21	32	NICOL138	1	YES	Default	1,00907	139,252	0,95	1,10	0,95	1,10
22	18	HANNAH69	1	YES	Default	1,00959	69,662	0,95	1,10	0,95	1,10
23	19	GROSS69	1	YES	Default	1,00987	69,681	0,95	1,10	0,95	1,10
24	54	SANDER69	1	YES	Default	1,01203	69,830	0,95	1,10	0,95	1,10
25	33	NICOL69	1	YES	Default	1,01236	69,853	0,95	1,10	0,95	1,10
26	39	RAY138	1	YES	Default	1,01659	140,289	0,95	1,10	0,95	1,10
27	48	BOB69	1	YES	Default	1,01723	70,189	0,95	1,10	0,95	1,10
28	10	RAY69	1	YES	Default	1,01743	70,203	0,95	1,10	0,95	1,10
29	50	DAVIS69	1	YES	Default	1,02000	70,380	0,95	1,10	0,95	1,10
30	44	LAUF69	1	YES	Default	1,02000	70,380	0,95	1,10	0,95	1,10
31	1	TIM345	1	YES	Default	1,02006	351,921	0,95	1,10	0,95	1,10
32	12	TIM69	1	YES	Default	1,02047	70,412	0,95	1,10	0,95	1,10
33	56	LYNN138	1	YES	Default	1,02329	141,215	0,95	1,10	0,95	1,10
34	29	JOI138	1	YES	Default	1,02376	141,279	0,95	1,10	0,95	1,10
35	38	RAY345	1	YES	Default	1,02521	353,696	0,95	1,10	0,95	1,10
36	35	SLACK138	1	YES	Default	1,02583	141,565	0,95	1,10	0,95	1,10
37	31	SLACK345	1	YES	Default	1,03000	355,350	0,95	1,10	0,95	1,10
38	28	JO345	1	YES	Default	1,03000	355,350	0,95	1,10	0,95	1,10

Şekil 4. Baralara ait Limit Monitoring ekranı

Lines & Transformers		Interfaces		Buses													
<b>Voltage Limits in pu</b> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Low</td> <td style="width: 50%;">High</td> </tr> <tr> <td>Normal</td> <td><input type="text" value="0,9500"/></td> </tr> <tr> <td>Contingency</td> <td><input type="text" value="0,9500"/></td> </tr> </table> <b>Voltage Rating Sets</b> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Low</td> <td style="width: 50%;">High</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>A</td> </tr> </table>						Low	High	Normal	<input type="text" value="0,9500"/>	Contingency	<input type="text" value="0,9500"/>	Low	High	A	A	A	A
Low	High																
Normal	<input type="text" value="0,9500"/>																
Contingency	<input type="text" value="0,9500"/>																
Low	High																
A	A																
A	A																

Şekil 5. Baraların voltaj limitleri (pu)

## Limit Monitoring - Line MVA

	From Number	From Name	To Number	To Name	Circuit	Monitor	Limit Group	Limiting Flow Used	Limit Used	% of Limit Us	MVA or Amps?
1	48 BOB69		47 BOB138	1 HANNAH69	1	YES	Default	129,3	187,0	69,1	MVA
2	12 TIM69		18 HANNAH69	1 GROSS69	1	YES	Default	67,4	115,0	58,6	MVA
3	10 RAY69		19 GROSS69	1	1	YES	Default	33,7	60,0	56,1	MVA
4	32 NICOL138		29 JO138	1 ZEB69	1	YES	Default	106,2	191,0	55,6	MVA
5	15 ZEB69		54 SANDER69	1	1	YES	Default	41,6	77,0	54,1	MVA
6	15 ZEB69		54 SANDER69	2	2	YES	Default	41,2	77,0	53,5	MVA
7	15 ZEB69		54 SANDER69	3	3	YES	Default	41,0	77,0	53,3	MVA
8	44 LAUF69		41 LAUF138	2	2	YES	Default	52,2	101,0	51,7	MVA
9	1 TIM345		40 TIM138	1	1	YES	Default	127,0	250,0	50,8	MVA
10	44 LAUF69		41 LAUF138	1	1	YES	Default	49,9	101,0	49,4	MVA
11	10 RAY69		39 RAY138	1	1	YES	Default	88,5	186,7	47,4	MVA
12	10 RAY69		13 FERNAN69	1	1	YES	Default	38,4	82,0	46,9	MVA
13	15 ZEB69		24 HIMAN69	1	1	YES	Default	32,5	74,0	44,0	MVA
14	15 ZEB69		16 PETE69	1	1	YES	Default	31,1	72,0	43,1	MVA
15	39 RAY138		38 RAY345	1	1	YES	Default	94,7	224,0	42,3	MVA
16	39 RAY138		38 RAY345	2	2	YES	Default	94,5	224,0	42,2	MVA
17	54 SANDER69		53 SANDER138	1	1	YES	Default	76,9	187,0	41,1	MVA
18	28 JO345		29 JO138	2	2	YES	Default	90,4	220,0	41,1	MVA
19	28 JO345		29 JO138	1	1	YES	Default	90,4	220,0	41,1	MVA
20	20 SCOT69		50 DAVIS69	1	1	YES	Default	33,4	82,0	40,7	MVA
21	21 WOLEN69		48 BOB69	1	1	YES	Default	39,8	100,0	39,8	MVA
22	21 WOLEN69		48 BOB69	2	2	YES	Default	39,7	100,0	39,7	MVA
23	39 RAY138		47 BOB138	1	1	YES	Default	91,9	233,0	39,5	MVA
24	33 NICOL69		32 NICOL138	1	1	YES	Default	38,1	101,0	37,7	MVA
25	29 JO138		41 LAUF138	1	1	YES	Default	70,9	191,0	37,1	MVA
26	12 TIM69		40 TIM138	2	2	YES	Default	67,0	187,0	35,8	MVA
27	12 TIM69		40 TIM138	1	1	YES	Default	67,0	187,0	35,8	MVA
28	30 CAROL138		32 NICOL138	1	1	YES	Default	67,9	191,0	35,6	MVA
29	17 PAI69		19 GROSS69	1	1	YES	Default	21,0	60,0	35,0	MVA
30	5 HOMER69		44 LAUF69	1	1	YES	Default	39,7	115,0	34,5	MVA
31	31 SLACK345		38 RAY345	1	1	YES	Default	189,2	597,0	31,7	MVA
32	47 BOB138		53 SANDER138	1	1	YES	Default	56,8	185,0	30,7	MVA
33	12 TIM69		27 HISKY69	1	1	YES	Default	33,0	112,0	29,5	MVA
34	35 SLACK138		31 SLACK345	1	1	YES	Default	62,4	220,0	28,4	MVA
35	12 TIM69		17 PAI69	1	1	YES	Default	18,4	72,0	25,5	MVA
36	39 RAY138		40 TIM138	1	1	YES	Default	59,1	233,0	25,4	MVA
37	20 SCOT69		34 PATTEN69	1	1	YES	Default	17,6	72,0	24,4	MVA
38	14 WEBER69		44 LAUF69	1	1	YES	Default	18,8	81,0	23,2	MVA
39	30 CAROL138		41 LAUF138	1	1	YES	Default	43,8	191,0	22,9	MVA
40	1 TIM345		31 SLACK345	1	1	YES	Default	127,0	597,0	21,3	MVA
41	3 MORO138		40 TIM138	1	1	YES	Default	49,5	233,0	21,3	MVA
42	18 HANNAH69		37 AMANDA69	2	2	YES	Default	13,8	68,0	20,2	MVA
43	18 HANNAH69		37 AMANDA69	1	1	YES	Default	13,8	68,0	20,2	MVA
44	48 BOB69		54 SANDER69	1	1	YES	Default	24,2	120,0	20,2	MVA
45	13 FERNAN69		55 DEMAR69	1	1	YES	Default	17,8	90,0	19,8	MVA
46	33 NICOL69		50 DAVIS69	1	1	YES	Default	15,6	82,0	19,1	MVA
47	24 HIMAN69		44 LAUF69	1	1	YES	Default	15,3	82,0	18,6	MVA
48	35 SLACK138		39 RAY138	1	1	YES	Default	50,9	288,0	17,7	MVA
49	54 SANDER69		55 DEMAR69	1	1	YES	Default	8,0	50,0	16,1	MVA
50	16 PETE69		27 HISKY69	1	1	YES	Default	14,7	112,0	13,1	MVA
51	35 SLACK138		56 LYNN138	1	1	YES	Default	11,6	100,0	11,6	MVA
51	35 SLACK138		56 LYNN138	1	1	YES	Default	11,6	100,0	11,6	MVA
52	5 HOMER69		18 HANNAH69	1	1	YES	Default	9,8	102,0	9,6	MVA
53	14 WEBER69		34 PATTEN69	1	1	YES	Default	6,7	72,0	9,3	MVA
54	3 MORO138		41 LAUF138	1	1	YES	Default	12,7	233,0	5,4	MVA
55	31 SLACK345		28 JO345	1	1	YES	Default	29,0	600,0	4,8	MVA
56	56 LYNN138		29 JO138	1	1	YES	Default	3,0	133,0	2,2	MVA
57	20 SCOT69		48 BOB69	1	1	YES	Default	0,0	82,0	0,0	MVA

Şekil 6. Hatlara ait Limit Monitoring ekranı

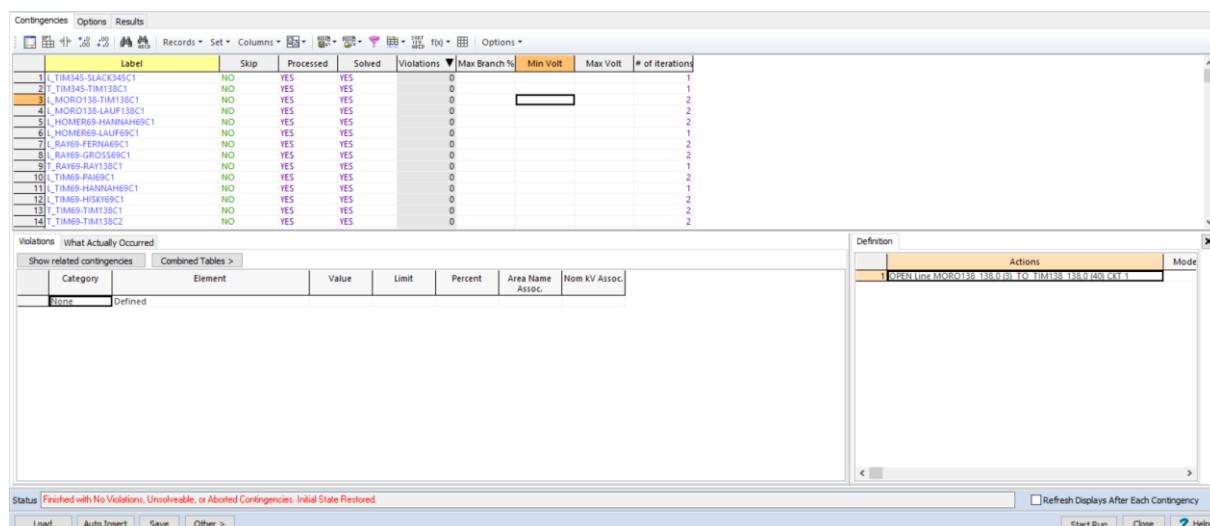
### GÖZLEM:

- Yukarıdaki Şekil 3., Şekil 4., Şekil 5. Ve Şekil 6.'da görülen temel durum analizinden, tüm güç sistemi iletim hatlarının ve bara gerilimlerinin, birim başına 0,95 ve 1,10 olarak tanımlanan gerilim limitleri dahilinde olduğu görülmektedir.
- Şekil 4.'den şu görülmektedir:  
İletim hatları ve otobüslerden elde edilen en küçük gerilim değeri birim başına 0,99688 pu'dur.  
İletim hattı ve baralar tarafından elde edilen maksimum voltaj değeri 1,03 pu'dur.

3. Ayrıca temel durum analizinden, tüm güç sistemi hattı MVA'sının Şekil 6.'da gösterildiği gibi tanımlanan %100 MVA sınırı dahilinde olduğu gözlemlenmiştir: İletim hattı tarafından kullanılan en az MVA yüzdesi %0'dır.  
İletim hattı tarafından kullanılan maksimum MVA yüzdesi %69,1'dir.

## ADIM 2:

Yukarıdaki analizi, herhangi bir tek iletim hattı veya transformatör arızasının etkisini dikkate alarak tekrarlayın. Bu, n-1 kontingans analizi olarak bilinir. Bu analizi basitleştirmek için, PowerWorld Simulator'ün otomatik olarak bir kontingans analizi çalışması yapma yeteneği vardır. Araçlar'ı seçin, Kontingans Analizi'ni göstermek için Kontingans Analizi ekranını seçin. 57 tek hat/transformatör kontingansı zaten tanımlanmıştır. Otomatik olarak herhangi bir tek elemanın kaldırılmasının etkisini görmek için Başlangıç Çalıştır'ı seçin (ekranın sağ alt köşesine doğru). KWW üretimi olmadan sistemin herhangi bir kontingans (n-1) ihlali yoktur.



Şekil 7. Acil Durum Analizi

## GÖZLEM:

Acil durum analizi yapıldıktan sonra Şekil 7.'den KWW üretimi olmayan sisteme herhangi bir beklenmedik durum (n-1) ihlalinin olmadığı görülmektedir.

## ADIM 3:

Verilen mevcut hak yolları ve iletim hattı parametreleri/maliyetleri kullanılarak, taban durum ve tüm kontinganslar güvenilir işletme noktalarına sahip olacak şekilde KWW üretimi 200 MW çıkışıyla bağlantılı en az maliyetli sistem eklemeğini iteratif olarak belirleyin. Yeni iletim hat(lar)ının parametreleri, eğitmen tarafından sağlanan kule yapıları ve iletken tipleri kullanılarak türetilmelidir. Ayrıca, önerdiğiniz iletim değişiklikleri toplam sistem kayıplarını değiştirecek ve bunlar bir çizgideki sarı alanla belirtilmektedir. Sistem kayıpları KWW'nin sorumluluğunda olmamasına rağmen, yöneticiniz, tasarım değişikliklerinizin toplam sistem kayıpları üzerindeki etkisini göz önünde bulundurmanızı istemiştir ve sistemin önumüzdeki beş yıl boyunca incelenen koşullarda çalışacağını varsayımıştır. Bu nedenle, önumüzdeki beş yıl boyunca sistem kayıplarındaki herhangi bir azalmaya ilişkilendirilen tasarrufların hariç tutulmasıyla toplam inşaat maliyetini minimize etmelisiniz.

## **Basitlikleştiren Varsayımlar**

Analizi basitleştirmek için birkaç varsayılmıştır:

Sadece Design-Case1'de verilen taban durum yük seviyesini düşünmelisiniz. Gerçek bir tasarımda, genellikle birçok farklı işletme noktası/yük seviyesi göz önünde bulundurulmalıdır.

Yeni KWW üretimi de dahil olmak üzere tüm jeneratör gerçek güç çıkışlarını sabit değerler olarak düşünmelisiniz. KWW üretimine 200 MW eklenmesi ve sistem kayıplarında herhangi bir değişiklik her zaman sistem dengesi tarafından alınır.

Kapasitörlerin veya transformatör tapelerinin durumunu değiştirmemelisiniz.

Sistem kayıplarının beş yıllık süre boyunca sabit kalacağını varsaymalısınız ve yalnızca yeni tasarımın taban durum kayıpları üzerindeki etkisini düşünmelisiniz. Kayıplar için fiyatın 50\$/MWh olarak kabul edilebileceğini varsayıbilsiniz.

Yeni iletim hatlarını ve ekleyebileceğiniz olası transformatörleri içeren kontenjanları düşünmeniz gerekmek.

Bir kontinge yanıt olarak uygun bir kontrol tepkisi, KWW rüzgar çiftliği çıkışını azaltmak olabilir (ruzgar türbin kanatlarının eğimini değiştirerek), ancak yöneticiniz özellikle bu olasılığı düşünmemenizi istemiştir. Bu nedenle, KWW jeneratörünün her zaman 200 MW çıkışlı olduğu varsayılmalıdır.

## **Available New Rights-of-Ways for Design Case 1**

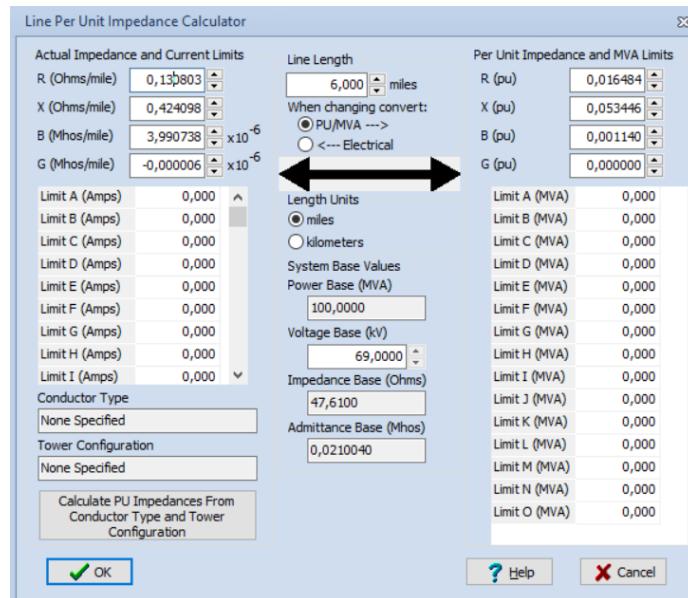
Right-of-Way/Substation	Right-of-Way Mileage(miles)
KWW to PAI	6.0
KWW to PETE	7.4
KKWW to DEMAR	12.0
KKWW to GROSS	4.5
KKWW to HISKY	11.2
KKWW to TIM	13.0
KKWW to RAY	15.0
KWW to ZEB	11.0

## POWER WORLD SIMULATOR SONUÇLARI

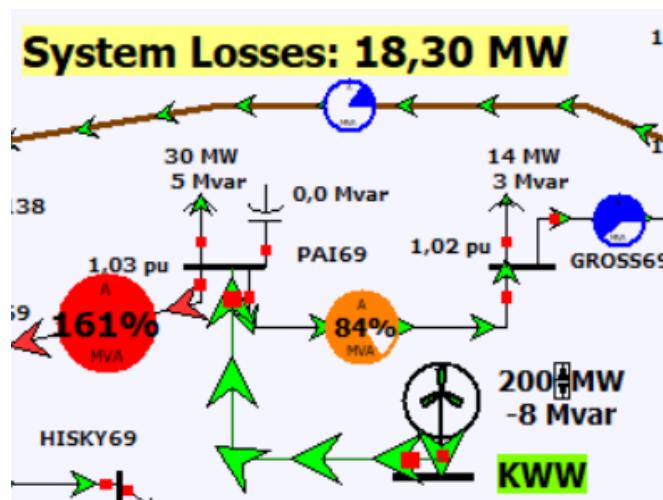
### KWW to PAI 6.0 miles

Projede rüzgar tribünlerini şebeke bağlayan iletim hattı aşağıdaki parametrelere göre modellenmiştir.

$$z=0.1308 + j 0.4241 \text{ ohm/mile} \quad b=j3.9907 \text{ mho/mile.}$$



Şekil 8. KWW to PAI 6.0 miles parametreleri



Şekil 9. KWW to PAI sistem diyagramı ve sistem kayıpları

	Number	Name	Zone Num	PU Volt	Volt (kV)	Angle (Deg)	Load MW	Load Mvar	Gen MW	Gen Mvar
2	3 MORO138		1	0,99819	137,751	-19,61	60,00	13,00		
3	53 SANDER138		1	1,00141	138,195	-18,72	59,50	27,80	150,00	45,00
4	41 LAUF138		1	1,00218	138,301	-19,80				
5	40 TIM138		1	1,00296	138,408	-18,26				
6	24 HIMAN69		1	1,00354	69,244	-21,21	36,30	10,40		
7	21 WOLEN69		1	1,00374	69,258	-21,76	74,40	26,80		
8	34 PATTEN69		1	1,00494	69,341	-22,67	22,74	3,00		
9	55 DEMAR69		1	1,00531	69,366	-20,33	22,65	6,15		
10	5 HOMER69		1	1,00625	69,431	-22,81	33,00	8,00		
11	16 PETE69		1	1,00698	69,482	-20,71	20,00	8,00		
12	30 CAROL138		1	1,00705	138,973	-19,09	23,40	6,20		
13	27 HISKY69		1	1,00774	69,534	-20,66	40,00	10,00		
14	15 ZEB69		1	1,00814	69,562	-20,55	58,20	36,30		
15	20 SCOT69		1	1,00862	69,595	-22,17	15,30	5,00		
16	14 WEBER69		1	1,00878	69,606	-22,44	22,20	15,20	10,00	5,00
17	37 AMANDA69		1	1,00891	69,615	-22,73	27,00	0,00		
18	13 FERNA69		1	1,00973	69,671	-19,24	20,00	4,00		
19	32 NICOL138		1	1,00982	139,355	-18,70				
20	18 HANNAH69		1	1,01020	69,704	-22,68	45,00	6,00		
21	54 SANDER69		1	1,01153	69,794	-20,50	12,43	5,73	75,23	33,95
22	33 NICOL69		1	1,01236	69,853	-20,13	28,00	6,00		
23	39 RAY138		1	1,01466	140,022	-16,79				
24	48 BOB69		1	1,01610	70,111	-21,01	55,80	12,50	16,00	-14,00
25	19 GROSS69		1	1,01935	70,335	-15,20	14,00	3,00		
26	50 DAVIS69		1	1,02000	70,380	-20,84	14,10	3,00	38,00	12,48
27	44 LAUF69		1	1,02000	70,380	-21,57	59,80	12,30	20,00	30,54
28	10 RAY69		1	1,02069	70,427	-17,34	16,80	2,50		
29	12 TIM69		1	1,02088	70,441	-18,68	22,90	6,50		
30	1 TIM345		1	1,02199	352,588	-15,88				
31	56 LYNN138		1	1,02286	141,154	-16,13	14,00	3,70		
32	29 JO138		1	1,02377	141,281	-15,97				
33	35 SLACK138		1	1,02471	141,409	-15,77				
34	38 RAY245		1	1,02525	353,712	-15,37				
35	17 PAI69		1	1,02793	70,927	-14,07	30,00	5,00		
36	31 SLACK345		1	1,03000	355,350	-14,78			157,25	41,57
37	28 JO345		1	1,03000	355,350	-13,90			200,00	3,70
38	57 KWW		1	1,05000	72,450	-8,31			200,00	-8,20

Şekil 10. KWW to PAI yük akış analizi

## KWW to PETE 7.4 miles

Branch Options

From Bus	57	To Bus	16	Circuit	1
Name	KWW	PETE69			
Area Name	1 (1)	1 (1)			
Nominal kV	69,00	69,00			

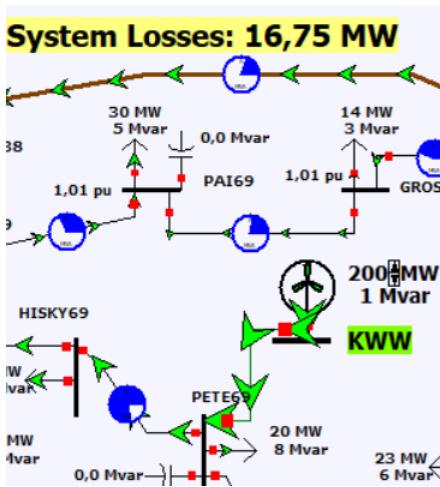
From End Metered     Default Owner (Same as From Bus)

Line Per Unit Impedance Calculator

Actual Impedance and Current Limits		Line Length	Per Unit Impedance and MVA Limits
R (Ohms/mile)	0,130803	7,400 miles	R (pu) 0,020330
X (Ohms/mile)	0,424102	When changing convert:	X (pu) 0,065917
B (Mhos/mile)	3,990727 $\times 10^{-6}$	(PU/MVA --->	B (pu) 0,001406
G (Mhos/mile)	-0,000010 $\times 10^{-6}$	<-- Electrical	G (pu) 0,000000
Limit A (Amps)	0,000	Length Units	Limit A (MVA) 0,000
Limit B (Amps)	0,000	miles	Limit B (MVA) 0,000
Limit C (Amps)	0,000	kilometers	Limit C (MVA) 0,000
Limit D (Amps)	0,000	System Base Values	Limit D (MVA) 0,000
Limit E (Amps)	0,000	Power Base (MVA)	Limit E (MVA) 0,000
Limit F (Amps)	0,000	100,000	Limit F (MVA) 0,000
Limit G (Amps)	0,000	Voltage Base (kV)	Limit G (MVA) 0,000
Limit H (Amps)	0,000	59,000	Limit H (MVA) 0,000
Limit I (Amps)	0,000	Impedance Base (Ohms)	Limit I (MVA) 0,000
Conductor Type	None Specified	47,6100	Limit J (MVA) 0,000
Tower Configuration	None Specified	Admittance Base (Mhos)	Limit K (MVA) 0,000
	Calculate PU Impedances From Conductor Type and Tower Configuration	0,0210040	Limit L (MVA) 0,000
			Limit M (MVA) 0,000
			Limit N (MVA) 0,000
			Limit O (MVA) 0,000

OK     Help     Cancel

Şekil 11. KWW to PETE 7.4 miles parametreleri



Şekil 12.KWW to PETE sistem diyagramı ve sistem kayıpları

	Number	Name	Zone Num	PU Volt	▲	Volt (kV)	Angle (Deg)	Load MW	Load Mvar	Gen MW	Gen Mvar
1	3	MOROT38	1	0,99957		137,940	-19,70	60,00	13,00		
2	41	LAUF138	1	1,00305		138,421	-19,49				
3	47	BOB138	1	1,00360		138,497	-17,21				
4	55	DEMARE9	1	1,00370		69,255	-18,98				
5	40	TIM138	1	1,00467		138,644	-18,62				
6	34	PATTEN69	1	1,00498		69,344	-22,17	22,74	3,00		
7	5	HOMER69	1	1,00659		69,475	-22,62	33,00	8,00		
8	30	CAROL138	1	1,00767		139,058	-18,83	23,40	6,20		
9	53	SANDER138	1	1,00791		139,092	-17,04	59,50	27,80	150,00	45,00
10	24	HIMER69	1	1,00853		69,375	-19,25	36,30	10,40		
11	21	WOLEN69	1	1,00871		69,601	-19,68	74,40	26,80		
12	20	SCOT69	1	1,00872		69,602	-21,71	15,30	5,00		
13	14	WEBER69	1	1,00876		69,604	-21,88	22,20	15,20	10,00	5,00
14	13	FERNIA69	1	1,00893		69,616	-19,01	20,00			
15	32	NICOL138	1	1,01036		139,429	-18,46				
16	37	AMANDA69	1	1,01039		69,717	-22,95	27,00	0,00		
17	17	PAI69	1	1,01080		69,745	-19,93	30,00	5,00		
18	19	GROSS69	1	1,01111		69,767	-19,58	14,00	3,00		
19	18	HANNAH69	1	1,01167		69,805	-22,90	45,00	6,00		
20	33	NICOL69	1	1,01245		69,859	-19,84	28,00	6,00		
21	21	ZEB69	1	1,01629		70,124	-17,95	58,20	36,30		
22	27	HISKY69	1	1,01686		70,163	-17,30	40,00	10,00		
23	10	RAY69	1	1,01706		70,177	-18,13	16,80	2,50		
24	54	SANDEB69	1	1,01783		70,241	-17,98	12,43	5,73	75,23	33,95
25	39	JO138	1	1,01844		140,490	-16,74				
26	16	PETE69	1	1,01840		70,270	-16,65	20,00	8,00		
27	50	DAVIS69	1	1,02000		70,380	-20,45	14,10	3,00	38,00	12,28
28	44	LAUF69	1	1,02000		70,380	-20,94	59,80	12,30	20,00	28,34
29	48	BOB69	1	1,02100		70,449	-18,93	55,80	12,50	16,00	-14,00
30	1	TIM345	1	1,02239		352,725	-16,00				
31	12	IM69	1	1,02343		70,616	-19,36	22,90	6,50		
32	56	LYNN138	1	1,02353		141,247	-16,03	14,00	3,70		
33	29	JO138	1	1,02409		141,325	-15,83				
34	35	SLACK138	1	1,02586		141,569	-15,72				
35	38	RAY345	1	1,02628		354,067	-15,38				
36	31	SLACK345	1	1,03000		355,350	-14,78			155,70	28,36
37	28	JO345	1	1,03000		355,350	-13,82			200,00	2,11

Şekil 13.KWW to PETE yük akış analizi

## KWW to DEMAR 12.0 miles

**Branch Options**

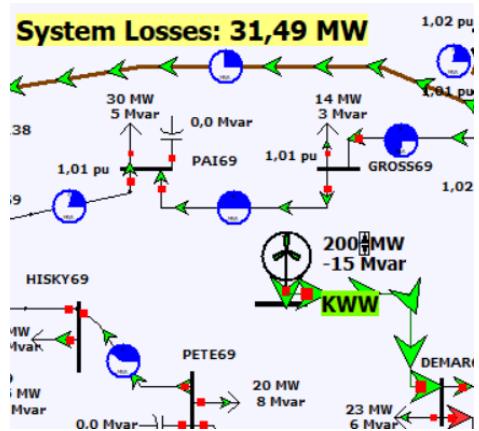
From Bus	57	To Bus	55	Circuit	1
Number	57			Find By Numbers	
Name	KWW	DEMARE9		Find By Names	
Area Name	1 (1)	1 (1)		Find ...	
Nominal kV	69,00	69,00		<input checked="" type="checkbox"/> From End Metered	
<input checked="" type="checkbox"/> Default Owner (Same as From Bus)					

**Line Per Unit Impedance Calculator**

R (Ohms/mile)	0,130800	Line Length	12,000 miles	Per Unit Impedance and MVA Limits
X (Ohms/mile)	0,424100	When changing convert:	<input checked="" type="radio"/> PU(MVA) →	R (pu) 0,032965
B (Mhos/mile)	3,990700 × 10 <sup>-6</sup>		<input type="radio"/> ← Electrical	X (pu) 0,106890
G (Mhos/mile)	0,000000 × 10 <sup>-6</sup>	Length Units	<input checked="" type="radio"/> miles	B (pu) 0,002280
Limit A (Amps)	0,000	System Base Values	<input type="radio"/> kilometers	G (pu) 0,000000
Limit B (Amps)	0,000	Power Base (MVA)		Limit A (MVA) 0,000
Limit C (Amps)	0,000	Impedance Base (Ohms)		Limit B (MVA) 0,000
Limit D (Amps)	0,000	Voltage Base (kV)		Limit C (MVA) 0,000
Limit E (Amps)	0,000	Admittance Base (Mhos)		Limit D (MVA) 0,000
Limit F (Amps)	0,000	Calculate PU Impedances From		Limit E (MVA) 0,000
Limit G (Amps)	0,000	Conductor Type		Limit F (MVA) 0,000
Limit H (Amps)	0,000	Tower Configuration		Limit G (MVA) 0,000
Limit I (Amps)	0,000	None Specified		Limit H (MVA) 0,000
Conductor Type		None Specified		Limit I (MVA) 0,000
Tower Configuration		None Specified		Limit J (MVA) 0,000
<input checked="" type="checkbox"/> Calculate PU Impedances From Conductor Type and Tower Configuration				Limit K (MVA) 0,000
				Limit L (MVA) 0,000
				Limit M (MVA) 0,000
				Limit N (MVA) 0,000
				Limit O (MVA) 0,000

OK      ? Help       Cancel

Şekil 14. KWW to DEMAR 12 miles parametreleri



Şekil 15.KWW to DEMAR sistem diyagramı ve sistem kayıpları

Number	Name	Zone Num	PU Volt	Volt (kV)	Angle (Deg)	Load MW	Load Mvar	Gen MW	Gen Mvar
2	24 HIRMAN69	1	0,99454	68,544	-20,01	36,30	10,40		
3	1 MOR0138	1	0,99931	137,311	-22,32	60,00	13,00		
4	21 WOLEN69	1	0,99624	68,741	-30,32	74,40	26,80		
5	53 SANDER138	1	0,99676	137,553	-17,47	59,50	27,80	150,00	45,00
6	16 PETE69	1	0,99807	68,867	-19,83	20,00	8,00		
7	40 TIM138	1	0,99897	137,857	-19,23				
8	27 ZEB69	1	0,99920	68,932	-20,77	40,00	10,00		
9	15 WEB69	1	0,99920	68,945	-18,90	56,20	36,30		
10	41 LAUF138	1	1,00034	138,047	-20,08				
11	5 HOMER69	1	1,00277	69,191	-23,46	33,00	8,00		
12	34 PATTEN69	1	1,00384	69,266	-22,84	22,73	3,00		
13	54 SANDER69	1	1,00392	69,270	-18,72	12,43	5,73	75,23	33,95
14	37 SCHAUD69	1	1,00444	69,300	-23,88	27,00	6,00		
15	30 CAROL138	1	1,00579	138,799	-19,30	23,40	6,20		
16	17 PAI69	1	1,00579	69,400	-20,22	30,00	5,00		
17	18 HANNAH69	1	1,00594	69,410	-23,81	45,00	6,00		
18	14 WEBER69	1	1,00718	69,496	-22,59	22,20	5,00	10,00	5,00
19	26 SCOT138	1	1,00932	138,553	-22,15	15,30	5,00		
20	48 DEM69	1	1,00970	69,500	-18,46	55,80	12,50	16,00	-14,00
21	32 NICOL138	1	1,00975	139,207	-18,90				
22	19 GROSS69	1	1,00993	69,685	-19,50	14,00	3,00		
23	33 NICOL69	1	1,01172	69,809	-20,33	28,00	6,00		
24	39 RAY138	1	1,01336	139,844	-16,64				
25	16 RAY69	1	1,01336	69,844	-20,62	22,80	6,50		
26	44 LAUF69	1	1,01776	70,225	-21,70	59,80	12,30	20,00	40,00
27	50 DAV569	1	1,02000	70,380	-21,05	14,10	3,00	38,00	13,94
28	1 TIM345	1	1,02025	351,965	-16,18				
29	10 RAY69	1	1,02155	70,487	-17,12	16,80	2,50		
30	56 LYNN138	1	1,02332	141,060	-16,18	14,00	3,70		
31	17 SLACK69	1	1,02332	71,171	-16,18				
32	35 SLACK138	1	1,02416	141,334	-15,74				
33	55 DEMAR69	1	1,02426	70,674	-12,18	22,65	6,15		
34	13 FERN69	1	1,02456	70,695	-15,25	20,00	4,00		
35	38 RAY45	1	1,02491	353,595	-15,32			170,43	51,19
36	31 SLACK345	1	1,03000	355,350	-14,78			200,00	5,99
37	20 JOS45	1	1,03000	355,350	-15,96			200,00	-5,99
38	57 KWW	1	1,05000	72,450	-0,44				-15,48

Şekil 16.KWW to DEMAR yük akış analizi

## KWW to GROSS 4.5 miles

**Branch Options**

From Bus	To Bus	Circuit
Number	57	19
Name	KWW	GROSS69
Area Name	1 (1)	1 (1)
Nominal kv	69,00	69,00

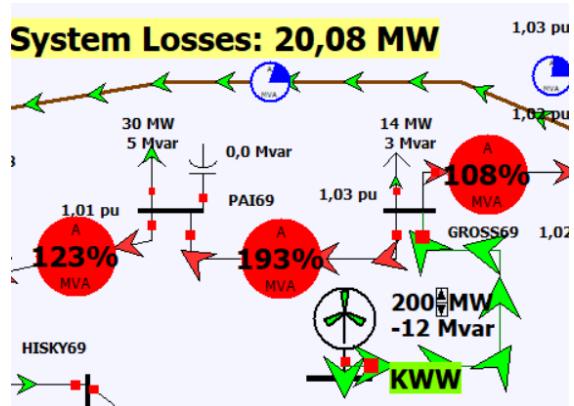
**Line Per Unit Impedance Calculator**

Actual Impedance and Current Limits	Line Length	Per Unit Impedance and MVA Limits
R (Ohms/mile)	4,50 miles	R (pu)
X (Ohms/mile)	When changing convert:	X (pu)
B (Mhos/mile) $\times 10^{-6}$	(PU/MVA --->	B (pu)
G (Mhos/mile) $\times 10^{-6}$	---> Electrical	G (pu)
Limit A (Amps)	Length Units	Limit A (MVA)
Limit B (Amps)	miles	Limit B (MVA)
Limit C (Amps)	kilometers	Limit C (MVA)
Limit D (Amps)	System Base Values	Limit D (MVA)
Limit E (Amps)	Power Base (MVA)	Limit E (MVA)
Limit F (Amps)	100,000	Limit F (MVA)
Limit G (Amps)	Voltage Base (kV)	Limit G (MVA)
Limit H (Amps)	69,0000	Limit H (MVA)
Limit I (Amps)	Impedance Base (Ohms)	Limit I (MVA)
Conductor Type	47,6100	Limit J (MVA)
Tower Configuration	Admittance Base (Mhos)	Limit K (MVA)
None Specified	0,0210040	Limit L (MVA)
		Limit M (MVA)
		Limit N (MVA)
		Limit O (MVA)

Calculate PU Impedances From Conductor Type and Tower Configuration

OK      Help      Cancel

Şekil 17. KWW to GROSS 4.5 miles parametreleri



Şekil 18.KWW to GROSS sistem diyagramı ve sistem kayıpları

	Number	Name	Zone Num	PU Volt	Volt (kV)	Angle (Deg)	Load MW	Load Mvar	Gen MW	Gen Mvar
2	47	BOB138	1	0,99710	137,600	-18,78				
3	40	TIM138	1	1,00057	138,079	-18,61				
4	53	SANDER138	1	1,00073	138,101	-18,73				
5	41	LAUF138	1	1,00163	138,225	-20,02				
6	24	HIMANG9	1	1,00231	69,160	-21,36	36,30	10,40		
7	21	WOLEN69	1	1,00293	69,203	-21,62	74,40	26,80		
8	55	DEMARE9	1	1,00446	69,307	-20,13	22,65	6,15		
9	16	PETE69	1	1,00490	69,338	-20,93	20,00	8,00		
10	5	HOMER69	1	1,00490	69,338	-23,18	33,00	8,00		
11	34	PATTEN69	1	1,00492	69,340	-22,89	22,74	3,00		
12	27	HISKY69	1	1,00536	69,370	-20,94	40,00	10,00		
13	37	AMANDA69	1	1,00638	69,440	-23,22	27,00	0,00		
14	30	CAROL138	1	1,00667	138,820	-19,27	23,40	6,20		
15	15	ZEB69	1	1,00668	69,461	-20,66	58,20	36,30		
16	13	FERNIA69	1	1,00748	69,516	-18,79	20,00	4,00		
17	18	HANNAH69	1	1,00767	69,529	-23,17	45,00	6,00		
18	20	SCOT69	1	1,00859	69,593	-22,28	15,30	5,00		
19	14	WEBER69	1	1,00879	69,606	-22,67	22,20	15,20	10,00	5,00
20	32	NICOL138	1	1,00949	139,310	-18,87				
21	54	SANDER69	1	1,01030	69,711	-20,59	12,43	5,73	75,23	33,95
22	17	PAI69	1	1,01201	69,829	-15,70	30,00	5,00		
23	33	NICOL69	1	1,01223	69,844	-20,31	28,00	6,00		
24	48	BOB69	1	1,01530	70,056	-21,06	55,80	12,50	16,00	-14,00
25	39	RAY138	1	1,01546	140,133	-16,66				
26	12	TIM69	1	1,01721	70,188	-19,27	22,90	6,50		
27	10	RAY69	1	1,01811	70,249	-16,65	16,80	2,50		
28	50	DAVIS69	1	1,02000	70,380	-21,04	14,10	3,00	38,00	12,65
29	44	LAUF69	1	1,02000	70,380	-21,83	59,80	12,30	20,00	34,67
30	1	TIM45	1	1,02106	352,266	-15,89				
31	56	LYNIN138	1	1,02288	141,158	-16,17	14,00	3,70		
32	29	JOI138	1	1,02367	141,267	-16,06				
33	35	SLACK138	1	1,02494	141,442	-15,74				
34	38	RAY345	1	1,02553	353,809	-15,33				
35	31	SLACK345	1	1,03000	355,350	-14,78			159,02	41,49
36	28	JO345	1	1,03000	355,350	-13,95			200,00	4,32
37	19	GROSS69	1	1,03400	71,346	-13,09	14,00	3,00		
38	57	KWW	1	1,05000	72,450	-8,77			200,00	-12,14

Şekil 19.KWW to GROSS yük akış analizi

### KWW to HISKY 11.2 miles

**Branch Options**

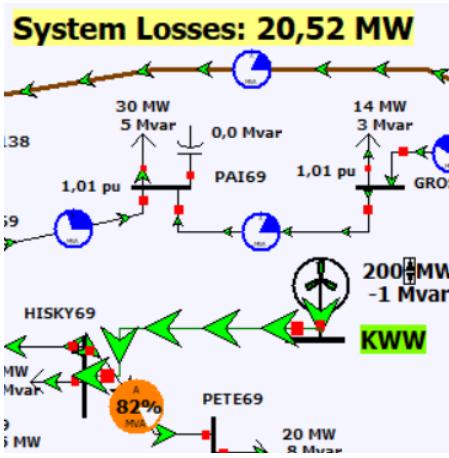
From Bus	To Bus	Circuit
Number: 57	27	1
Name: KWW	HISKY69	
Area Name: 1 (1)	1 (1)	
Nominal kV: 69,00	69,00	
<input checked="" type="checkbox"/> From End Metered		
<input type="checkbox"/> Default Owner (Same as From Bus)		

**Line Per Unit Impedance Calculator**

Actual Impedance and Current Limits	Line Length	Per Unit Impedance and MVA Limits
R (Ohms/mile): 0,130800	11,200 miles	R (pu): 0,030768
X (Ohms/mile): 0,424100	When changing convert:	X (pu): 0,099764
B (Mhos/mile): 3,990700 x 10^-6	(PU/MVA -->	B (pu): 0,002128
G (Mhos/mile): 0,000000 x 10^-6	<-- Electrical	G (pu): 0,000000
Length A (Amps): 0,000	Length Units	Limit A (MVA): 0,000
Limit B (Amps): 0,000	miles	Limit B (MVA): 0,000
Limit C (Amps): 0,000	kilometers	Limit C (MVA): 0,000
Limit D (Amps): 0,000		Limit D (MVA): 0,000
Limit E (Amps): 0,000		Limit E (MVA): 0,000
Limit F (Amps): 0,000		Limit F (MVA): 0,000
Limit G (Amps): 0,000		Limit G (MVA): 0,000
Limit H (Amps): 0,000		Limit H (MVA): 0,000
Limit I (Amps): 0,000		Limit I (MVA): 0,000
Conductor Type: None Specified		Limit J (MVA): 0,000
Tower Configuration: None Specified		Limit K (MVA): 0,000
Calculate PU Impedances From Conductor Type and Tower Configuration		Limit L (MVA): 0,000
		Limit M (MVA): 0,000
		Limit N (MVA): 0,000
		Limit O (MVA): 0,000

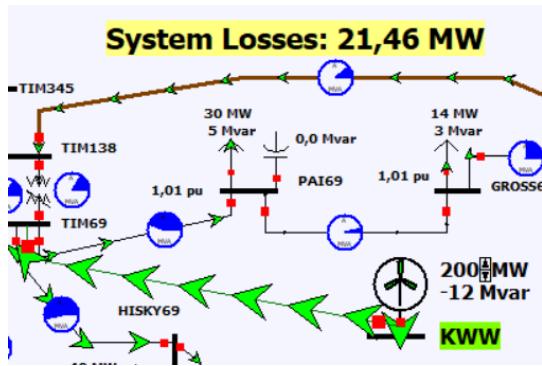
OK       Help       Cancel

Şekil 20. KWW to HISKY 11.2 miles parametreleri



Şekil 21. KWW to HISKY sistem diyagramı ve sistem kayıpları

Number	Name	Zone Num	PU Volt	A	Volt (kV)	Angle (Deg)	Load MW	Load Mvar	Gen MW	Gen Mvar
2	47 BOB138	1	0,99911	-	137,878	-17,48			6,15	
3	55 DEMAR69	1	1,00122	-	69,084	-19,32	22,65			
4	41 LAUF138	1	1,00259	-	138,357	-19,55				
5	40 TIM138	1	1,00296	-	138,408	-18,52				
6	53 SANDER138	1	1,00301	-	138,443	-17,32	59,50		27,80	
7	21 WOHL69	1	1,00349	-	69,241	-20,05	74,40		26,80	
8	24 HIMAN69	1	1,00386	-	69,765	-16,42	36,30		10,40	
9	34 PATTEN69	1	1,00467	-	69,343	-22,27	22,74		3,00	
10	5 HOMER69	1	1,00608	-	69,420	-22,64	33,00		8,00	
11	30 CAROL138	1	1,00734	-	139,013	-18,88	23,40		6,20	
12	13 FERN69	1	1,00870	-	69,600	-19,22	20,00		4,00	
13	20 SCOT69	1	1,00870	-	69,600	-21,81	15,30		5,00	
14	14 WEBER69	1	1,00877	-	69,605	-21,99	22,20		10,00	
15	37 AMANDA69	1	1,00878	-	69,606	-22,87	27,00			
16	16 PETE69	1	1,00934	-	69,644	-17,24	20,00		8,00	
17	18 HANNAH69	1	1,01007	-	69,695	-22,82	45,00		6,00	
18	17 PAI69	1	1,01007	-	69,695	-19,82	30,00		5,00	
19	32 NICOL69	1	1,01010	-	139,390	-18,51				
20	15 ZEB69	1	1,01018	-	69,70					



Şekil 24.KWW to TIM sistem diyagramı ve sistem kayıpları

Number	Name	Zone Num	PU Volt	▲	Volt (kV)	Angle (Deg)	Load MW	Load Mvar	Gen MW	Gen Mvar
2	40 TIM138	1	0,99570		137,407	-17,76				
3	47 BOB138	1	0,99728		137,625	-18,84				
4	41 LAUF138	1	1,00079		138,108	-19,55				
5	53 SANDER138	1	1,00114		138,158	-18,77				
6	21 WOLEN69	1	1,00329		69,227	-21,76	74,40	26,80		
7	24 HIMAN69	1	1,00380		69,262	-21,09	36,30	10,40		
8	55 DEMAR69	1	1,00428		69,295	-20,72	22,65	6,15		
9	34 PATTEN69	1	1,00495		69,342	-22,44	22,74	3,00		
10	30 CAROL138	1	1,00617		138,852	-18,90	23,40	6,20		
11	5 HOMER69	1	1,00624		69,431	-22,35	33,00	8,00		
12	16 PETE69	1	1,00717		69,495	-20,47	20,00	8,00		
13	27 HISKY69	1	1,00793		69,547	-20,32	40,00	10,00		
14	15 ZEB69	1	1,00831		69,574	-20,48	58,20	36,30		
15	20 SCOT69	1	1,00865		69,597	-21,96	15,30	5,00		
16	14 WEBER69	1	1,00878		69,606	-22,19	22,20	15,20	10,00	5,00
17	37 AMANDA69	1	1,00880		69,607	-22,10	27,00	0,00		
18	32 NICOL138	1	1,00910		139,255	-18,54				
19	18 HANNAH69	1	1,01009		69,696	-22,05	45,00	6,00		
20	13 FERNA69	1	1,01070		69,738	-20,02	20,00	4,00		
21	54 SANDER69	1	1,01139		69,786	-20,44	12,43	5,73	75,23	33,95
22	33 NICOL69	1	1,01188		69,820	-19,95	28,00	6,00		
23	17 PAI69	1	1,01188		69,820	-19,01	30,00	5,00		
24	19 GROSS69	1	1,01233		69,851	-19,06	14,00	3,00		
25	39 RAY138	1	1,01358		139,875	-17,06				
26	48 BOB69	1	1,01565		70,080	-21,01	55,80	12,50	16,00	-14,00
27	1 TIM345	1	1,01984		351,845	-15,71				
28	50 DAVIS69	1	1,02000		70,380	-20,64	14,10	3,00	38,00	12,94
29	44 LAUF69	1	1,02000		70,380	-21,31	59,80	12,30	20,00	34,61
30	12 TIM69	1	1,02063		70,423	-17,85	22,90	6,50		
31	10 RAV69	1	1,02214		70,527	-18,49	16,80	2,50		
32	56 LYNN138	1	1,02249		141,103	-16,11				
33	29 JO138	1	1,02340		141,229	-15,89				
34	35 SLACK138	1	1,02432		141,356	-15,84				
35	38 RAY345	1	1,02485		353,572	-15,45				
36	31 SLACK345	1	1,03000		355,350	-14,78			160,41	53,53
37	28 JO345	1	1,03000		355,350	-13,85			200,00	5,03
38	57 KWW	1	1,05000		72,450	-5,13			200,00	-12,47

Şekil 25.KWW to TIM yük akış analizi

## KKWW to RAY 15.0

**Branch Options**

From Bus	To Bus	Circuit
Number	57	10 1
Name	KWW	RAY69
Area Name	1 (1)	1 (1)
Nominal kV	69,00	69,00

Find By Numbers  
 Find By Names  
 Find ...  
 From End Metered  
 Default Owner (Same as From Bus)

**Line Per Unit Impedance Calculator**

Actual Impedance and Current Limits	Line Length	Per Unit Impedance and MVA Limits	
R (Ohms/mile)	15,000 miles	R (pu)	
X (Ohms/mile)	When changing convert: ● PU/MVA --> ○ <-- Electrical	X (pu)	
B (Mhos/mile)	15,000 x 10^-6	B (pu)	
G (Mhos/mile)	0,000000 x 10^-6	G (pu)	
Limit A (Amps)	0,000	Limit A (MVA)	0,000
Limit B (Amps)	0,000	Limit B (MVA)	0,000
Limit C (Amps)	0,000	Limit C (MVA)	0,000
Limit D (Amps)	0,000	Limit D (MVA)	0,000
Limit E (Amps)	0,000	Limit E (MVA)	0,000
Limit F (Amps)	0,000	Limit F (MVA)	0,000
Limit G (Amps)	0,000	Limit G (MVA)	0,000
Limit H (Amps)	0,000	Limit H (MVA)	0,000
Limit I (Amps)	0,000	Limit I (MVA)	0,000
Conductor Type	None Specified	Limit J (MVA)	0,000
Tower Configuration	None Specified	Limit K (MVA)	0,000
Calculate PU Impedances From Conductor Type and Tower Configuration		Limit L (MVA)	0,000
		Limit M (MVA)	0,000
		Limit N (MVA)	0,000
		Limit O (MVA)	0,000

Actual Impedance and Current Limits  
R (Ohms/mile) 0,130800  
X (Ohms/mile) 0,424100  
B (Mhos/mile) 3,990700 x 10^-6  
G (Mhos/mile) 0,000000 x 10^-6  
Limit A (Amps) 0,000  
Limit B (Amps) 0,000  
Limit C (Amps) 0,000  
Limit D (Amps) 0,000  
Limit E (Amps) 0,000  
Limit F (Amps) 0,000  
Limit G (Amps) 0,000  
Limit H (Amps) 0,000  
Limit I (Amps) 0,000  
Conductor Type None Specified  
Tower Configuration None Specified  
Calculate PU Impedances From Conductor Type and Tower Configuration

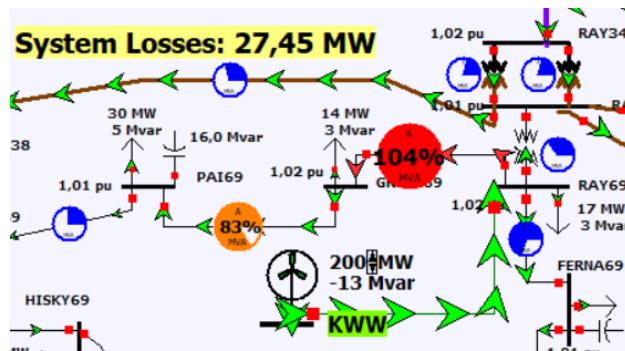
Length Units  
 miles  
 kilometers

System Base Values  
Power Base (MVA) 100,000  
Voltage Base (kV) 69,000  
Impedance Base (Ohms) 47,6100  
Admittance Base (Mhos) 0,0210040

Line Length  
15,000 miles  
When changing convert:  
 PU/MVA -->  
 <-- Electrical

Per Unit Impedance and MVA Limits  
R (pu) 0,041205  
X (pu) 0,133609  
B (pu) 0,002850  
G (pu) 0,000000

Şekil 26. KWW to RAY 15 miles parametreleri



Şekil 27.KWW to RAY sistem diyagramı ve sistem kayıpları

	Number	Name	Zone Num	PU Volt	Volt (kV)	Angle (Deg)	Load MW	Load Mvar	Gen MW	Gen Mvar
2	3	MORO138	1	0,99618	137,473	-20,63	60,00	13,00		
3	53	SANDER138	1	0,99790	137,710	-18,79	59,50	27,80	150,00	45,00
4	40	TIM138	1	1,00022	138,031	-19,47				
5	24	HIMAN69	1	1,00064	69,044	-21,68	36,30	10,40		
6	21	WOLEN69	1	1,00090	69,062	-21,95	74,40	26,80		
7	41	LAUF138	1	1,00134	138,185	-20,52				
8	16	PETE69	1	1,00360	69,248	-21,46	20,00	8,00		
9	27	HISKY69	1	1,00443	69,305	-21,60	40,00	10,00		
10	25	ZEB69	1	1,00476	69,329	-20,91	58,20	36,30		
11	34	PATTEN69	1	1,00490	69,338	-23,38	22,74	3,00		
12	5	HOMER69	1	1,00542	69,374	-24,01	33,00	8,00		
13	55	DEMAR69	1	1,00626	69,432	-19,76	22,65	6,15		
14	30	CAROL138	1	1,00633	138,874	-19,66	23,40	6,20		
15	37	AMANDA69	1	1,00756	69,522	-24,31	27,00	0,00		
16	20	SCOT69	1	1,00854	69,589	-22,84	15,30	5,00		
17	13	FERNA69	1	1,00865	69,597	-17,85	20,00	4,00		
18	54	SANDER69	1	1,00878	69,606	-20,82	12,43	5,73	75,23	33,95
19	14	WEBER69	1	1,00880	69,607	-23,18	22,20	15,20	10,00	5,00
20	18	HANNAH69	1	1,00885	69,611	-24,26	45,00	6,00		
21	32	NICOL138	1	1,00916	139,264	-19,22				
22	39	RAY138	1	1,01081	139,491	-16,39				
23	33	NICOL69	1	1,01214	69,838	-20,69	28,00	6,00		
24	17	PAI69	1	1,01263	69,672	-19,99	30,00	5,00		
25	48	BOB69	1	1,01330	69,917	-21,19	55,80	12,50	16,00	-14,00
26	19	GROSS569	1	1,01559	70,076	-18,74	14,00	3,00		
27	12	TIM69	1	1,01920	70,325	-20,68	22,90	6,50		
28	44	LAUF69	1	1,02000	70,380	-22,37	59,80	12,30	20,00	36,06
29	50	DAVIS69	1	1,02000	70,380	-21,46	14,10	3,00	38,00	12,79
30	1	TIM345	1	1,02053	352,084	-16,26				
31	10	RAY69	1	1,02079	70,435	-15,20	16,80	2,50		
32	56	LYNN138	1	1,02202	141,039	-16,26	14,00	3,70		
33	35	SLACK138	1	1,02329	141,215	-15,69				
34	29	JO138	1	1,02341	141,230	-16,25				
35	38	RAY345	1	1,02422	353,357	-15,25				
36	31	SLACK345	1	1,03000	355,350	-14,78			166,40	58,57
37	28	IO345	1	1,03000	355,350	-14,05			200,00	5,85
38	57	KWW	1	1,05000	72,450	-0,49			200,00	-12,56

Şekil 28.KWW to RAY yük akış analizi

### KWW to ZEB 11.0 miles

Branch Options

From Bus	To Bus	Circuit
Number 57	15	1
Name KWW	ZEB69	
Area Name 1 (1)	1 (1)	
Nominal kV 69,00	69,00	

Find By Numbers  
 Find By Names  
 Find ...  
 From End Metered  
 Default Owner (Same as From Bus)

Line Per Unit Impedance Calculator

Actual Impedance and Current Limits	Line Length	Per Unit Impedance and MVA Limits
R (Ohms/mile) 0,130800	11,000 miles	R (pu) 0,030218
X (Ohms/mile) 0,424100	When changing convert: PU/MVA ---> <- Electrical	X (pu) 0,097983
B (Mhos/mile) 3,990700 x 10^-6		B (pu) 0,002090
G (Mhos/mile) 0,000000 x 10^-6		G (pu) 0,000000
Limit A (Amps) 0,000	Length Units <input checked="" type="radio"/> miles <input type="radio"/> kilometers	Limit A (MVA) 0,000
Limit B (Amps) 0,000	System Base Values	Limit B (MVA) 0,000
Limit C (Amps) 0,000	Power Base (MVA) 100,000	Limit C (MVA) 0,000
Limit D (Amps) 0,000	Voltage Base (kV) 69,0000	Limit D (MVA) 0,000
Limit E (Amps) 0,000	Impedance Base (Ohms) 47,6100	Limit E (MVA) 0,000
Limit F (Amps) 0,000	Admittance Base (Mhos) 0,0210040	Limit F (MVA) 0,000
Limit G (Amps) 0,000		Limit G (MVA) 0,000
Limit H (Amps) 0,000		Limit H (MVA) 0,000
Limit I (Amps) 0,000		Limit I (MVA) 0,000
Conductor Type None Specified		Limit J (MVA) 0,000
Tower Configuration None Specified		Limit K (MVA) 0,000
Calculate PU Impedances From Conductor Type and Tower Configuration		

Length Units  
 miles  
 kilometers

System Base Values

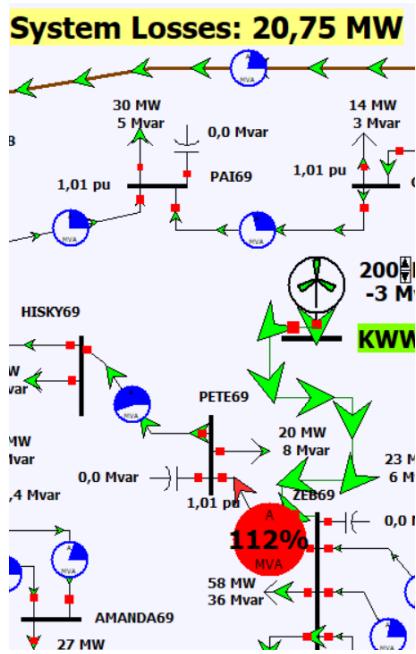
Power Base (MVA)  
100,000

Voltage Base (kV)  
69,0000

Impedance Base (Ohms)  
47,6100

Admittance Base (Mhos)  
0,0210040

Şekil 29. KWW to ZEB 11 miles parametreleri



Şekil 30.KWW to ZEB sistem diyagramı ve sistem kayıpları

	Number	Name	Zone Num	PU Volt	▲	Volt (kV)	Angle (Deg)	Load MW	Load Mvar	Gen MW	Gen Mvar
2	47	BOB138	1	1,00074		138,102	-16,77				
3	55	DEMAR69	1	1,00133		69,092	-18,58	22,65	6,15		
4	40	TIM138	1	1,00260		138,359	-18,92				
5	41	LAUF138	1	1,00267		138,369	-19,56				
6	21	WOLEN69	1	1,00487		69,336	-19,13	74,40	26,80		
7	34	PATTEN69	1	1,00499		69,344	-22,19	22,74	3,00		
8	53	SCOT138	1	1,00509		138,703	-16,57	59,50	27,80	150,00	45,00
9	24	HIMAN69	1	1,00521		69,359	-18,53	36,30	10,40		
10	5	HOMER69	1	1,00587		69,405	-22,80	33,00	8,00		
11	30	CAROL138	1	1,00739		139,019	-18,88	23,40	6,20		
12	37	AMANDA69	1	1,00857		69,591	-23,30	27,00	0,00		
13	20	SCOT69	1	1,00873		69,603	-21,74	15,30	5,00		
14	14	WEBER69	1	1,00876		69,604	-21,90	22,20	15,20	10,00	5,00
15	27	HISKY69	1	1,00914		69,631	-18,91	40,00	10,00		
16	16	PETE69	1	1,00937		69,647	-18,44	20,00	8,00		
17	13	FERNA69	1	1,00947		69,653	-18,81	20,00	4,00		
18	17	PAI69	1	1,00957		69,660	-20,27	30,00	5,00		
19	18	HANNAH69	1	1,00986		69,680	-23,25	45,00	6,00		
20	32	NICOL138	1	1,01011		139,395	-18,51				
21	19	GROSS69	1	1,01129		69,779	-19,83	14,00	3,00		
22	33	NICOL69	1	1,01228		69,847	-19,88	28,00	6,00		
23	15	ZEB69	1	1,01298		69,896	-17,24	58,20	36,30		
24	54	SANDER69	1	1,01421		69,981	-17,29	12,43	5,73	75,23	33,95
25	39	RAY138	1	1,01609		140,221	-16,69				
26	48	BOB69	1	1,01721		70,187	-18,38	55,80	12,50	16,00	-14,00
27	10	RAY69	1	1,01966		70,357	-18,13	16,80	2,50		
28	50	DAVIS69	1	1,02000		70,380	-20,49	14,10	3,00	38,00	12,44
29	44	LAUF69	1	1,02000		70,380	-20,95	59,80	12,30	20,00	35,35
30	12	TIM69	1	1,02092		70,443	-19,88	22,90	6,50		
31	1	TIM345	1	1,02158		352,444	-16,09				
32	56	LYNN138	1	1,02314		141,193	-16,04	14,00	3,70		
33	29	JO138	1	1,02392		141,301	-15,66				
34	35	SLACK138	1	1,02517		141,473	-15,71				
35	38	RAY345	1	1,02571		353,871	-15,34				
36	28	JO345	1	1,03000		355,350	-13,83			200,00	2,86
37	31	SLACK345	1	1,03000		355,350	-14,78			159,70	37,72
38	57	KWW	1	1,05000		72,450	-6,57			200,00	-3,35

Şekil 31.KWW to ZEB yük akış analizi

## SONUÇLAR VE YORUMLAR

Mevcut right-of-ways ve iletim hattı parametreleri tekrar tekrar analiz edildikten sonra, 200 MW'lık bir çıkışa bağlı KWW üretimi ile temel durum ve tüm beklenmedik durumlar için güvenilir çalışma noktaları sağlamak amacıyla en ucuz sistem eklemeleri belirlendi.

Projede rüzgar türbinlerini şebekeye bağlayan iletim hattı aşağıdaki parametrelere göre modellenmiştir.

$$z=0.1308 + j 0.4241 \text{ ohm/mile} \quad b=j3.9907 \text{ mho/mile.}$$

Proje sonuçları temel durumdaki tasarım üzerindeki etkiyi ve maliyet-fayda analizini yansımaktadır. Yapılan değişikliklerin sistem performansı ve maliyetler üzerindeki etkisi incelenmiş ve en uygun tasarımın sağlanması hedeflenmiştir.

Tüm bağlantılar için baz durum analizi değerlendirildiğinde, tüm güç sistemi iletim hatları ve bara gerilimlerinin birim başına 0,95 ve 1,10 olarak tanımlanan gerilim sınırları içerisinde olduğu gözlemlendi.

**Tablo 1. Kayıp-Maliyet Sonuçları**

Kayıp(MW)	Kayıp Bedeli (\$/MWh)	Yıl	Toplam Maliyet
18,30	50	5	\$40.077.000,000
16,75	50	5	\$36.682.500,000
31,49	50	5	\$68.963.100,000
20,08	50	5	\$43.975.200,000
20,52	50	5	\$44.938.800,000
21,46	50	5	\$46.997.400,000
27,45	50	5	\$60.115.500,000
20,75	50	5	\$45.442.500,000

Tablo 1.'de görüldüğü gibi en az maliyete neden olan bağlantı KWW'dan PETE'ye 7,4 mildir. Sistem kayipları 16,75 MW olup 5 yıllık toplam maliyeti 36.682.500,000 Dolardır.

En fazla maliyete neden olan bağlantı KKWW'den DEMAR'a 12,0 mildir. Sistem hatası 31.249 MW olup 5 yıllık toplam maliyeti 68.963.100,000 Dolardır.

Maliyeti hem zaman hem yol hem de kayıpların etkilediği gözlemlenmiştir.

Bu projeden elde edilen sonuçlar, bir enerji altyapısı tasarımını ve optimizasyonun karmaşıklığını ve önemini vurgulamaktadır. İlk olarak, tasarımın temel hedefi olan güvenilir enerji sağlama amacı göz önüne alındığında, projenin bir dizi teknik ve mali kriteri dengeleme ihtiyacı ortaya çıkmaktadır.

Sonuçlar, sistemin istikrarlı bir şekilde işletilebilmesi için belirli tasarım seçeneklerinin seçilmesi gerektiğini göstermektedir. Özellikle, sistemin kayıplarının sabit tutulmasının, tasarım sürecinde dikkate alınması gereken kritik bir faktör olduğu anlaşılmaktadır. Bu, sistem kararlılığını ve verimliliğini sağlamak için önemlidir.

Ayrıca, projenin optimizasyonunda maliyet-etkinlik önemli bir rol oynamaktadır. Tasarım değişiklerinin toplam inşaat maliyeti üzerindeki etkisinin minimize edilmesi, uzun vadeli finansal sürdürülebilirlik ve proje başarısı için kritiktir.

İletim hatlarının ve transformatörlerin eklenmesi veya değiştirilmesi gibi teknik kararlar, sistemin güvenilirliği ve performansı üzerinde doğrudan etkiye sahiptir. Bu nedenle, tasarım sürecinde teknik ayrıntıların ve sistem bileşenlerinin dikkatlice değerlendirilmesi gerekmektedir.

Bu proje, 200 MW KWW üretim çıkıştı ile güvenilir enerji sağlamayı amaçlamaktadır ve maliyet etkinliği, enerji kayıplarının azaltılması, sürdürülebilirlik, teknolojik ilerleme ve uygulama, enerji güvenliği ve bağımsızlık gibi önemli faydalara sunmaktadır. Projenin simülatör kullanılarak yürütülmesi, tasarım değişikliklerinin etkilerinin detaylı olarak analiz edilmesine ve en uygun çözümün belirlenmesine olanak sağlar. Simülasyon sonuçları sistemin performansını tahmin etme ve olası riskleri değerlendirme fırsatı sağlar.

Projenin katkılarından bahsedecek olursak;

Bu proje, mesleki gelişimimize birçok katkı sunmuştur. İlk olarak, bir simülatör kullanarak tasarım ve analiz sürecine katılmamız, elektronik mühendisliği ve güç sistemleri alanındaki teknik becerilerimizi geliştirdi. Simülasyon araçlarıyla elde ettigimiz deneyim sayesinde, iletim hattı parametreleri, sistem kayıpları ve güç şebekesi operasyonlarının detaylarını daha iyi anladık. Ayrıca, maliyet analizi yapmak enerji sektöründe finansal değerlendirme ve proje yönetimi konusunda yetkinlik kazanmamıza olanak sağladı. Dahası, tasarım değişikliklerinin sistem güvenilirliği ve verimliliği üzerindeki etkisini değerlendirmek, eleştirel düşünme ve problem çözme yeteneklerimizi geliştirdi ve karmaşık mühendislik projelerinde bilinçli kararlar almamızı sağladı. Ayrıca, sürdürülebilirlik prensiplerini göz önünde bulundurarak güvenilir enerji sağlamayı amaçlayan bir projede yer almak, çevresel endişelerin farkına varmamıza ve sürdürülebilir altyapı geliştirmenin önemine katkıda bulundu. Genel olarak, bu projede yer almak, bizi elektrik mühendisliği ve enerji sistemleri alanında mesleki ilerleme için gerekli olan pratik beceriler, teorik bilgi ve bütünsel bir bakış açısıyla donattı.