

**T.C.  
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ**

**TÜRKİYE'DE KARBON TİCARETİ VE  
SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ÜZERİNE ARAŞTIRMA**

**Yüksek Lisans Tezi**

**ŞEYMA DURSUN**

**İSTANBUL, 2016**



**T.C.  
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
ENERJİ VE ÇEVRE YÖNETİMİ**

**TÜRKİYE'DE KARBON TİCARETİ VE  
SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ÜZERİNE ARAŞTIRMA**

**Yüksek Lisans Tezi**

**ŞEYMA DURSUN**

**Tez Danışmanı: Fehmi Görkem ÜÇTUĞ**

**İSTANBUL, 2016**

**T.C.**  
**BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**ENERJİ VE ÇEVRE YÖNETİMİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

Tezin Adı: Türkiye’de Karbon Ticareti ve Sürdürülebilirlik Üzerine Araştırma

Öğrencinin Adı Soyadı: Şeyma DURSUN

Tez Savunma Tarihi: 14/01/2016

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları yerine getirmiş olduğu Enstitümüz tarafından onaylanmıştır.

Doç. Dr. Nafiz ARICA

Enstitü Müdürü

.....

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları yerine getirmiş olduğunu onaylarım.

Yrd. Doç. Dr. Fehmi Görkem ÜÇTUĞ

Program Koordinatörü

.....

Bu Tez tarafımızca okunmuş, nitelik ve içerik açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak yeterli görülmüş ve kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmzalar

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Fehmi Görkem ÜÇTUĞ

-----

Üye : Prof. Dr. Mehmet Barış ÖZERDEM

-----

Üye : Prof. Dr. Yıldız ARIKAN

-----

## TEŐEKKÖR

Çalıőmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren tez hocalarım Yrd. Doç. Dr. Fehmi Görkem ÜÇTUĞ ve Prof. Dr. Göksel DEMİR'e, en içten dileklerle teşekkür ederim.

Tez yazımı boyunca manevi desteklerini esirgemeyen sınıf arkadaşlarım Füsun ÇİFTÇİ ve Elif ALŐAN'a, bu günlere gelmemde en büyük paya sahip olan ve her zaman yanımda olan annem Hatice DURSUN'a ve tüm aileme teşekkürlerimi sunarım.

İSTANBUL, 2016

Şeyma DURSUN

## ÖZET

### TÜRKİYE’DE KARBON TİCARETİ VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ÜZERİNE ARAŞTIRMA

Şeyma Dursun

Enerji ve Çevre Yönetimi

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Fehmi Görkem Üçtuğ

Ocak, 2016, 99 Sayfa

21. yüzyılda hız kazanan kalkınma çabaları nedeniyle doğal kaynakların aşırı kullanımı beraberinde çevre sorunlarını getirmiştir. Enerji ihtiyacını karşılamak için fosil yakıtların aşırı kullanılması atmosferdeki emisyon yoğunluğunu artırarak sera etkisine sebep olmuş ve bu durum yerkürenin sıcaklığının artmasına ve iklim değişikliğine yol açmıştır. İklimde meydana gelen değişikliklerin etkileri günümüzde açıkça hissedilmektedir. Yaşanan bu değişiklikler pek çok şirketin iş yapış şekline bu sorunları yönetmeye yönelik farklı yapılanmalara yol açmıştır. Bu sayede, şirketlerin tüm iş süreçlerinde ve kararlarında sürdürülebilirliği göz önünde bulundurmalarının çok önemli olduğu sonucunu ortaya çıkmıştır. Buna ek olarak yasal düzenlemeler ve kamuoyunun çevre duyarlılığındaki artışı, tüm sanayi sektörlerini sürdürülebilirlik üzerine yoğunlaşmaya itmiştir.

Doğal kaynakları sınırlı olan dünyada sürdürülebilir büyümenin yarattığı çevresel etkileri azaltmak için yeni stratejiler gerekmektedir. Bunun için doğal kaynakları verimli kullanarak; atıkları azaltarak; geri kazanım uygulamalarını artırarak ve temiz teknolojileri tercih ederek büyümek sanayinin öncelikleri arasında yer almalıdır.

Bu tezde kaynakların diğer bir ifadeyle girdilerin çok yoğun olmadığı ilaç sektörü seçilmiştir. İhtiyacı olan enerjinin tamamını veya bir kısmını rüzgar ve güneş enerjisi gibi temiz teknolojiler kullanarak elde etmeyi hedefleyen bir ilaç firmasında temiz kaynak kullanılması sonucu atmosfere salınmayan ve tasarruf edilen karbonun ticaretinden gelen gelir ve işletmenin elektrik faturasından elde ettiği gelirlerin toplamı, ilk yatırım maliyetlerine oranlanarak yatırımların ne kadar sürede geri kazanıldığı

hesaplanmış ve bu işletme için en uygulanabilir temiz teknolojinin hangisi olduğuna karar vermeye çalışılmıştır.

Çalışma sonunda bu ilaç firmasının enerji ihtiyacının asgari yüzde ellisini temiz kaynaktan sağlaması gerektiği ve temiz kaynak tercihini ise ilk yatırım maliyetleri daha kısa sürede geri kazanıldığı için rüzgar enerjisinden yana kullanması gerektiği sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelime:** Karbon Ticareti, Kyoto Protokolü, COP21, İklim Değişikliği



## ABSTRACT

### A STUDY ON CARBON TRADING AND SUSTAINABILIT IN TURKEY

Seyma Dursun

M. Sc. In Energy and Environmental Management

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Fehmi Gorkem Uçtug

Jan, 2016, ninety nine pages

21st century due to excessive use of natural resources in accelerating the development effort has brought together environmental problems. Excessive use of fossil fuels to meet the energy needs of the greenhouse effect caused by increasing the emission intensity in the atmosphere, and this has led to an increase in the earth's temperature and climate change. The effects of changes in my first clearly being felt today. These changes occurred in the form of business has led many companies adhere to various embodiments for managing these problems. In this way, should take into consideration sustainability in all business processes and decisions of the company has emerged as a very important result. In addition to the increase in legislation and public environmental awareness, it has led to the focus on sustainability all industrial sectors.

New strategies to reduce the environmental impact caused by the growth of the world with limited natural resources must be sustainable. This efficient use of natural resources; reducing waste; By choosing to grow by increasing its recycling practices and clean technologies should be included among the priorities of the industry.

This is the thesis of the input source is selected pharmaceutical sector, in other words it is not too intense. It comes from the needs of the entire energy or part of the wind and solar energy as a clean technology using an acquisition aimed at a pharmaceutical company in clean sources released into the atmosphere as a result of the use and the savings are trading carbon and total amount of income earned from the electricity bills, business, much of the investment by dividing the initial investment cost It estimated to have recovered in time and tried to decide which is the best that can be applied to this clean technology businesses.



At the end, it was concluded that these drug companies that the energy requirements needed to ensure the minimum of fifty percent from a clean source and clean resource choice of the initial investment costs necessary to use since wind energy because less time in recovery.

**Keywords:** Carbon Trading, Kyoto Protocol, COP21, Climate Change



## İÇİNDEKİLER

<b>TABLolar</b> .....	<b>x</b>
<b>ŞEKİLLER</b> .....	<b>xv</b>
<b>KISALTMALAR</b> .....	<b>xvi</b>
<b>SEMBOLLER</b> .....	<b>xvii</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 KÜRESELLEŞMENİN ÇEVRE BOYUTU</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1.1 Sera Etkisi</b> .....	<b>2</b>
<b>1.2 KÜRESEL ISINMANIN ETKİLERİ</b> .....	<b>4</b>
<b>1.2.1 Karbondioksit Konsantrasyonu</b> .....	<b>4</b>
<b>1.2.2 Küresel Yüzey Sıcaklığı Artışı</b> .....	<b>5</b>
<b>1.2.3 Deniz Seviyesinde Artış</b> .....	<b>6</b>
<b>1.3 İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ İLE MÜCADELE VE KARBON SALIMLARININ AZALTILMASI</b> .....	<b>7</b>
<b>1.3.1 Kyoto Protokolü</b> .....	<b>7</b>
<b>1.3.2 Türkiye'nin Kyoto Protokolü Sürecindeki Yeri</b> .....	<b>8</b>
<b>1.3.3 21. Taraflar Konferansı (COP21)</b> .....	<b>8</b>
<b>2. LİTERATÜR TARAMASI</b> .....	<b>11</b>
<b>3. VERİ VE YÖNTEM</b> .....	<b>14</b>
<b>3.1 KARBON YAKALAMA VE DEPOLAMA (CARBON CAPTURE AND STORAGE - CCS)</b> .....	<b>14</b>
<b>3.1.1 CO<sub>2</sub> Nerede Depolanır?</b> .....	<b>15</b>
<b>3.2 ENERJİ VERİMLİLİĞİNİN ARTIRILMASI VE ENERJİ TALEBİNİN AZALTILMASI</b> .....	<b>16</b>
<b>3.3 YENİLENEBİLİR ENERJİ TEKNOLOJİLERİ YATIRIMLARI VE</b>	

<b>KARBON TİCARETİ</b> .....	17
<b>3.3.1 Emisyon Ticaret Mekanizması (ETS)</b> .....	19
<b>3.4 YÖNTEM</b> .....	21
<b>3.4.1 Matematiksel Formülasyon</b> .....	21
<b>3.4.2 Örnek İncelemesi</b> .....	22
<b>4. BULGULAR</b> .....	24
<b>4.1 SENARYOLAR</b> .....	24
<b>4.1.1 Karbon Salım Miktarının Her Yıl Aynı Olduğu Kabul Edilerek             Oluşturulan Rüzgar Enerjisi Santrali Senaryoları</b> .....	24
<b>4.1.2 Karbon Salım Miktarının Her Yıl Aynı Olduğu Kabul Edilerek             Oluşturulan Güneş Enerjisi Santrali Senaryoları</b> .....	28
<b>4.1.3 Karbon Salım Miktarının Her Yıl Yüzde 3 ve Yüzde 5 Azaltım             Zorunluluğu Olduğu Kabul Edilerek Oluşturulan Rüzgar Enerjisi             Santrali Senaryoları</b> .....	30
<b>4.1.4 Karbon Salım Miktarının Her Yıl Yüzde 3 ve Yüzde 5 Azaltım             Zorunluluğu Olduğu Kabul Edilerek Oluşturulan Güneş Enerjisi             Santrali Senaryoları</b> .....	47
<b>5. SONUÇ</b> .....	69
<b>5.1 KARBON AZALTIM MİKTARININ HER YIL AYNI OLDUĞU KABUL         EDİLEREK OLUŞTURULAN SENARYOLAR</b> .....	69
<b>5.2 KARBON SALIM MİKTARININ HER YIL YÜZDE 3 VEYA YÜZDE 5         AZALTIM ZORUNLULUĞUNUN OLDUĞU KABUL EDİLEREK         OLUŞTURULAN SENARYOLAR</b> .....	70
<b>KAYNAKÇA</b> .....	77
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	80

## TABLÖLAR

Tablo 3.1: İlaç Üretim Tesisi Yıllık Enerji Tüketim Miktarı.....	22
Tablo 4.1: 0,3 kapasite faktörü ile çalışan rüzgar enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen toplam enerji üzerinden azalan oranlarla hesaplamalar .....	24
Tablo 4.2: 0,35 kapasite faktörü ile çalışan rüzgar enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen toplam enerji üzerinden azalan oranlarla hesaplamalar .....	25
Tablo 4.3: 0,3 kapasite faktörü ile çalışan rüzgar enerjisi tesisinin 2011 yılında tüketilen toplam enerji üzerinden azalan oranlarla hesaplamalar .....	26
Tablo 4.4: 0,35 kapasite faktörü ile çalışan rüzgar enerjisi tesisinin 2011 yılında tüketilen toplam enerji üzerinden azalan oranlarla hesaplamalar .....	27
Tablo 4.5: 0,2 kapasite faktörü ile çalışan güneş enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen toplam enerji üzerinden azalan oranlarla hesaplamalar .....	28
Tablo 4.6: 0,2 kapasite faktörü ile çalışan güneş enerjisi tesisinin 2011 yılında tüketilen toplam enerji üzerinden azalan oranlarla hesaplamalar .....	29
Tablo 4.7: 0,3 kapasite faktörü ile çalışan rüzgar enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen enerjinin %100'ünü karşıladığı takdirde yaptığı salım üzerinden yıllık %3 indirim.....	31
Tablo 4.8: 0,3 kapasite faktörü ile çalışan rüzgar enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen enerjinin %75'ini karşıladığı takdirde yaptığı salım üzerinden yıllık %3 indirim.....	32
Tablo 4.9: 0,3 kapasite faktörü ile çalışan rüzgar enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen enerjinin %50'sini karşıladığı takdirde yaptığı salım üzerinden yıllık %3 indirim.....	33
Tablo 4.10: 0,3 kapasite faktörü ile çalışan rüzgar enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen enerjinin %25'ini karşıladığı takdirde yaptığı salım üzerinden yıllık	

%3 indirim.....	34
Tablo 4.11: 0,3 kapasite faktörü ile çalışan rüzgar enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen enerjinin %100'ünü karşıladığı takdirde yaptığı salım üzerinden yıllık %5 indirim .....	35
Tablo 4.12: 0,3 kapasite faktörü ile çalışan rüzgar enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen enerjinin %75'ini karşıladığı takdirde yaptığı salım üzerinden ..... yıllık %5 indirim .....	36
Tablo 4.13: 0,3 kapasite faktörü ile çalışan rüzgar enerjisi tesisinin 2010 yılında ..... tüketilen enerjinin %50'ini karşıladığı takdirde yaptığı salım üzerinden yıllık %5 indirim .....	37
Tablo 4.14: 0,3 kapasite faktörü ile çalışan rüzgar enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen enerjinin %25'ini karşıladığı takdirde yaptığı salım üzerinden yıllık %5 indirim .....	38
Tablo 4.15: 0,35 kapasite faktörü ile çalışan rüzgar enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen enerjinin %100'ünü karşıladığı takdirde yaptığı salım üzerinden yıllık %3 indirim .....	39
Tablo 4.16: 0,35 kapasite faktörü ile çalışan rüzgar enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen enerjinin %75'ini karşıladığı takdirde yaptığı salım üzerinden yıllık %3 indirim .....	40
Tablo 4.17: 0,35 kapasite faktörü ile çalışan rüzgar enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen enerjinin %50'ini karşıladığı takdirde yaptığı salım üzerinden yıllık %3 indirim .....	41
Tablo 4.18: 0,35 kapasite faktörü ile çalışan rüzgar enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen enerjinin %25'ini karşıladığı takdirde yaptığı salım üzerinden yıllık %3 indirim .....	42
Tablo 4.19: 0,35 kapasite faktörü ile çalışan rüzgar enerjisi tesisinin 2010 yılında	

tüketilen enerjinin %100'ünü karşıladığı takdirde yaptığı salım üzerinden yıllık %5 indirim .....	43
Tablo 4.20: 0,35 kapasite faktörü ile çalışan rüzgar enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen enerjinin %75'ini karşıladığı takdirde yaptığı salım üzerinden yıllık %5 indirim .....	44
Tablo 4.21: 0,35 kapasite faktörü ile çalışan rüzgar enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen enerjinin %50'sini karşıladığı takdirde yaptığı salım üzerinden yıllık %5 indirim .....	45
Tablo 4.22: 0,35 kapasite faktörü ile çalışan rüzgar enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen enerjinin %25'ini karşıladığı takdirde yaptığı salım üzerinden yıllık %5 indirim .....	46
Tablo 4.23: 0,2 kapasite faktörü ile çalışan güneş enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen enerjinin %100'ünü karşıladığı takdirde yaptığı salım üzerinden yıllık %3 indirim .....	48
Tablo 4.24: 0,2 kapasite faktörü ile çalışan güneş enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen enerjinin %75'ini karşıladığı takdirde yaptığı salım üzerinden yıllık %3 indirim .....	49
Tablo 4.25: 0,2 kapasite faktörü ile çalışan güneş enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen enerjinin %50'sini karşıladığı takdirde yaptığı salım üzerinden yıllık %3 indirim .....	50
Tablo 4.26: 0,2 kapasite faktörü ile çalışan güneş enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen enerjinin %25'ini karşıladığı takdirde yaptığı salım üzerinden yıllık %3 indirim .....	51
Tablo 4.27: 0,2 kapasite faktörü ile çalışan güneş enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen enerjinin %100'ünü karşıladığı takdirde yaptığı salım	



tüketilen enerjinin %50'sini karşıladığı takdirde yaptığı salım üzerinden yıllık %3 indirim üzerinden faiz hesaplaması.....	62
Tablo 4.37: 0,35 kapasite faktörü ile çalışan rüzgar enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen enerjinin %100'ünü karşıladığı takdirde yaptığı salım üzerinden yıllık %5 indirim üzerinden faiz hesaplaması.....	63
Tablo 4.38: 0,35 kapasite faktörü ile çalışan rüzgar enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen enerjinin %25'ini karşıladığı takdirde yaptığı salım üzerinden yıllık %5 indirim üzerinden faiz hesaplaması .....	64
Tablo 4.39: 0,2 kapasite faktörü ile çalışan güneş enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen enerjinin %100'ünü karşıladığı takdirde yaptığı salım üzerinden yıllık %3 indirim üzerinden faiz hesaplaması.....	65
Tablo 4.40: 0,2 kapasite faktörü ile çalışan güneş enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen enerjinin %75'ini karşıladığı takdirde yaptığı salım üzerinden yıllık %3 indirim üzerinden faiz hesaplaması .....	66
Tablo 4.41: 0,2 kapasite faktörü ile çalışan güneş enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen enerjinin %50'ini karşıladığı takdirde yaptığı salım üzerinden yıllık %3 indirim üzerinden faiz hesaplaması .....	67
Tablo 4.42: 0,2 kapasite faktörü ile çalışan güneş enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen enerjinin %25'ini karşıladığı takdirde yaptığı salım üzerinden yıllık %3 indirim üzerinden faiz hesaplaması .....	68



## ŞEKİLLER

Şekil 1.1 Sera Etkisinin Şematik Gösterimi .....	3
Şekil 1.2 Karbondioksit Konsantrasyonu.....	5
Şekil 1.3 Küresel Yüzey Sıcaklığı .....	6
Şekil 1.4 Deniz Suyu Yükselmesi.....	7
Şekil 1.5 Türkiye'nin 1990-2015 Yılları Arasındaki Emisyon Salımları .....	9
Şekil 3.1 Karbon yakalama ve depolama tesisi çalışma sistemi .....	14
Şekil 3.2 Sektörel bazda yapılan enerji tasarrufu oranlarına göre tasarruf edilen karbon miktarı örneği .....	17
Şekil 3.3 Kaynaklara göre kurulu güç (2015 sonu itibariyle).....	18
Şekil 3.4 Emisyon Ticareti.....	20
Şekil 5.1: Emisyon azaltımının her yıl aynı olduğu kabul edilerek oluşturulan 2010 yılı yatırım geri dönüş süreleri .....	70
Şekil 5.2: Rüzgar enerjisinde yatırımın geri dönüş sürelerinin grafiksel gösterimi.....	75
Şekil 5.3: Güneş enerjisinde yatırımın geri dönüş sürelerinin grafiksel gösterimi .....	75

## KISALTMALAR

AR5	: 5. Değerlendirme Raporu
BAU	: Baz Senaryo
BM	: Birleşmiş Milletler
CCS	: Karbon Yakalama ve Depolama
CDM	: Temiz Kalkınma Mekanizması
COP21	: 21. Taraflar Konferansı
EFG	: Elektrik Faturası Geliri
EG	: Emisyon Geliri
EKS	: Engellenen Karbon Salımı
ETS	: Emisyon Ticareti Mekanizması
GE	: Güneş Enerjisi
INDC	: Ulusal Emisyon Azaltım Beyanları
IPCC	: Hükümetlerarası İklim Değişikliği
İnd.	: İndirim
İYM	: İlk Yatırım Maliyeti
JI	: Ortak Uygulama
KG	: Kurulu Güç
KS	: Karbon Sabiti
LULUCF	: Arazi Kullanımı, Arazi Kullanım Değişikliği ve Ormancılık
NBD	: Net Bugünkü Değer
NOAA	: Ulusal Okyanus ve Atmosfer İdaresi
OECD	: Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü
RE	: Rüzgar Enerjisi
TBMM	: Türkiye Büyük Millet Meclisi
TKM	: Tasarruf Edilen Karbon Miktarı
TTE	: Toplam Tüketilen Elektrik
UNDP	: Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı
UNFCCC	: Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
YE	: Yenilenebilir Enerji

## SEMBOLLER

Diazatmonooksit	: N <sub>2</sub> O
Euro	: €
Hidroflorokarbon	: HFC
Karbondioksit	: CO <sub>2</sub>
Rüzgar Enerjisi için Kapasite Faktörleri	: $Kf_{(r1)}, Kf_{(r2)}$
Güneş Enerjisi için Kapasite Faktörü	: $Kf_{(g)}$
Kilowatt saat	: kWh
Kükürthekzaflorür	: SF <sub>6</sub>
Megawatt	: MW
Metan	: CH <sub>4</sub>
Milimere	: mm
Ozon	: O <sub>3</sub>
Perflorokarbon	: PFC
Toplam madde miktarının milyonda 1'i	: ppm
Su buharı	: H <sub>2</sub> O(b)
Yaklaşık eşittir	: ≈
Trikloroflüorometan	: CFC-11

# 1. GİRİŞ

## 1.1 KÜRESELLEŞMENİN ÇEVRE BOYUTU

İçinde bulunduğumuz yüzyılda küresel sorunların en başında iklim değişikliği gelmektedir. İklim değişikliği insanlığın karşılaştığı en büyük problem olmasının yanı sıra çözümü için tüm dünya ülkelerinin birlikte hareket etmesi gereken ortak bir sorundur. İklim değişikliğini en genel yaklaşımla “Nedeni ne olursa olsun iklim koşullarında küresel ve yerel etkilere neden olan, etkileri uzun sürelerde ve yavaş yavaş gerçekleşen değişiklikler” şeklinde tanımlayabiliriz (Türkeş 1997a, s. 5). Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi’nde ise “Karşılaştırılabilir zaman dilimlerinde gözlenen doğal iklim değişikliğine ek olarak, doğrudan veya dolaylı olarak küresel atmosferin bileşimini bozan insan faaliyetleri sonucunda iklimde oluşan bir değişiklik” biçiminde tanımlanmaktadır (UNFCCC 1994, s. 5).

Yerkürenin 4.5 milyar yıllık çok uzun jeolojik tarihi boyunca iklim sisteminde milyonlarca yıldan on yıllara kadar tüm zaman ölçeklerinde doğal etmenler ve süreçlerle birçok değişiklik olmuştur. Jeolojik devirlerdeki iklim değişiklikleri, özellikle buzul hareketleri ve deniz seviyesindeki değişimler yoluyla yalnız dünya coğrafyasını değiştirmekle kalmamış, ekolojik sistemlerde de kalıcı değişiklikler oluşturmuştur. Ancak özellikle sanayi devriminden sonra, iklimdeki mevcut doğal değişikliğe ek olarak, insan etkinliklerinin de iklimi etkilediği farklı bir döneme girilmiştir. Bu yeni dönemle birlikte atmosferde insan kaynaklı sera gazı birikimlerinde gözlenen bir artış vardır. Özellikle fosil yakıtların yakılması, arazi kullanımı değişiklikleri, ormansızlaşma ve sanayi süreçleri gibi etkenler insan etkinlikleriyle atmosfere salınan sera gazlarının ( $H_2O_{(b)}$ ,  $CO_2$ ,  $CH_4$ ,  $O_3$ ,  $N_2O$ , CFC-11, HFC, PFC,  $SF_6$ ) birikimlerini hızla artırmaktadır. Bu hızlı artış sonucunda, doğal sera etkisi kuvvetlenerek, şehirleşmenin de katkısıyla, yerkürenin ortalama yüzey sıcaklıklarını artırmakta ve iklim şartlarında da ciddi değişikliklere sebep olmaktadır (Türkeş 2003, s. 2).

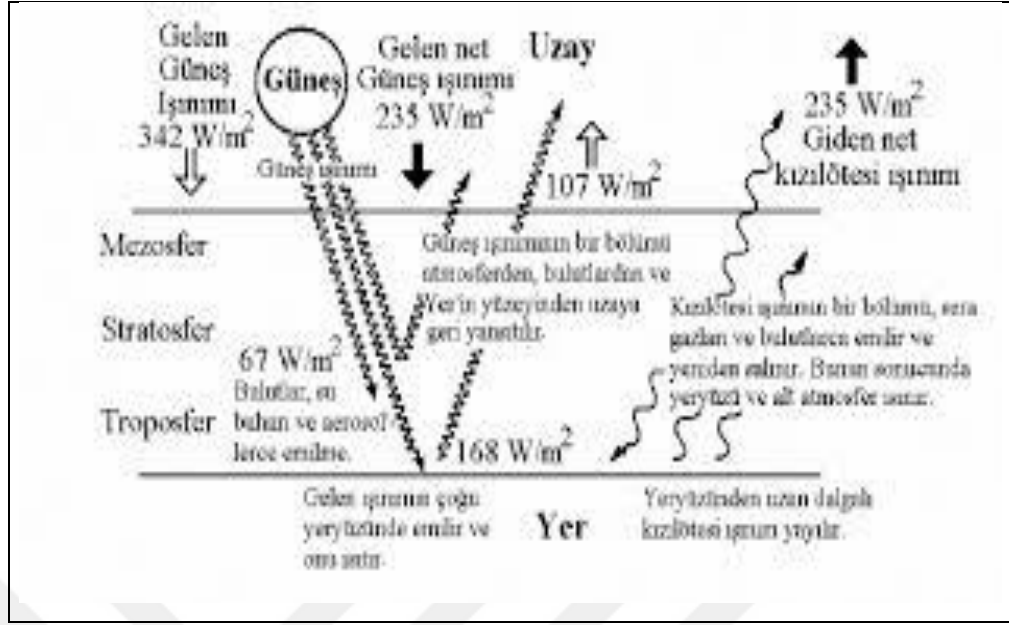
### 1.1.1 Sera Etkisi

İklim değişikliği, 21. yüzyılda insanlığın karşı karşıya kaldığı en büyük sorunların başında gelmektedir. İnsan sağlığı, ekosistemler, hatta insan neslinin sürdürülmesi bakımından tehdit oluşturabilecek olumsuz etkileri nedeniyle çok ciddi sosyo-ekonomik sonuçlara yol açabilecek bir sorun olarak değerlendirilen iklim değişikliği, özellikle son yıllarda uluslararası gündemin üst sıralarında yer almaya başlamıştır.

İklim sistemi için en önemli doğal etmenlerden biri “sera gazları”dır. Doğal sera gazlarının en önemlileri, başta su buharı (H<sub>2</sub>O) ve karbondioksit (CO<sub>2</sub>) olmak üzere, metan (CH<sub>4</sub>), diazotmonoksit (N<sub>2</sub>O) ve ozon (O<sub>3</sub>) gazlarıdır. Atmosferdeki gazların gelen güneş ışınımına karşı geçirgen, buna karşılık geri salınan uzun dalgalı yer ışınımına karşı çok daha az geçirgen olması nedeniyle, yerkürenin beklenenden daha fazla ısınmasını sağlayan ve ısı dengesini düzenleyen doğal süreç “sera etkisi (greenhouse effect)” olarak adlandırılmaktadır (DPT 2000, s. 3).

İklim değişikliğinin etkileri arasında tatlı su kaynaklarının azalması, gıda üretimi koşullarındaki genel değişiklikler ve seller, fırtınalar, sıcak dalgaları ve kuraklık nedeniyle ölümlerde yaşanacak artışlar sayılabilir. Sera etkisi olmasaydı yeryüzü üzerindeki sıcaklık ortalama -18°C olacaktı. Oysa bugün ortalama sıcaklık 15°C’ dir (Denhez 2007, s. 30). Dolayısıyla atmosferin sera etkisi hava sıcaklığını 33°C arttırmıştır. Güneş enerjisi yeryüzüne kısa dalga boyu radyasyon olarak ulaşır. Gelen radyasyonun bir bölümü, yeryüzünün yüzeyi ve atmosfer tarafından geri yansıtılır. Ama bunun büyük bölümü, atmosferden geçerek yeryüzünü ısıtır. Yeryüzü bu enerjiyi, uzun dalga boyu, kızılötesi radyasyonla uzaya geri gönderir. Yerkürenin yüzeyi tarafından yukarıya salınan kızılötesi radyasyonun büyük bölümü “sera gazları” tarafından emilir. Bu gazlar enerjinin, yeryüzünden geldiği gibi doğrudan uzaya geçmesini engeller ve böylece yerküre ısınır. Birbiriyle etkileşimli birçok süreç (radyasyon, hava akımları, buharlaşma, bulut oluşumu ve yağmur dahil) enerjiyi atmosferin daha üst tabakalarına taşır ve enerji oradan uzaya aktarılır. Sonuç olarak güneş ışınımının net girdisi ile kızılötesi yer ışınımının net çıktısı dengelenir. Bu süreç doğal sera etkisidir ve Şekil 1.1’de gösterilmiştir (Selçuk 2010, s. 19).

**Şekil 1.1 Sera Etkisinin Şematik Gösterimi**



Kaynak: WHO, 1996'ya göre Türkeş ve arkadaşları, 1999a

Bu şekle göre;

- Güneşten gelen kısa dalgalı ışınların % 51' i yeryüzü tarafından tutulur. Bu enerji ile yeryüzü ısınır.
- Yeryüzü tarafından emilen bu enerjinin bir kısmı atmosfere geri gönderilir.
- Güneşten gelen enerjinin bir kısmı yeryüzüne ulaşmadan atmosferden uzaya geri döner.
- Isınan yeryüzünden bir kısım enerji uzun dalgalı ışınlar hâlinde atmosfere verilir.
- Bu enerjinin bir kısmı atmosferdeki sera gazları tarafından tutulur. Bu tutulan enerji atmosferin alt kısımlarını ısıtır. Bu ısınma atmosferin sera etkisidir.
- Sera gazları tarafından tutulan enerjinin bir kısmı yeniden uzaya geri verilir.
- Yeryüzünden uzaya verilen enerjinin bir kısmı doğrudan uzaya gider.

Sera gazındaki bu artışlar sera etkisinin artmasına ve dolayısıyla yeryüzünün ve atmosferin ısınmasına sebep olmaktadır. İklim değişikliğinin ekonomik ve insani boyutu konusunda yapılan bütün çalışmaların ortak özelliği, dünya yüzeyindeki sıcaklık artışının 2°C eşliğinde kalmasıdır. Eğer sıcaklık artışı 2°C'yi aşarsa dünya ekonomisinde ve daha da önemlisi insani kalkınmada geniş çaplı gerilemelerin geri dönülmez bir şekilde başlayacağı öngörülmektedir. Mevcut sanayileşme ve buna bağlı enerji politikaları kontrol altına alınmadığı takdirde, bu kritik sıcaklık artışı çok daha üst

seviyelere çıkacaktır. Sıcaklık artışını 2°C düzeyinde tutmak için karbon emisyonlarının atmosferik yoğunluğunun milyonda 450 partikül düzeyinde sabitlenmesi gerekmektedir. Şayet yeterli önlemler alınmazsa, 2050 yılında atmosferik yoğunluk düzeyinin 750 partikül düzeyine ulaşılacağı tahmin edilmektedir. CO<sub>2</sub> yoğunluğu açısından 450 partikül düzeyini sağlamak için dünyanın yıllık CO<sub>2</sub> emisyonunun toplam 4 gigaton seviyesine çekilmesi gerekmektedir. Bu ise, mevcut CO<sub>2</sub> emisyonlarının 2050'ye kadar yüzde 80 oranında azaltılması anlamına gelmektedir (UNDP 2009, s. 14).

Atmosfere salınan bu gazların neden olduğu sera etkisinin sonucunda, dünya üzerinde yıl boyunca kara, deniz ve havada ölçülen ortalama sıcaklıklarda görülen ortalama artışa ise ‘‘küresel ısınma’’ adı verilmektedir. Artan sera etkisinden kaynaklanan bir küresel ısınmanın büyüklüğü, her sera gazı birikimindeki artışın boyutuna, bu gazların ışınımsal özelliklerine, atmosferik yaşam sürelerine ve atmosferdeki varlıkları sürmekte olan öteki sera gazları birikimlerine bağlıdır (Türkeş, Sümer ve Çetiner 2000, s. 4).

Atmosferik ömrü diğerlerine göre daha uzun (5-200yıl) olduğu için ve bugün sıkça kullanılan fosil yakıtların (petrol, kömür, doğal gaz) kullanımı sonucunda salımı arttığı için CO<sub>2</sub> küresel ısınma açısından ön plana çıkmaktadır. Bunun dışında CO<sub>2</sub> güneşten gelen kısa dalgalı ışınları büyük ölçüde geçirirken yerden verilen uzun dalgalı ışınları tutar. Bu sebeple atmosferin alt kısımlarının ısınmasında en önemli paya sahiptir. Küresel ısınmanın genel etkileri arasında deniz ve kıta buzullarının erimesi, deniz seviyesinin yükselmesi, kuraklık, yeryüzü sıcaklığının artması gibi çevre felaketleri yer almaktadır.

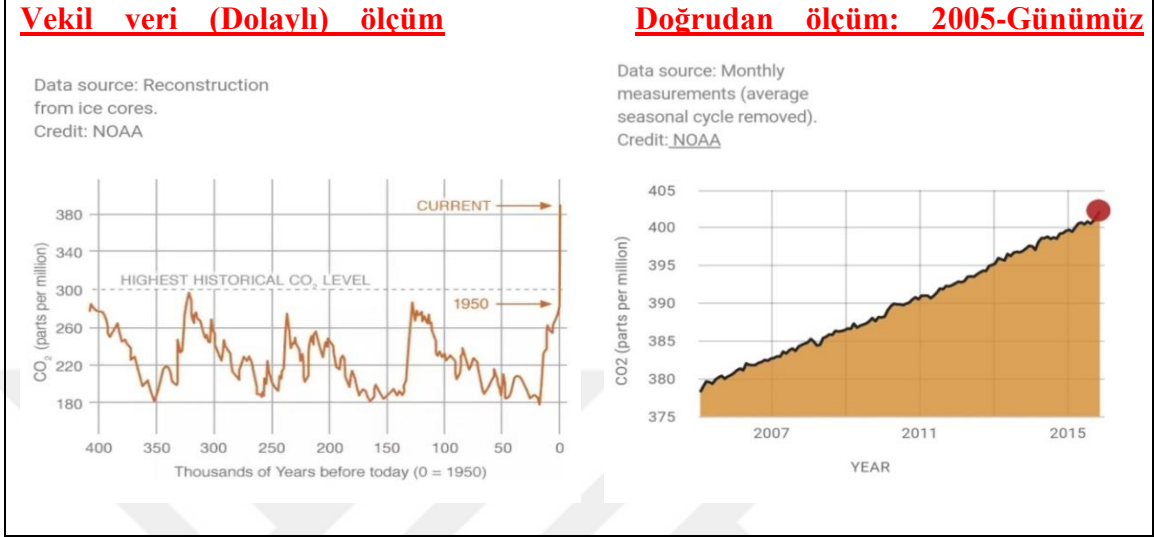
## **1.2 KÜRESEL ISINMANIN ETKİLERİ**

### **1.2.1 Karbondioksit Konsantrasyonu**

Şekil 1.2’de gösterilen soldaki grafik; buz çekirdeklerinden yeniden üretilen verilerden son üç buzul çevrimi sırasında, dünya atmosferindeki CO<sub>2</sub> düzeylerini gösterir. Sağdaki grafik ise, ortalama mevsimsel döngüleri ile düzeltilmiş son yıllardaki CO<sub>2</sub> seviyelerini gösterir. Kasım 2015 tarihinde NOAA (Ulusal Okyanus ve Atmosfer İdaresi - National

Oceanic and Atmospheric Administration) tarafından ölçülen son verilere göre atmosferdeki karbon yoğunluğu 402.23 ppm seviyesine kadar ulaşmıştır.

### Şekil 1.2 Karbondioksit Konsantrasyonu



Kaynak: NOAA(Ulusal Okyanus ve Atmosfer İdaresi) web adresi: <http://www.noaa.gov/> [Erişim Tarihi 18 Aralık 2015]

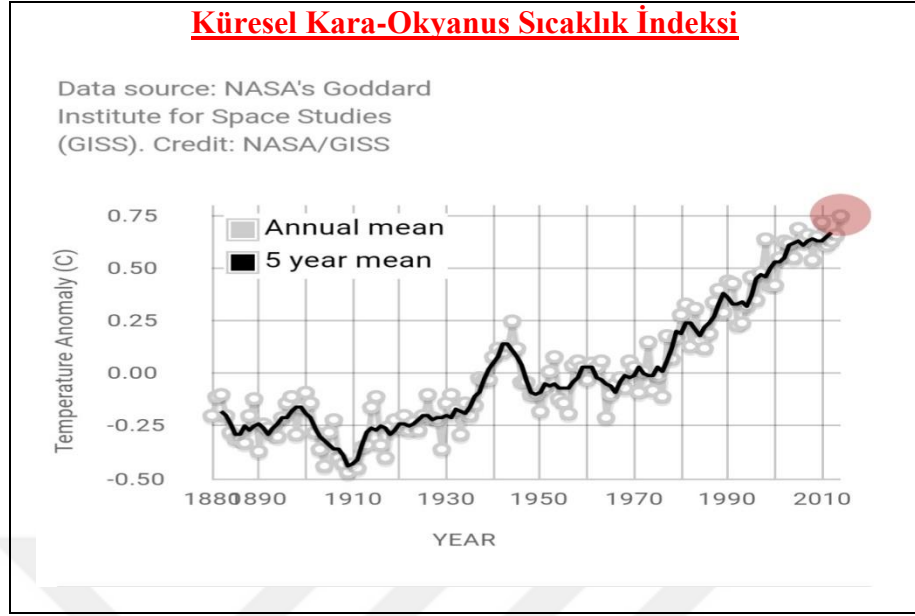
### 1.2.2 Küresel Yüzey Sıcaklığı Artışı

Ortalama sıcaklık son 150 yılda dünyada neredeyse 0,8°C artarken Avrupa'da ise yaklaşık 1°C artmıştır. 1995-2006 arasında geçen 11 yıl 1850'den bu yana küresel yüzey sıcaklığının en sıcak yılları arasında değerlendirilmektedir. Emisyonları sınırlandırarak küresel hedefler gerçekleştirilemezse, IPCC (Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli) 2100'a kadar küresel sıcaklıkların 1,8°C ila 4,0°C kadar daha ısınabileceğini belirtmektedir.

Bu sonuç ise sanayi öncesi zamanlardan beri kaydedilen sıcaklık artışının 2°C'yi aşacağı anlamına gelmektedir. NOAA'nın 2014 yılında yapmış olduğu son ölçümlere göre sıcaklık artışının 0,75°C oranında olduğu tespit edilmiştir (Avrupa Çevre Ajansı-[www.eea.europa.eu](http://www.eea.europa.eu)). Bu artış Şekil 1.3'te grafiksel olarak gösterilmiştir.



### Şekil 1.3 Küresel Yüzey Sıcaklığı



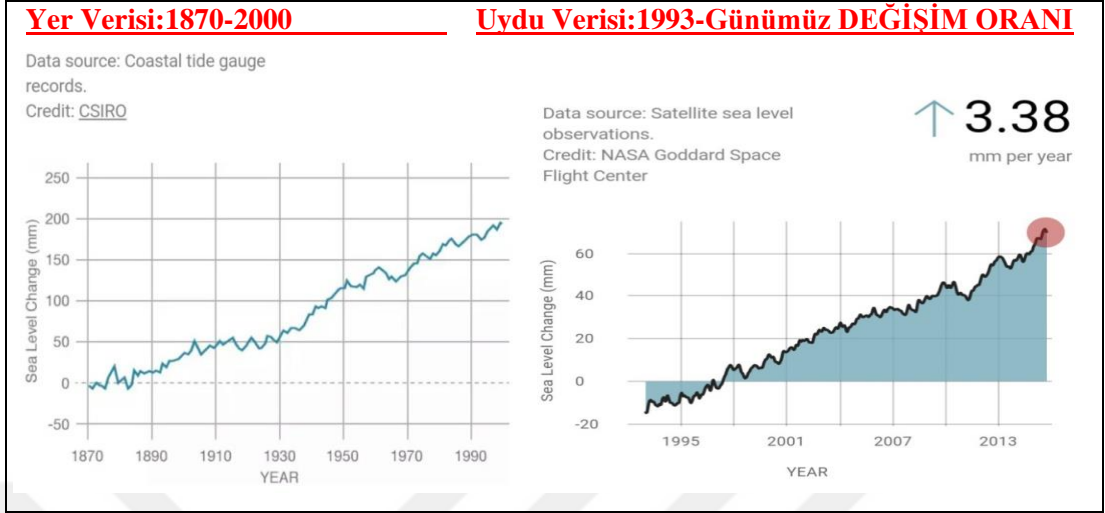
Kaynak: NOAA(Ulusal Okyanus ve Atmosfer İdaresi) web adresi: <http://www.noaa.gov/>

[Erişim Tarihi 18 Aralık 2015]

### 1.2.3 Deniz Seviyesinde Artış

İklim değişikliğinin en önemli etkenlerinden biri olan kara ısısının ve deniz suyunun artması sonucu kara ve deniz buzullarının erimesi deniz suyunun yüksekliğinin artmasına neden olmaktadır. Soldaki grafikte kıyı mareograf kayıtlarından elde edilen tarihsel deniz seviyesinin 1870 ve 2000 yılları arasındaki verileri gösterilirken, sağdaki grafikte ise 1993 yılından bu yana küresel uydu ölçümlerinden elde edilen ortalama deniz seviyesi gösterilmektedir. NOAA'nın Kasım 2015'te yapılan son ölçüm değerlerine göre 1993 yılından bu yana deniz seviyesinin 69,64 mm yükseldiği tespit edilmiştir (Meteoroloji Genel Müdürlüğü-[www.mgm.gov.tr](http://www.mgm.gov.tr)). Şekil 1.4'te bu durum grafiksel olarak gösterilmektedir.

## Şekil 1.4 Deniz Suyu Yükselmesi



Kaynak: NOAA (Ulusal Okyanus ve Atmosfer İdaresi) web adresi: <http://www.noaa.gov/> [Erişim Tarihi 18 Aralık 2015]

Görüldüğü üzere şu ana kadar tüm canlıların yaşamsal döngüsü açısından sürdürülemez sonuçlar doğuran karbon salınımlarının zararlarından bahsedilmiştir. Bir sonraki bölümde ise bu salımların azaltılması için yapılan uluslararası anlaşmalardan ve azaltım yöntemlerinden bahsedilecektir.

### 1.3 İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ İLE MÜCADELE VE KARBON SALIMLARININ AZALTILMASI

#### 1.3.1 Kyoto Protokolü

21. yüzyılın en büyük sorunları arasında yer alan iklim değişikliği etkilerinin azaltılması ve durdurulması için Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC)'ne ek olarak 1997 yılında imzaya açılan Kyoto Protokolü, 38 ülkenin imzalaması ile ancak 2005 yılında yürürlüğe girebilmiştir. Kyoto Protokolü, hem geniş katımlı uluslararası bir protokol olması hem de imzalayan (sanayileşmiş) ülkeleri bağlayıcı hükümler içermesi nedeniyle önemli bir protokoldür. UNFCCC sera gazı emisyonlarını azaltmaya yönelik eylem stratejileri ve yükümlülükler düzenlerken, Kyoto Protokolü bazı mekanizmalar aracılığıyla sera gazlarını azaltmayı hedeflemektedir (Engin 2010, ss. 33-34). Bu mekanizmalar "Ortak Uygulama(JI)",

‘‘Temiz Kalkınma Mekanizması (CDM)’’ ve ‘‘Emisyon Ticareti Mekanizması(ETS)’’ dır. Bunlardan ETS piyasa bazlı bir mekanizma iken, diğ er ikisi proje bazlı mekanizmalardır.

### **1.3.2 Türkiye’nin Kyoto Protokolü Sürecindeki Yeri**

UNFCCC’ye taraf ÷lkelerden biri olan Türkiye, Ekonomik Kalkınma ve İşbirliğ i Örgütü (OECD) üyesi olması dolayısıyla Aralık 1997’de protokolün hazırlanması aşamasında gelişmiş ÷lkeler arasında değerlendirilerek hem Ek-I hem de Ek-II listesinde yer almıştır. Ek-II listesinde yer almanın getireceğ i yükümlölüklerin altına girmek istemeyen Türkiye, gelişmişlik düzeyini öne sürerek Ek-II listesinden çıkartılana kadar protokole taraf olmayı reddetmiştir. Ek-II listesinden çıkma yönündeki taleplerini 1995 yılında Berlin’de (Almanya) gerçekleştirilen 1.Taraflar Konferansı’ndan günümüze kadar sürdüren Türkiye, 2001 yılında Marakeş’te (Fas) gerçekleştirilen 7.Taraflar Konferansı’nda Türkiye’ye özgün şartların tanınması ve Ek-II listesinden çıkarılması neticesinde protokolü onaylamayı kabul etmiştir. Protokol, Türkiye Büyük Millet Meclisi (TBMM) tarafından 5 Şubat 2009 tarihinde 5835 sayılı kanun ile onaylanmıştır. Hâlihazırda protokolde 2008–2012 yılları arasında gerçekleştirilmesi öngör÷len yükümlölükler, Türkiye için hiçbir bağlayıcılık teşkil etmemektedir (Petform Kyoto Protokolü Bilgi Notu, s. 5)

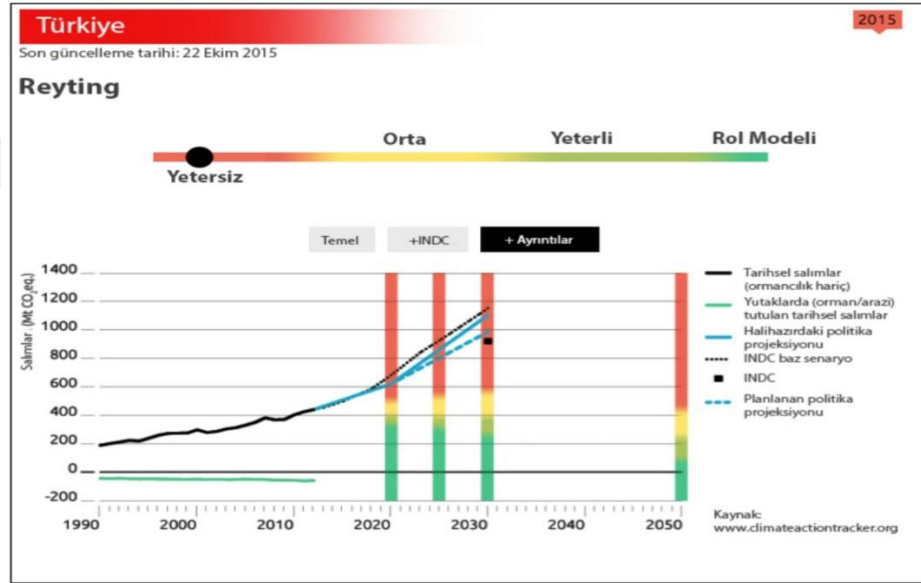
### **1.3.3 21. Taraflar Konferansı (COP21)**

Kyoto Protokolünün 2020 yılında sona erecek olması nedeniyle 30 Kasım-1 Aralık tarihleri arasında Paris’te gerçekleşen UNFCCC’nin 21.Taraflar Toplantısı’nda (COP21) bu anlaşmaya son hali verilmiştir. Bu yeni anlaşmaya UNFCCC’ye taraf olan 196 ÷lkenin 177’si Ulusal Emisyon Azaltım Beyanlarını (INDCs) Birleşmiş Milletler (BM)’ye sunmuştur (ki bu sayı küresel emisyonların yüzde 95’ini oluşturuyor). ÷lkelerin BM’ye sunmuş oldukları INDC beyanlarına göre özellikle emisyon salımlarında kritik ÷lkeler arasında yer alan Amerika 2025 yılına kadar 2005 yılı emisyonlarına göre yüzde 26, Çin 2020 yılına kadar 2005 yılı emisyonlarına göre yüzde 40 ila yüzde 45, AB ise 2013 yılına kadar 1990 yılı emisyonlarına göre yüzde 40 oranında azaltma taahhüdünü açıklamıştır (Kıvılcım 2015, s. 3).

Türkiye ise 2030 yılına kadar sera gazı salımlarını artıştan yüzde 21 azaltacağını beyan etmiş durumdadır. Hukuki bağlayıcılığı olmasa da bu adımla birlikte Türkiye ilk kez iklim değişikliğine neden olan sera gazlarını azaltım taahhüdünde bulunmuş olmaktadır. Ancak bu hedef Arazi Kullanımı, Arazi Kullanım Değişikliği ve Ormancılık (LULUCF) kaynaklı salımlar hariç tutulduğunda 1990 seviyesine göre yüzde 389 veya 2012 seviyesine göre yüzde 110'luk bir artışa denk gelmektedir. Yani karşılaştırmak gerekirse Türkiye'nin baz senaryosuna (BAU) göre salımlar 1990 seviyesine göre yüzde 512, 2012 seviyesine göre yüzde 162 oranında artış gerçekleştirmiş olacaktır (Gündoğan, 2015, s. 2).

İklim Eylem Takibi (Climate Action Tracker-CAT) tarafından Türkiye sera gazı salım hedefleri Şekil 1.5'te de görüleceği gibi yetersiz kategorisinde değerlendirilmektedir.

**Şekil 1.5 Türkiye'nin 1990-2015 Yılları Arasındaki Emisyon Salımları**



Kaynak: Climate Action Tracker, 2015, <http://www.cemgundogan.com/2015/10/22/climate-action-tracker-cat-assessment-of-turkeys-indc/>, [22 Kasım 2015]

G20 ülkeleri de dahil, 177 ülkenin ulusal beyanları, emisyonlarda azalmaya imkan verse de, bu azalmanın yavaş olacağı, uzun vadede azaltım politikalarında yetersiz bir senaryo çizildiği ve tam anlamıyla hedefler tutturulsa dahi, küresel ısınmanın 2°C'yi aşabileceği hesaplanıyor (Kıvılcım, 2015, s. 3).

Her ne kadar hesaplanan değerler sonucunda hedeflerin tutturulamayacağı düşünülse de bilimsel çalışmalar yapmak üzere görevlendirilmiş bir kuruluş olan IPCC'nin yayımlamış olduğu 5. Değerlendirme Raporu'na (AR5) göre aşağıdaki bulgulara ulaşılmıştır;

- a. İklim değişikliği üzerinde insanların net bir etkisi bulunmaktadır.
- b. İnsan, ne kadar çok iklim değişikliğini tetiklerse, o kadar daha fazla risklere maruz kalınacak ve geri dönülemez etkiler ortaya çıkacaktır.
- c. İklim değişikliği ile mücadele ve sürdürülebilir geleceği inşa etmek halen mümkün.



## 2. LİTERATÜR TARAMASI

2007 yılında Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan “Sanayide Enerji Verimliliği Proje Yarışmasına Katılan Projeler” adlı kitapta yarışmaya katılan ve ayrı sektörlerde hizmet veren 24 firmanın enerji tasarrufu için yapmış oldukları çalışmalar detaylı olarak anlatılmış ve projelerle firmaların ne kadar tasarruf ettikleri sonuçlarıyla birlikte ele alınmıştır.

Rıza Kadılar’ın 2010 yılında kaleme aldığı “Karbon Fırsat mı? Tehdit mi?” adlı kitabında Karbon Piyasaları ve Finansman Modelleri’nin Türkiye’ye neler sunduğu değerlendirilmiştir. İklim değişikliği ile mücadelede sera gazları salınımını azaltarak düşük karbon ekonomisine geçişi sağlayacak en etkin mekanizmaların başında karbon piyasasının geldiğini vurgulayan Kadılar, Türkiye’nin gelişmiş ülkeler kategorisinde olmaması gerekçesiyle bağlayıcı hükümleri imzalamadığı için Kyoto Protokolü’nde oluşturulan sistemin avantajlarından yararlanamadığını ve sistemin dışında kaldığını dile getirmiştir. Kitabın asıl amacı Türk kamuoyunu, ekonomik dengeleri yeniden tanımlayan karbon faktöründeki gelişmeleri zorunlu bir şekilde günlük hayatımızı şekillendirmeye başlamadan, söz konusu alanda mevcut küresel düzenlemeler ve en son gelişmeler hakkında bilgilendirmek ve bu konu hakkında ülkemizde bir farkındalık oluşmasına katkıda bulunmaktır.

Alan Northcott’ın 2011 yılında kaleme aldığı “The Complete Guide to Making Environmentally Friendly Investment Decisions: How to Make a Lot of Green Money While Saving the Planet” adlı kitabında çevre dostu yatırımların neler olabileceği konusuna değinmiştir. Şirketlerin finansal kararlarının çevresel etkilerini azaltmak için uzman görüşlerine yer verilen kitapta “karbon nötr” tanımının şirketler için ne ifade ettiğini vurgularken şirketlerin en doğru kararları vermek için izlemesi gereken yolları anlatmaktadır.

Ricardo Bayon, Amanda Hawn, Katherine Hamilton tarafından 2012 yılında ilki ele alınan “Voluntary Carbon Markets: An International Business Guide to What They Are and How They Work” adlı kitapta dünya karbon piyasasındaki ticaret hacminin büyük bir hızla büyüdüğüne ve pazarın sera gazı emisyon azaltımı üzerindeki olumlu

etkilerinin ne denli fazla olduğuna değinilmiştir. İklim değışikliği ile ilgili verimlilik, karlılık ve hızlı hareket taahhüt gibi şirketleri, kuruluşları saldıkları sera gazı emisyonlarını dengelemeye ittiğini ve bunun da uluslararası gönüllü karbon piyasasının katlanarak büyümesine sebep oluyor.

Peter L. Berger ve Samuel P. Huntington'un 2012 yılında yayınladıkları "Bin Küre Bin Bir Küreselleşme" adlı kitapta küreselleşme tanımından yola çıkarak bu sürecin yol açtığı kültürel boyutla ilgilenmişlerdir. Değişen küresel kültür ile yaşam tarzlarının dönüştüğünü, ülkelerin her ne kadar bu küresel kültürü reddetmeye çalışsa da küresel ekonomiden dışlanmamak için küresel ekonomiye katıldıklarını ancak küresel kültüre direnmeye devam ettiklerini anlatmaktadır.

Yıldız Arıkan, Fehmi Görkem Üçtuğ, Semra Ağralı ve Eray Avcıoğlu tarafından 2013 yılında yayımlanan "Deciding between carbon trading and carbon capture and sequestration: An optimisation-based case study for methanol synthesis from syngas" başlıklı makalede genel olarak Karbon Yakalama ve Depolama(CCS) teknolojisinden bahsedilmiş ve sentetik gazdan metanol üreten bir işletme için CCS teknolojisinin fizibilite araştırmaları yapılmıştır.

Nükheth Barlas'ın 2013 yılında kaleme aldığı "Küresel Krizlerden Sürdürülebilir Toplum" adlı kitabında 21. yüzyılda insanlığın gelişme süresinde doğal kaynakları hızla tüketmesi ve bunun sonucunda aşırı kirliliğe ve çevre felaketlerine sebep olması durumu ele alınmıştır. Bu çevre sorunları Gıda ve Su, İklim, Enerji ve Atıklar, Ekoloji, Yeni Ekonomi Tartışmaları ve Sürdürülebilirlik başlıkları olmak üzere toplamda altı bölümde değerlendirilmiştir. Asıl zor olanın doğal kaynakları tüketmeden, ekosistemin kapasitesini aşmadan toplumların sürdürülebilir bir yaşama sahip olması olduğunu vurgulayan Barlas, kitabında uygarlığın bu sorunlarla nasıl baş etmesi gerektiği farklı tezlerle değerlendirmiştir.

Enerji ve İklim Değişikliği Vakfı ile Kadir Has Üniversitesi'nin birlikte yürüttüğü bir proje olarak hazırlanan "Türkiye'de Sürdürülebilir Enerji ve İklim Değişikliği" kitabı 2013 yılında tamamlanmıştır. 6 farklı yazar tarafından kaleme alınan ve 6 bölümden oluşan kitapta jeolojik tarihçe boyunca yerkürenin geçirdiği iklim değışiklikleri buzullar

temelinde ele alınmış, daha sonra iklim değişikliğinin Türkiye’de sebep olacağı etkiler anlatılırken 3. bölümde ise Türkiye’de 1990–2010 yılları arasında kullanılan birincil enerji kaynaklarının değişimi, bu kaynakların sektörel kullanımları ve buna bağlı olarak sera gazı emisyonlarının gelişimi incelenmiştir. Son bölümlerde daha çok karbon piyasasına dikkat çekilirken, “Türkiye İçin Karbon Piyasası Modeli Önerisi” başlıklı çalışmada, Türkiye’nin özel şartları çerçevesinde ülkeye özgü bir karbon piyasası modelinin neleri içermesi gerektiği ve paydaşların kazanımlarının neler olabileceği sorularına yanıt aranmıştır. Kitabın yazarları ise Attila Çiner, Mehmet Akif Sarıkaya, Volkan Ş. Ediger, İzzet Arı, U. Serkan Ata ve Aslı Özçelik’ten oluşmaktadır.

The Worldwatch Institute tarafından 2013 yılında hazırlanan “Dünyanın Durumu 2013: Sürdürülebilirlik Hala Mümkün Mü?” kitabında ise; 21. Yüzyılı “İnsan Çağı” olarak tanımlayan kitapta insanın yaşamın geleceğini değiştiren temel güç olduğu, doğayı insanın etkisinden kurtarmak için ise artık çok geç olduğu vurgulanmaktadır. Emisyon salımı 0’a indirilse dahi sıcaklıkların artmaya devam edeceğini, okyanusların yükseleceğini belirten kitap, bu değişikliklere uyum gösterebilmek ve daha fazla değişikliğe sebep olmamak için tam kapasite çalışılması gerektiği belirtilmiştir. Genel olarak kötümser bir tablo çizilen kitapta çözüm ve önlemler için daha fazla zaman kaybedilmemesi gerektiğinin altı çizilmiştir.



### 3. VERİ VE YÖNTEM

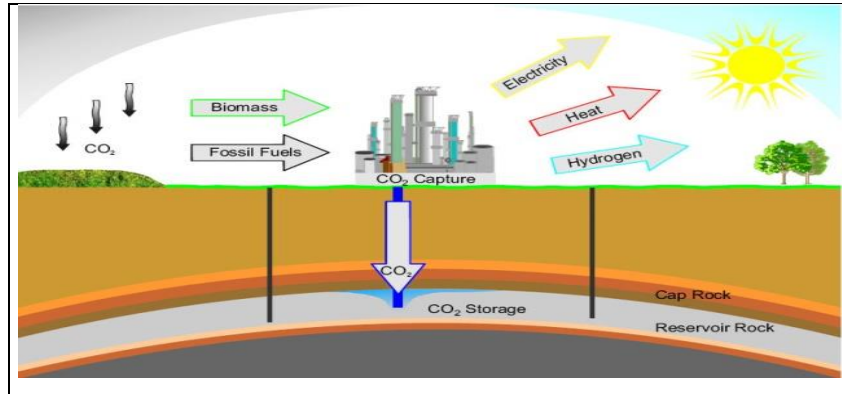
Dünya ülkeleri iklim değişikliği için halen bir şeyler yapmanın mümkün olduğu sonucuna varmışken ülkeler taahhüt etmiş oldukları hedefleri gerçekleştirebilmek için mikro ölçekte çözümler üretmeli, uygulayacakları yaptırımlarla salım oranlarını minimuma indirmelidir. Gerekli azalmalar üç farklı ölçüm metoduyla incelenebilir;

- Açığa çıkan CO<sub>2</sub> gazının tutulması ve depolanması
- Enerji verimliliği artışları ve enerji talebindeki azalış
- Yenilenebilir enerji teknolojileri yatırımları ve karbon ticareti

#### 3.1 KARBON YAKALAMA VE DEPOLAMA (CARBON CAPTURE AND STORAGE - CCS)

Küresel iklim değişikliği mücadelesi kapsamında karbon emisyonlarının yakalanması, tutulması ve depolanması teknolojileri konularında çok yönlü ciddi araştırmalar yapılmaktadır. Açığa çıkan bu karbondioksiti yakalayıp depolamak ve muhafaza etmek mümkündür. Bütün fosil yakıtlar karbon içerir. Yakıtın yanması sırasında karbon oksijenle birleşerek CO<sub>2</sub> oluşturur. Karbonun yanma işleminden önce veya sonra ayırmak, elektrik santrallerinde olduğu gibi, CO<sub>2</sub>' in atmosfere yayılımını önler. Bunun sonucunda CO<sub>2</sub> gazı tutulur ve uygun yeraltı depolama rezervlerine taşınır. Bu rezervler terk edilmiş petrol ve gaz sahaları, kömür yatakları veya akiferlerden oluşur. Şekil 3.1'de karbon yakalama ve depolama tesisi çalışma sistemi gösterilmiştir.

Şekil 3.1 Karbon yakalama ve depolama tesisi çalışma sistemi



Kaynak: Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü,

[http://www.eie.gov.tr/teknoloji/ccs\\_nedir.aspx](http://www.eie.gov.tr/teknoloji/ccs_nedir.aspx), [Erişim Tarihi 10 Kasım 2015].

Bugün dünyadaki fosil yakıtlara olan talep oldukça yüksektir ve bu fosil yakıtların kullanımının bırakılması uzun yıllar alacağı için fosil yakıtların yakılması sonucu açığa çıkan karbonun tutulması oldukça büyük önem arz etmektedir. Sadece enerji verimliliğinde artış ve yenilenebilir enerji kaynaklarının artırılması ile hedefe ulaşamayacağı, CO<sub>2</sub> yayılımında gereken azaltmayı sağlayamayacağı açıktır. Bunun yanı sıra CO<sub>2</sub>'in tutulması ve depolanması(CCS) da gereklidir. CCS fosil yakıt kaynaklarından çeşitlendirilmiş enerji kaynaklarına geçişte dereceli geçiş sağlayan bir faktördür.

İnsan kaynaklı CO<sub>2</sub> yayılımının yaklaşık yüzde 60'ı elektrik santralleri, rafineriler, gaz işletme tesisleri ve endüstriyel fabrikalar gibi büyük ve sabit tesislerde gerçekleşir. Bu işlemlerin çoğunda, çıkan egzoz dumanı seyreltilmiş CO<sub>2</sub> ( yüzde 5'ten yüzde 15'e kadar) içerir. Egzoz dumanı karışımındaki CO<sub>2</sub>'i diğer gazlardan ayırmanın yollarından biri yüzde 90'dan fazla CO<sub>2</sub> içeren bir akım üretmektir. Diğer bir seçenek de tıpkı doğal gazdan (metan gibi) CO<sub>2</sub> ve hidrojen üretme örneğinde olduğu gibi karbonu yanmadan önce sistemden uzaklaştırmaktır. CO<sub>2</sub> yakalanması, CO<sub>2</sub>'i diğer gazlardan ayırıştırır farklı endüstri sektörlerinde bilinen bir teknolojidir. Şu anda, ortaya çıkan CO<sub>2</sub> ya dışarı salınıyor ya da içecek endüstrisi gibi CO<sub>2</sub>'de yüksek saflık oranını gerekli kılan piyasalardaki gibi ek bir arıtma işleminden geçiriliyor.

### **3.1.1 CO<sub>2</sub> Nerede Depolanır?**

Günümüzde, CO<sub>2</sub>'i geri kullanıma sokacak market alanı sınırlı olduğundan, ortaya çıkan CO<sub>2</sub> gazının büyük miktarı depolanmak zorundadır. CO<sub>2</sub> boşaltılmış petrol ve doğal gaz rezervleri, derin tuzlu akiferler ve kazılamaz kömür tabakaları gibi jeolojik yapılarda depolanabilir. Bunların yanı sıra, CO<sub>2</sub> mineral formunda katılaştırılabilir. Dünyadaki ilk ekonomik CO<sub>2</sub> enjeksiyonu projesi Norwegian Sleipner'dedir. Burada Kuzey Denizi'nin tabanındaki akifere yıllık yaklaşık 1 milyon ton CO<sub>2</sub> basılıyor. Bu durum, bol miktarda CO<sub>2</sub>'in sorunsuz bir biçimde depolanabileceğine dair kanıt teşkil ediyor.

CCS teknolojisinde tesiste kullanılan yöntem çok yüksek oranlarda elektrik kullandığı için elektriğin üretim maliyetini artırır ve böylece CCS tesisi işletme maliyetleri de

aşırı düzeyde artmış olur. Bu maliyet artışı santralin türüne (kömür veya gaz kaynaklı) ve yakıtın maliyetine göre değişir. Aralarında Uluslararası Enerji Ajansına bağlı Sera Gazı Araştırma Biriminin yapmış olduğu araştırmalar da dâhil çeşitli araştırmalar, CO<sub>2</sub> yakalamanın elektrik üretim maliyetini kWh başına 1,3 ila 3 Avro arasında arttırdığını göstermiştir. Bu ilave maliyetleri göstermenin bir diğer yolu da kaçınılan CO<sub>2</sub> salınımıdır. CO<sub>2</sub> yakalamanın şuan ki maliyeti, kaçınılan 1 ton CO<sub>2</sub> başına 25 ila 60 € arası değişmektedir. Devam eden araştırmaların bu maliyetleri yarıya indirmesi bekleniyor. Taşıma maliyetleri nispeten düşüktür: CO<sub>2</sub> taşımının maliyeti kaçınılan 1 ton CO<sub>2</sub> başına 1 ila 4 € arasındadır. Depolama maliyetleri ağırlıkla basımın yapılacağı rezervuarın tipine bağlıdır. Akiferlerde ve tüketilmiş petrol ve gaz rezervuarlarında maliyet 1 ton CO<sub>2</sub> başına 10 ila 20 € arasındadır. CO<sub>2</sub> basımında ilave petrol ve gaz üretimi varsa, 1 ton CO<sub>2</sub> başına maliyet 10 € altına bile düşebilir. Başka bir deyişle, yararlar maliyetleri karşılayarak bu işi karlı bir iş haline getirmektedir (Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, [www.eie.gov.tr](http://www.eie.gov.tr)).

### **3.2 ENERJİ VERİMLİLİĞİNİN ARTIRILMASI VE ENERJİ TALEBİNİN AZALTILMASI**

Enerji verimliliği, binalarda yaşam standardı ve hizmet kalitesinin, endüstriyel işletmelerde ise üretim kalitesi ve miktarının düşüşüne yol açmadan, birim hizmet veya ürün miktarı başına enerji tüketiminin azaltılmasıdır (Enerji Verimliliği Kanunu).

Enerjinin tüketiminde sanayi yüzde 39, konut ve hizmetler yüzde 30, ulaştırma yüzde 21, tarım ve enerji dışı ise yüzde 5 oranında paya sahiptir. Bu pastada en büyük tüketime sahip sanayi sektörünün enerji tasarruf potansiyelinin de yüksek olduğu düşünülmektedir. Bunun yanı sıra rekabetin çok fazla olması ve üretim maliyetlerinin düşürülmesi gerekliliği sanayi sektöründe yoğun baskı oluşturmakta, bunun sonucunda da birçok işletme enerji verimliliği gibi çalışmalara büyük önem vermektedir.

Özellikle sanayi sektöründe gerçekleştirilen ve gerçekleştirilecek olan enerji tasarrufları konut ve ulaşım sektöründe yapılacak tasarruflara oranla rakamsal olarak çok daha fazla

etki oluşturmaktadır. Sektörel bazda yapılan enerji tasarrufu oranlarına göre tasarruf edilen karbon miktarı Şekil 3.2’de gösterilmiştir.

### Şekil 3.2 Sektörel bazda yapılan enerji tasarrufu oranlarına göre tasarruf edilen karbon miktarı örneği

Sektör	Enerji tüketimi (TEP)	Toplamdaki (%)	Tasarruf oranı (%)	Tasarruf miktarı (TEP)
Gıda	2.112.782	6	20	422.556
Tekstil	2.112.302	6	25	527.826
Mobilya ve Orman ürün.	309.223	0.7	10	30.670
Kağıt	1.131.262	3.3	20	226.252
Kimya,petrol	5.035.981	15	25	1.258.995
Çimento,cam	7.082.348	20	20	1.416.463
Demir,çelik	8.124.092	24	30	2.440.432
Demir dışı metaller	539.678	2	30	188.887
Makina imal.	595.332	2	10	59.553
Diğer	6 784 000	22	15	1.068.000

TOPLAM 33 827 000 100 22 7.639.634

Kaynak: ELDEM, S., Sanayide enerji verimliliği, s. 5.

Özellikle sanayi sektöründe toplam maliyetler içerisinde enerji maliyetleri en büyük paya sahiptir. Sanayi sektöründe enerji verimliliğinde yapılacak tasarruflarla hem işletmenin enerji maliyetlerinden büyük kazanç sağlanmış olacak hem de engellenen emisyon salımı ile çevreye karşı duyarlılık gösterilmiş olacaktır.

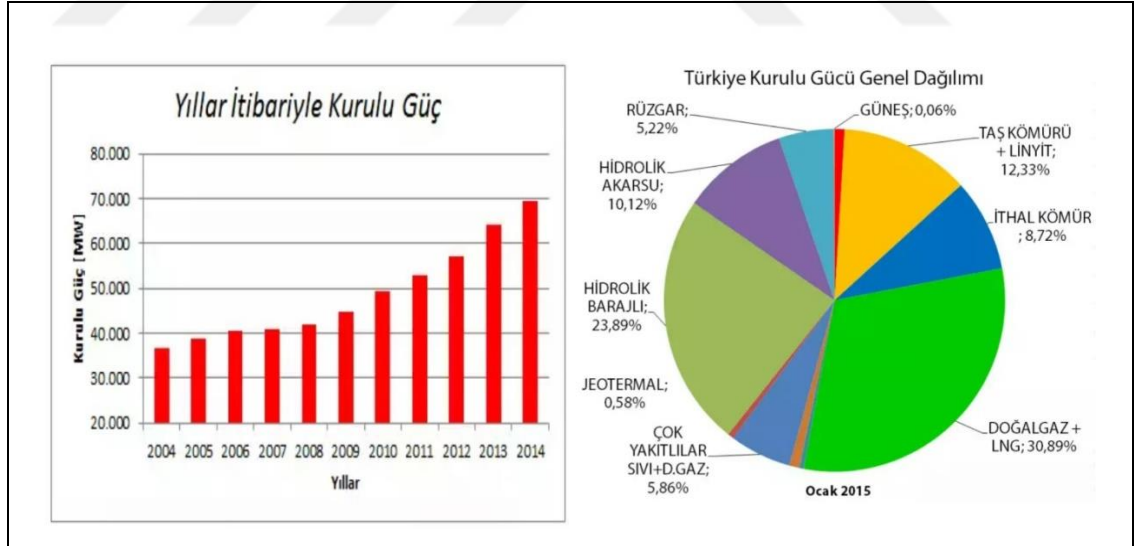
### 3.3 YENİLENEBİLİR ENERJİ TEKNOLOJİLERİ YATIRIMLARI VE KARBON TİCARETİ

Fosil yakıtların yakılmasıyla enerji elde edilmesi yönteminin oluşturduğu emisyon salımlarının çevre açısından geri dönülmez felaketler oluşturması tüm dünyayı enerjinin

üretimi için alternatif temiz kaynak arayışına ve bu kaynakların daha çok kullanılmasına itmiştir.<sup>1</sup> Yenilenebilir enerji teknolojileri (güneş, rüzgar, jeotermal, hidrolik ve biyokütle gibi) çevreyi fosil enerji teknolojilerinden çok daha az etkiler. Çünkü kirleticisi yoktur. Temiz enerjilerin kaynak veya yakıtını rüzgar, güneş, okyanus ve denizler, biyolojik atıklar, yer altı suları, nehirler, su ve hidroksitler oluşturur. Dolayısıyla aslında fosil yakıtlar gibi kaynağının tükenmesi söz konusu değildir. Her zaman da var olacaktır.

Enerji üretiminde dışa bağımlı ülkeler arasında yer alan Türkiye, bulunduğu coğrafi konum gereğince yenilenebilir enerji kaynağı açısından oldukça şanslı bir durumda olmasına rağmen var olan potansiyelini etkin bir şekilde kullanmamakta, kurulu güç artış senaryolarımında fosil kaynaklı termik santraller üzerinde yoğunlaştırmaktadır. Enerji Enstitüsü'nden alınan ve Şekil 3.3'te gösterilen verilere göre 2015'in Ocak ayında bu değer 70000 MW'a ulaşmışken 2015'in sonu itibariyle toplamda 72455 MW olmuştur. Şekil 3.3'te bu değişimler grafiksel olarak gösterilmiştir.

**Şekil 3.3 Kaynaklara göre kurulu güç (2015 sonu itibariyle)**



Kaynak: Enerji Enstitüsü web sayfası, <http://enerjiensitusu.com>, [Erişim Tarihi 12 Kasım 2015].

<sup>1</sup> Rüzgar ve güneş enerjisi enerji üretimi esnasında fosil yakıt kullanmadığı ve emisyon salımı olmadığı için temiz enerji kaynağı olarak kabul edilir. Ancak inşasında kullanılan kaynakların üretiminde, kurulum ve nakliye sırasında emisyon salımı vardır. Ancak bu çalışmada bu salımlar göz ardı edilmiştir.

Bu şekilde de görüldüğü üzere ülkemizde enerji üretiminde ağırlıklı olarak fosil kaynaklardan yararlanılırken özellikle rüzgar ve güneş enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynağı kullanımını oldukça azdır. Bu sebeple CO<sub>2</sub> salımı fosil yakıtlara nazaran oldukça düşük olan ve temiz enerji olarak da adlandırılan yenilenebilir enerji yatırımları için teşvikler artırılmalı ve yatırımlar önündeki en büyük engel kabul edilen prosedür aşaması kolaylaştırılmalıdır.

### **3.3.1 Emisyon Ticaret Mekanizması (ETS)**

Enerji tüketiminin bir kısmını veya tamamını yatırım yaptığı temiz kaynaktan sağlayan kuruluşlara, atmosfere yapmadığı emisyon salımına karşılık olacak şekilde dünyanın herhangi bir yerinde salım sınırlarını aşan başka bir kuruluşa bu kredilerin (başka bir deyişle sertifikaların) satılması faaliyeti ile gerçekleştirilen emisyon denkleştirme işlemine “Emisyon Ticareti” adı verilmektedir. Atmosfere salımı gerçekleşen ve sera etkisine neden olan gazlar arasında karbon en büyük paya sahip olduğu için bu ticaret daha çok “Karbon Ticareti” ismi ile anılmaktadır. Başka bir kaynaktan oluşacak olan emisyonları, mali etkin yöntemlerle önleme ya da azaltıma dönük yürütülen projeler sonucunda karbon denkleştirme sertifikaları kazanılmış olunur. Emisyonlarını kaynağında azaltamayan ya da daha düşük maliyette azaltma yolunu tercih eden şirketler, ilgili gönüllü veya zorunlu emisyon azaltım hedeflerini gerçekleştirmek amacıyla karbon denkleştirme sertifikalarını satın alarak karbon denkleştirme faaliyetini gerçekleştirmiş olurlar (CBCCM Proje Ekibi, s. 9).

Karbon piyasası, sera gazı azaltımı karşılığında elde edilen karbon kredilerinin diğer bir deyişle karbon sertifikalarının alınıp satıldığı piyasayı ifade etmektedir. İklim değişikliği ile mücadelede piyasa temelli iktisadi çözüm aracı olan ve karbon finansmanının kullanılmasına zemin yaratan karbon piyasaları, özellikle 2005 yılında Kyoto Protokolü'nün yürürlüğe girmesinden bu yana katlanarak büyümeye devam etmiş ve 2009 yılı sonunda bu piyasalar üzerinden gerçekleştirilen emisyon azaltımı, 8.7 milyar karbondioksit eş değer tona ulaşmıştır. 2005 yılında yürürlüğe giren Avrupa Birliği Emisyon Ticaret Sistemi, dünyadaki en gelişmiş ve en büyük sera gazı Emisyon Ticaret Sistemi(ETS) olarak yerini almış bulunmaktadır. Bu tür ETS'ler başta enerji

üreticileri ve imalatçı firmalar gibi sera gazı emisyonları yüksek işletmeleri hedef almaktadır. Sistem çerçevesinde işletme bazında sera gazı üst limiti belirlenerek, hedeflerine ulaşmaları için işletmelerin kendi aralarında sera gazı azaltım kredilerini alıp satmalarına imkân tanınmaktadır (Karakaya 2008, ss.169-196).

ETS'in çalışma prensibi bir örnek üzerinden açıklanacak olursa, emisyon azaltım taahhüdünün ötesinde azaltım sağlayan A Firması, taahhüdünü gerçekleştiremeyen ve üst limitinin üzerinde sera gazı salan B firmasına Şekil 3.4'te de gösterildiği gibi bu emisyon kredilerini satabilir.

### Şekil 3.4 Emisyon Ticareti



Kaynak: Karakaya, E., Proje temelli esneklik mekanizmaları

Kyoto Protokolü'nden kaynaklanan uluslararası yükümlülükler ve düzenlemelere bağlı zorunlu sistemler dışında, ülke, işletme, sivil toplum kuruluşları ve yerel yönetimlerden şahıslara kadar her kesimin katılım gösterebildiği gönüllülük esasında işleyen emisyon ticaret sistemleride mevcuttur. Bu sistemlere "Gönüllü Karbon Piyasası" adı verilir. Türkiye, Kyoto Protokolü'nün Ek-I listesinde yer aldığı için yapılan emisyon ticareti gönüllülük esasına dayanmaktadır.

### 3.4 YÖNTEM

İlaç üretim tesisinin yıllık enerji tüketim değerlerini kullanarak hazırlanan bu çalışmada, salım azaltım yöntemlerinden enerji verimliliği konusu çalışmanın ilgi alanı olmadığı için yer almamıştır.<sup>2</sup>

#### 3.4.1 Matematiksel Formülasyon

Yenilenebilir enerji sistemlerinde toplam kapasite yükseldikçe yatırım maliyeti fonksiyonundaki "a" terimi, "bx" terimine kıyasla ihmal edilebilir hale gelir. Matematiksel olarak ifade edilirse;

Yenilenebilir enerji sistemlerinde  $bx \gg a$ , dolayısıyla  $(y = a + bx) \approx (bx)$

*Parametreler:*

y=toplam maliyet fonksiyonu

a=kurulum maliyeti(inşaat, nakliye vb.)

b=birim operasyon maliyeti

x=karbon üretim sistemi için kurulacak tesisin kapasitesi

Ancak CCS'te, tesiste kullanılan yöntem çok yüksek oranlarda elektrik kullandığı için elektriğin üretim maliyetini arttırır ve böylece CCS tesisinin işletme maliyetleri de aşırı düzeyde artar. Haliyle "a" değeri çok yüksektir.

Bu da matematiksel olarak;

Karbon yakalama ve depolama sistemlerinde  $bx \approx a$ , dolayısıyla  $(y = a + bx)$

şeklinde ifade edilir. Bu denkleme göre "a" parametresi CCS teknolojisinde her zaman bx parametresine yakın değerlere sahiptir ve göz ardı edilemez. İlaç sektörü bir çimento veya demir-çelik sektörü kadar karbon yoğunluğu yüksek olan sektörler arasında yer

---

<sup>2</sup> Bu çalışmada tüm hesaplamalar "ceteris paribus" yöntemiyle yapılmıştır.



almamaktadır. İlaç sektörü karbon yoğunluğu düşük bir sektör olması dolayısıyla bu çalışmada CCS sistemi için fizibilite analizine gerek duyulmamış sadece yenilenebilir enerji sistemlerine bakılmıştır (Ağralı, Arıkan, Avcıoğlu, Üçtuğ 2013, ss. 4-5).

### 3.4.2 Örnek İncelemesi

Bu çalışmada bir ilaç üretim tesisinin 2010 ve 2011 yıllarında tükettiği enerji miktarlarından yararlanılarak bu enerji ihtiyacının rüzgar ve güneş enerjilerinden karşılanması senaryoları oluşturulmuştur. Bu senaryolardan da yola çıkarak tasarruf edilen karbon satıldığı takdirde ilk yatırım maliyetinin ne kadar sürede geri kazanıldığı hesaplanarak yatırımların uygulanabilir olup olmadığı değerlendirilmiştir.

**Tablo 3.1: İlaç Üretim Tesisi Yıllık Enerji Tüketim Miktarı**

	2010 Yılı	2011 Yılı
Toplam Elektrik Tüketimi	32779548 kWh	34775705 kWh
Toplam Doğalgaz Tüketimi	40472281 kWh	47398494 kWh
Kg-Adet Kutu Ürün Başına Elk. Tüketimi	49,03 kWh	33,31 kWh
Kg-Adet Kutu Ürün Başına Doğalgaz Tüketimi	75,39 kWh	56,40 kWh

*Kaynak: Mustafa Nevzat İlaç Sanayi A.Ş. İkinci İlerleme Bildirimi Raporu, 2012*

Çalışmada ilk olarak toplam tüketim miktarları kullanılarak tüketilen enerjiyi yenilenebilir enerji teknolojilerinden karşılamak için (yüzde 100'den yüzde 10'a kadar azalan oranlarla) kaç MW'lık kurulu güç gerektiği hesaplanmıştır. Bunun için aşağıdaki formülasyon kullanılmıştır.

$$KG = TTE / (Kf * 365 * 24 * 1000) \quad (3.1)$$

Kurulu güç başına maliyet hesabından yola çıkarak toplamda ne kadarlık bir ilk yatırıma gereksinim olduğu hesaplanmıştır. Bunun için aşağıdaki formülasyon kullanılmıştır.

$$İYM = KG * 3200000 \quad (3.2)$$

Bir yenilenebilir enerji tesisi kurulduğunda artık enerji ihtiyacı temiz kaynaktan sağlandığından dolayı sanayi için birim elektrik fiyatından yola çıkarak elektrik faturasından toplamda ne kadarlık gelir sağlanacağı hesaplanmıştır. Bunun için aşağıdaki formülasyon kullanılmıştır.

$$EFG = KG * Kf * 365 * 24 * 1000 * 0,19 \quad (3.3)$$

Türkiye’de rüzgar ve güneş enerjisi sistemleri için belirlenen karbon sabiti değerlerinden yola çıkarak temiz kaynak sonrası tasarruf edilen (atmosfere salınmayan) karbon miktarını hesaplanmıştır. Bunun için aşağıdaki formülasyon kullanılmıştır.

$$EKS = KG * 365 * 24 * 1000 * Kf * KS \quad (3.4)$$

Tasarruf edilen bu karbon miktarının Gönüllü Piyasalarda Emisyon Ticaret Sistemi ile başka bir kuruluşa satıldığı düşünülerek bu satıştan ne kadar gelir elde edildiği hesaplanmıştır. Bunun için aşağıdaki formülasyon kullanılmıştır.

$$EG = (TKM * 12,8) / 1000 \quad (3.5)$$

İlk yatırım maliyeti ile elektrik faturası ve salımı engellenen karbonun satışı sonrası elde edilen gelir toplamları oranlanarak ilk yatırım maliyetinin ne kadar süre içerisinde geri kazanılacağı hesaplanmıştır. Bunun için aşağıdaki formülasyon kullanılmıştır.

$$GKS = İYM / ( EFG + EG ) \quad (3.6)$$

*Parametreler:*

$$TT_{(2010)} = 73251829 \text{ kWh}$$

$$TT_{(2011)} = 82174199 \text{ kWh}$$

$$Kf_{(r1)} = 0,3$$

$$Kf_{(r2)} = 0,35$$

$$Kf_{(g)} = 0,2$$

$$İYM = 3200000 \text{ TL / MW}$$

$$BEF_{(\text{sanayi için})} = 18,5590 \text{ krş} \approx 0,19 \text{ TL}$$

$$KS_{(r)} = 0,605 \text{ kg/kWh}$$

$$KS_{(g)} = 0,648 \text{ kg/kWh}$$

$$KF = 12,8 \text{ TL / VER (1 VER=1 Ton CO}_2\text{)}$$

## 4. BULGULAR

### 4.1 SENARYOLAR

#### 4.1.1 Karbon Salım Miktarının Her Yıl Aynı Olduğu Kabul Edilerek Oluşturulan Rüzgar Enerjisi Santrali Senaryoları

**Tablo 4.1: 0,3 kapasite faktörü ile çalışan rüzgar enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen toplam enerji üzerinden azalan oranlarla hesaplamalar**

	Kapasite Faktörü=0,3 2010 Kurulu Güç - KG (MW)	İlk Yatırım Maliyetleri - İYM (TL)	Yıllık Elektrik Faturası - Getirisi - EFG (TL)	Yıllık Engellenen Karbon Salımı - EKS (kg)	Karbondan Elde Edilen Yıllık Gelir - EG (TL)	Yatırımın Geri Kazanım Süresi - GKS (Yıl)
100%	27,874	89196800	13918045,68	44317987,56	567270,2408	6,16
90%	25,086	80275200	12525941,52	39885234,84	510531,006	6,16
80%	22,299	71356800	11134336,68	35454072,06	453812,1224	6,16
75%	20,9	66880000	10435788	33229746	425340,7488	6,16
70%	19,52	62464000	9746726,4	31035628,8	397256,0486	6,16
60%	16,724	53516800	8350627,68	26590156,56	340354,004	6,16
50%	13,94	44608000	6960520,8	22163763,6	283696,1741	6,16
40%	11,15	35680000	5567418	17727831	226916,2368	6,16
30%	8,362	26758400	4175313,84	13295078,28	170177,002	6,16
25%	6,96	22272000	3475267,2	11065982,4	141644,5747	6,16
20%	5,57	17824000	2781212,4	8855965,8	113356,3622	6,16
10%	2,78	8896000	1388109,6	4420033,2	56576,42496	6,16

Tablo 4.1'de gösterildiği gibi 2010 yılında tüketilen enerjinin yüzde yüzünden yüzde onuna(azalan oranlarla) karşılık gelen değerleri, kapasite faktörü 0,3 olan bir rüzgar enerji santrali kurulduğu düşünülerek, ihtiyaç duyulan kurulu güç bulunmuştur. Birim kurulu güç başına maliyet analizi yapılarak ilk yatırım maliyetleri hesaplanmıştır.

Kurulu gücün eşdeğeri kadar tasarruf edilen elektrik faturası geliri ve salımı engellenen CO<sub>2</sub>'in ticaretinden gelen gelir toplamı ilk yatırım maliyetine oranlandığında bu maliyetin 6,16 yılda geri kazanıldığı bulunmuştur.

**Tablo 4.2: 0,35 kapasite faktörü ile çalışan rüzgar enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen toplam enerji üzerinden azalan oranlarla hesaplamalar**

	Kapasite Faktörü=0,35 2010 Kurulu Güç - KG (MW)	İlk Yatırım Maliyetleri - İYM (TL)	Yıllık Elektrik Faturası Getirisi - EFG (TL)	Yıllık Engellenen Karbon Salımı - EKS (kg)	Karbondan Elde Edilen Yıllık Gelir - KG (TL)	Yatırımın Geri Kazanım Süresi - GKS (Yıl)
100%	23,89	76448000	13916880,6	44314277,7	567222,7546	5,28
90%	21,5	68800000	12524610	39880995	510476,736	5,28
80%	19,12	61184000	11138164,8	35466261,6	453968,1485	5,28
70%	16,72	53504000	9740068,8	31014429,6	396984,6989	5,28
60%	14,35	45920000	8359449	26618245,5	340713,5424	5,28
50%	11,95	38240000	6961353	22166413,5	283730,0928	5,28
40%	9,56	30592000	5569082,4	17733130,8	226984,0742	5,28
30%	7,17	22944000	4176811,8	13299848,1	170238,0557	5,28
20%	4,78	15296000	2784541,2	8866565,4	113492,0371	5,28
10%	2,39	7648000	1392270,6	4433282,7	56746,01856	5,28

Tablo 4.2'de gösterildiği gibi 2010 yılında tüketilen enerjinin yüzde yüzünden yüzde onuna(azalan oranlarla) karşılık gelen değerleri, kapasite faktörü 0,35 olan bir rüzgar enerji santrali kurulduğu düşünülerek ihtiyaç duyulan kurulu güç bulunmuştur. Birim kurulu güç başına maliyet analizi yapılarak ilk yatırım maliyetleri hesaplanmıştır. Kurulu gücün eşdeğeri kadar tasarruf edilen elektrik faturası geliri ve salımı engellenen CO<sub>2</sub>'nin ticaretinden gelen gelir toplamı ilk yatırım maliyetine oranlandığında bu maliyetin 5,28 yılda geri kazanıldığı bulunmuştur.

**Tablo 4.3: 0,3 kapasite faktörü ile çalışan rüzgar enerjisi tesisinin 2011 yılında tüketilen toplam enerji üzerinden azalan oranlarla hesaplamalar**

	Kapasite Faktörü=0,3 2011 Kurulu Güç - KG (MW)	İlk Yatırım Maliyetleri - İYM (TL)	Yıllık Elektrik Faturası - Getirisi - EFG (TL)	Yıllık Engellenen Karbon Salımı - EKS (kg)	Karbondan Elde Edilen Yıllık Gelir - KG (TL)	Yatırımın Geri Kazanım Süresi - GKS (Yıl)
100%	31,27	100064000	15613736,4	49717423,8	636383,0246	6,16
90%	28,142	90054400	14051863,44	44744091,48	572724,3709	6,16
80%	25,02	80064000	12492986,4	39780298,8	509187,8246	6,16
70%	21,88	70016000	10925121,6	34787887,2	445284,9562	6,16
60%	18,761	60035200	9367742,52	29828864,34	381809,4636	6,16
50%	15,634	50028800	7806368,88	24857121,96	318171,1611	6,16
40%	12,507	40022400	6244995,24	19885379,58	254532,8586	6,16
30%	9,38	30016000	4683621,6	14913637,2	190894,5562	6,16
20%	6,253	20009600	3122247,96	9941894,82	127256,2537	6,16
10%	3,127	10006400	1561373,64	4971742,38	63638,30246	6,16

Tablo 4.3'te gösterildiği gibi 2011 yılında tüketilen enerjinin yüzde yüzünden yüzde onuna(azalan oranlarla) karşılık gelen değerleri, kapasite faktörü 0,3 olan bir rüzgar enerji santrali kurulduğu düşünülerek ihtiyaç duyulan kurulu güç bulunmuştur. Birim kurulu güç başına maliyet analizi yapılarak ilk yatırım maliyetleri hesaplanmıştır. Kurulu gücün eşdeğeri kadar tasarruf edilen elektrik faturası geliri ve salımı engellenen CO<sub>2</sub>'in ticaretinden gelen gelir toplamı ilk yatırım maliyetine oranlandığında bu maliyetin 6,16 yılda geri kazanıldığı bulunmuştur.

**Tablo 4.4: 0,35 kapasite faktörü ile çalışan rüzgar enerjisi tesisinin 2011 yılında tüketilen toplam enerji üzerinden azalan oranlarla hesaplamalar**

	Kapasite Faktörü=0,35 2011 Kurulu Güç - KG (MW)	İlk Yatırım Maliyetleri - İYM (TL)	Yıllık Elektrik Faturası - Getirisi - EFG (TL)	Yıllık Engellenen Karbon Salımı - EKS (kg)	Karbondan Elde Edilen Yıllık Gelir - KG (TL)	Yatırımın Geri Kazanım Süresi - GKS (Yıl)
100%	26,802	85766400	15613237,08	49715833,86	636362,6734	5,28
90%	24,121	77187200	14051447,34	44742766,53	572707,4116	5,28
80%	21,441	68611200	12490240,14	39771554,13	509075,8929	5,28
70%	18,761	60035200	10929032,94	34800341,73	445444,3741	5,28
60%	16,081	51459200	9367825,74	29829129,33	381812,8554	5,28
50%	13,4	42880000	7806036	24856062	318157,5936	5,28
40%	10,72	34304000	6244828,8	19884849,6	254526,0749	5,28
30%	8,04	25728000	4683621,6	14913637,2	190894,5562	5,28
20%	5,36	17152000	3122414,4	9942424,8	127263,0374	5,28
10%	2,68	8576000	1561207,2	4971212,4	63631,51872	5,28

Tablo 4.4'te gösterildiği gibi 2011 yılında tüketilen enerjinin yüzde yüzünden yüzde onuna(azalan oranlarla) karşılık gelen değerleri, kapasite faktörü 0,35 olan bir rüzgar enerji santrali kurulduğu düşünülerek ihtiyaç duyulan kurulu güç bulunmuştur. Birim kurulu güç başına maliyet analizi yapılarak ilk yatırım maliyetleri hesaplanmıştır. Kurulu gücün eşdeğeri kadar tasarruf edilen elektrik faturası geliri ve salımı engellenen CO<sub>2</sub>'nin ticaretinden gelen gelir toplamı ilk yatırım maliyetine oranlandığında bu maliyetin 5,28 yılda geri kazanıldığı bulunmuştur.

#### 4.1.2 Karbon Salım Miktarının Her Yıl Aynı Olduğu Kabul Edilerek Oluşturulan Güneş Enerjisi Santrali Senaryoları

**Tablo 4.5: 0,2 kapasite faktörü ile çalışan güneş enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen toplam enerji üzerinden azalan oranlarla hesaplamalar**

	Kf=0,2 2010 Kurulu Güç (MW)	İlk Kurulum Maliyetleri (TL)	Tasarruf Edilecek Toplam Enerji Miktarı (MWh)	Yıllık Elektrik Faturası Getirisi (TL)	Yıllık Engellenen Karbon Salımı (kg)	Karbon'dan Elde Edilen Yıllık Kazanç (TL)	Toplam Kazanç (TL)	Yatırımın Geri Kazanım Süresi (Yıl)
100%	41,8	133792000	73251,12	13917712,8	47466725,76	607574,0897	14525286,89	9,21
90%	37,6	120384000	65910,24	12522945,6	42709835,52	546685,8947	13069631,49	9,21
80%	33,4	107008000	58586,88	11131507,2	37964298,24	485943,0175	11617450,22	9,21
75%	31,4	100320000	54925,2	10435788	35591529,6	455571,5789	10891359,58	9,21
70%	29,3	93632000	51263,52	9740068,8	33218760,96	425200,1403	10165268,94	9,21
60%	25,1	80256000	43940,16	8348630,4	28473223,68	364457,2631	8713087,663	9,21
50%	20,9	66880000	36616,8	6957192	23727686,4	303714,3859	7260906,386	9,21
40%	16,7	53504000	29293,44	5565753,6	18982149,12	242971,5087	5808725,109	9,21
30%	12,5	40128000	21970,08	4174315,2	14236611,84	182228,6316	4356543,832	9,21
25%	10,5	33440000	18308,4	3478596	11863843,2	151857,193	3630453,193	9,21
20%	8,36	26752000	14646,72	2782876,8	9491074,56	121485,7544	2904362,554	9,21
10%	4,18	13376000	7323,36	1391438,4	4745537,28	60742,87718	1452181,277	9,21

Tablo 4.5'te gösterildiği gibi 2010 yılında tüketilen enerjinin yüzde yüzünden yüzde onuna(azalan oranlarla) karşılık gelen değerleri, kapasite faktörü 0,2 olan bir güneş enerjisi santrali kurulduğu düşünülerek ihtiyaç duyulan kurulu güç bulunmuştur. Birim kurulu güç başına maliyet analizi yapılarak ilk yatırım maliyetleri hesaplanmıştır. Kurulu gücün eşdeğeri kadar tasarruf edilen elektrik faturası geliri ve salımı engellenen CO<sub>2</sub>'in ticaretinden gelen gelir toplamı ilk yatırım maliyetine oranlandığında bu maliyetin 9,21 yılda geri kazanıldığı bulunmuştur.

**Tablo 4.6: 0,2 kapasite faktörü ile çalışan güneş enerjisi tesisinin 2011 yılında tüketilen toplam enerji üzerinden azalan oranlarla hesaplamalar**

	Kapasite Faktörü=0,2 2011 Kurulu Güç (MW)	İlk Kurulum Maliyetleri (TL)	Tasarruf Edilecek Toplam Enerji Miktarı (MWh)	Yıllık Elektrik Faturası Getirisi (TL)	Yıllık Engellenen Karbon Salımı (kg)	Karbon'dan Elde Edilen Yıllık Kazanç (TL)	Toplam Kazanç (TL)	Yatırımın Geri Kazanım Süresi (Yıl)
100%	46,9	150080000	82168,8	15612072	53245382,4	681540,8947	16293612,89	9,21
90%	42,2	135072000	73951,92	14050864,8	47920844,16	613386,8052	14664251,61	9,21
80%	37,5	120064000	65735,04	12489657,6	42596305,92	545232,7158	13034890,32	9,21
70%	32,8	105056000	57518,16	10928450,4	37271767,68	477078,6263	11405529,03	9,21
60%	28,1	90048000	49301,28	9367243,2	31947229,44	408924,5368	9776167,737	9,21
50%	23,5	75040000	41084,4	7806036	26622691,2	340770,4474	8146806,447	9,21
40%	18,8	60032000	32867,52	6244828,8	21298152,96	272616,3579	6517445,158	9,21
30%	14,1	45024000	24650,64	4683621,6	15973614,72	204462,2684	4888083,868	9,21
20%	9,38	30016000	16433,76	3122414,4	10649076,48	136308,1789	3258722,579	9,21
10%	4,69	15008000	8216,88	1561207,2	5324538,24	68154,08947	1629361,289	9,21

Tablo 4.6'da gösterildiği gibi 2011 yılında tüketilen enerjinin yüzde yüzünden yüzde onuna(azalan oranlarla) karşılık gelen değerleri, kapasite faktörü 0,2 olan bir güneş enerjisi santrali kurulduğu düşünülerek ihtiyaç duyulan kurulu güç bulunmuştur. Birim kurulu güç başına maliyet analizi yapılarak ilk yatırım maliyetleri hesaplanmıştır. Kurulu gücün eşdeğeri kadar tasarruf edilen elektrik faturası geliri ve salımı engellenen CO<sub>2</sub>'in ticaretinden gelen gelir toplamı ilk yatırım maliyetine oranlandığında bu maliyetin 9,21 yılda geri kazanıldığı bulunmuştur.

Görüldüğü üzere rüzgar enerjisi tesisi güneş enerjisi tesisine göre daha kısa sürede ilk yatırım maliyetinin geri kazanılmasını sağlamaktadır.



### **4.1.3 Karbon Salım Miktarının Her Yıl Yüzde 3 ve Yüzde 5 Azaltım Zorunluluğu Olduğu Kabul Edilerek Oluşturulan Rüzgar Enerjisi Santrali Senaryoları**

Bu çalışmada 4.1.1 başlığı altında oluşturulan senaryolarda hesaplanan CO<sub>2</sub> salım miktarları üzerinden yola çıkılarak her yıl bir önceki yıla göre yüzde üç ve yüzde beş oranlarda azaltma zorunluluğunun getirilmesi senaryoları oluşturulmuş ve tüketilen enerjinin her bir azaltım taahhüdü için yüzde yüzünün, yüzde yetmiş beşinin, yüzde ellisinin ve yüzde yirmi beşinin temiz kaynaktan karşılanması durumunun 20 yıl süreyle gelir maliyet analizi yapılmıştır.

Bu senaryolarda tükettiği enerjinin yüzde yüzünü, yüzde yetmiş beşini, yüzde ellisini ve yüzde yirmi beşini 0,3 ve 0,35 kapasite faktörü ile çalışan rüzgar enerjisi tesisinden karşılayan bir ilaç şirketinin atmosfere salacağı CO<sub>2</sub>'e her yıl yüzde üç ve yüzde beş indirim zorunluluğu gelmesi durumu ele alınmıştır. Gerçek CO<sub>2</sub> salımı sütununda yüzde yüz temiz kaynak kullandığımda salım söz konusu değildir. Ancak diğer senaryolarda salım gerçekleştiği için toplam salım değeri bu belirlenen kurulu güç oranları ile çarpılır. CO<sub>2</sub> Kredisi olarak belirtilen sütunda ticareti yapılabilecek CO<sub>2</sub> kredisi hesaplanmıştır. Her yıl bir önceki yıla göre yüzde üç ve yüzde beş oranında azaltım yapılması zorunluluğu olduğu için satılabilecek CO<sub>2</sub> kredisi miktarı da her yıl azalmaktadır.

CO<sub>2</sub> Satış Geliri daha önce verilen parametreler üzerinden değerlendirilmiştir. Son sütunda ise sanayi için birim elektrik fiyatı üzerinden hesaplama yapılarak elektrik faturasından elde edilecek gelirler hesaplanmıştır. Karbon kredisinden ve elektrik faturasından elde edilen toplam gelirler ilk yatırım maliyetine oranlanarak yatırımların geri dönüş süreleri hesaplanmıştır.

Her 4 senaryoda bir belirlenen kriterlerin değerlendirilmesi yapılarak 16. senaryodan sonra rüzgar enerjisi için genel bir değerlendirme yapılmıştır.

**Tablo 4.7: 0,3 kapasite faktörü ile çalışan rüzgar enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen enerjinin %100'ünü karşıladığı takdirde yaptığı salım üzerinden yıllık %3 indirim**

Yıl	CO <sub>2</sub> Salım Limiti	Gerçek CO <sub>2</sub> Salımı	CO <sub>2</sub> Kredisi	CO <sub>2</sub> Satış Geliri	Elektrik Geliri
0	44317987,56	0	44317987,56	567270,2408	13918045,68
1	42988447,93	0	42988447,93	550252,1335	13918045,68
2	41698794,5	0	41698794,5	533744,5695	13918045,68
3	40447830,66	0	40447830,66	517732,2325	13918045,68
4	39234395,74	0	39234395,74	502200,2655	13918045,68
5	38057363,87	0	38057363,87	487134,2575	13918045,68
6	36915642,95	0	36915642,95	472520,2298	13918045,68
7	35808173,66	0	35808173,66	458344,6229	13918045,68
8	34733928,45	0	34733928,45	444594,2842	13918045,68
9	33691910,6	0	33691910,6	431256,4557	13918045,68
10	32681153,28	0	32681153,28	418318,762	13918045,68
11	31700718,68	0	31700718,68	405769,1992	13918045,68
12	30749697,12	0	30749697,12	393596,1232	13918045,68
13	29827206,21	0	29827206,21	381788,2395	13918045,68
14	28932390,02	0	28932390,02	370334,5923	13918045,68
15	28064418,32	0	28064418,32	359224,5545	13918045,68
16	27222485,77	0	27222485,77	348447,8179	13918045,68
17	26405811,2	0	26405811,2	337994,3834	13918045,68
18	25613636,86	0	25613636,86	327854,5519	13918045,68
19	24845227,76	0	24845227,76	318018,9153	13918045,68
20	24099870,93	0	24099870,93	308478,3478	13918045,68
				8934874,779	292278959,3
				Yatırımın Geri Dönüşü	6,22

**Tablo 4.8: 0,3 kapasite faktörü ile çalışan rüzgar enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen enerjinin %75'ini karşıladığı takdirde yaptığı salm üzerinden yıllık %3 indirim**

Yıl	CO <sub>2</sub> Salım Limiti	Gerçek CO <sub>2</sub> Salımı	CO <sub>2</sub> Kredisi	CO <sub>2</sub> Satış Geliri	Elektrik Geliri
0	44317987,56	11079496,89	33238490,67	425452,6806	10438534,26
1	42988447,93	11079496,89	31908951,04	408434,5734	10438534,26
2	41698794,5	11079496,89	30619297,61	391927,0093	10438534,26
3	40447830,66	11079496,89	29368333,77	375914,6723	10438534,26
4	39234395,74	11079496,89	28154898,85	360382,7053	10438534,26
5	38057363,87	11079496,89	26977866,98	345316,6973	10438534,26
6	36915642,95	11079496,89	25836146,06	330702,6696	10438534,26
7	35808173,66	11079496,89	24728676,77	316527,0627	10438534,26
8	34733928,45	11079496,89	23654431,56	302776,724	10438534,26
9	33691910,6	11079496,89	22612413,71	289438,8955	10438534,26
10	32681153,28	11079496,89	21601656,39	276501,2018	10438534,26
11	31700718,68	11079496,89	20621221,79	263951,639	10438534,26
12	30749697,12	11079496,89	19670200,23	251778,563	10438534,26
13	29827206,21	11079496,89	18747709,32	239970,6793	10438534,26
14	28932390,02	11079496,89	17852893,13	228517,0321	10438534,26
15	28064418,32	11079496,89	16984921,43	217406,9943	10438534,26
16	27222485,77	11079496,89	16142988,88	206630,2577	10438534,26
17	26405811,2	11079496,89	15326314,31	196176,8232	10438534,26
18	25613636,86	11079496,89	14534139,97	186036,9917	10438534,26
19	24845227,76	11079496,89	13765730,87	176201,3551	10438534,26
20	24099870,93	11079496,89	13020374,04	166660,7876	10438534,26
				5956706,015	219209219,5
				Yatırımın Geri Dönüşü	6,23

**Tablo 4.9: 0,3 kapasite faktörü ile çalışan rüzgar enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen enerjinin %50'sini karşıladığı takdirde yaptığı salım üzerinden yıllık %3 indirim**

Yıl	CO <sub>2</sub> Salım Limiti	Gerçek CO <sub>2</sub> Salımı	CO <sub>2</sub> Kredisi	CO <sub>2</sub> Satış Geliri	Elektrik Geliri
0	44317987,56	22158993,78	22158993,78	283635,1204	6959022,84
1	42988447,93	22158993,78	20829454,15	266617,0132	6959022,84
2	41698794,5	22158993,78	19539800,72	250109,4492	6959022,84
3	40447830,66	22158993,78	18288836,88	234097,1121	6959022,84
4	39234395,74	22158993,78	17075401,96	218565,1451	6959022,84
5	38057363,87	22158993,78	15898370,09	203499,1371	6959022,84
6	36915642,95	22158993,78	14756649,17	188885,1094	6959022,84
7	35808173,66	22158993,78	13649179,88	174709,5025	6959022,84
8	34733928,45	22158993,78	12574934,67	160959,1638	6959022,84
9	33691910,6	22158993,78	11532916,82	147621,3353	6959022,84
10	32681153,28	22158993,78	10522159,5	134683,6416	6959022,84
11	31700718,68	22158993,78	9541724,904	122134,0788	6959022,84
12	30749697,12	22158993,78	8590703,343	109961,0028	6959022,84
13	29827206,21	22158993,78	7668212,43	98153,1191	6959022,84
14	28932390,02	22158993,78	6773396,243	86699,47191	6959022,84
15	28064418,32	22158993,78	5905424,543	75589,43414	6959022,84
16	27222485,77	22158993,78	5063491,993	64812,69751	6959022,84
17	26405811,2	22158993,78	4246817,42	54359,26297	6959022,84
18	25613636,86	22158993,78	3454643,084	44219,43147	6959022,84
19	24845227,76	22158993,78	2686233,978	34383,79492	6959022,84
20	24099870,93	22158993,78	1940877,145	24843,22746	6959022,84
				2978537,251	146139479,6
				Yatırımın Geri Dönüşü	6,31

**Tablo 4.10: 0,3 kapasite faktörü ile çalışan rüzgar enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen enerjinin %25'ini karşıladığı takdirde yaptığı salım üzerinden yıllık %3 indirim**

Yıl	CO <sub>2</sub> salım limiti	Gerçek CO <sub>2</sub> salımı	CO <sub>2</sub> kredim	CO <sub>2</sub> satış gelirim	Elektrik gelirim
0	44317987,56	33238490,67	11079496,89	141817,5602	3479511,42
1	42988447,93	33238490,67	9749957,263	124799,453	3479511,42
2	41698794,5	33238490,67	8460303,825	108291,889	3479511,42
3	40447830,66	33238490,67	7209339,99	92279,55188	3479511,42
4	39234395,74	33238490,67	5995905,071	76747,5849	3479511,42
5	38057363,87	33238490,67	4818873,198	61681,57694	3479511,42
6	36915642,95	33238490,67	3677152,282	47067,54921	3479511,42
7	35808173,66	33238490,67	2569682,994	32891,94232	3479511,42
8	34733928,45	33238490,67	1495437,784	19141,60363	3479511,42
9	33691910,6	33238490,67	453419,9302	5803,775106	3479511,42
10	32681153,28	33238490,67	-557337,3878	-7133,918564	3479511,42
11	31700718,68	33238490,67	-1537771,986	-19683,48142	3479511,42
12	30749697,12	33238490,67	-2488793,547	-31856,5574	3479511,42
13	29827206,21	33238490,67	-3411284,46	-43664,44109	3479511,42
14	28932390,02	33238490,67	-4306100,647	-55118,08828	3479511,42
15	28064418,32	33238490,67	-5174072,347	-66228,12605	3479511,42
16	27222485,77	33238490,67	-6016004,897	-77004,86268	3479511,42
17	26405811,2	33238490,67	-6832679,47	-87458,29722	3479511,42
18	25613636,86	33238490,67	-7624853,806	-97598,12872	3479511,42
19	24845227,76	33238490,67	-8393262,912	-107433,7653	3479511,42
20	24099870,93	33238490,67	-9138619,745	-116974,3327	3479511,42
				368,4866666	73069739,82
				Yatırımın Geri Dönüşü	6,40

Kapasite faktörünün 0,3 olduğu rüzgar tesisi ve salım sınırının her yıl bir önceki seneye göre yüzde 3 azaltılması gereken senaryolara göre geri dönüş süreleri tesis kurulu gücü yüzde yüz iken 6,22 seviyesinden başlayarak tesis kurulu gücü yüzde yirmi beş seviyesinde iken 6,40'lara kadar yükselmiştir. Bunun yanı sıra tesis kurulu gücün enerji ihtiyacının yüzde yirmi beşini karşıladığı Tablo 4.10'da 10. yıldan itibaren artık karbon

salım sınırlamasındaki artış sebebiyle yapılan emisyon ticaretinden gelir elde edilememeye başlanmış hatta karbon kredisi alımı başlamıştır ancak 20. yılın sonunda toplamda sadece 368,48 TL gelir elde edilmiştir.

**Tablo 4.11: 0,3 kapasite faktörü ile çalışan rüzgar enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen enerjinin %100'ünü karşıladığı takdirde yaptığı salım üzerinden yıllık %5 indirim**

Yıl	CO <sub>2</sub> Salım Limiti	Gerçek CO <sub>2</sub> Salımı	CO <sub>2</sub> Kredisi	CO <sub>2</sub> Satış Geliri	Elektrik Geliri
0	44317987,56	0	44317987,56	567270,2408	13918045,68
1	42102088,18	0	42102088,18	538906,7287	13918045,68
2	39996983,77	0	39996983,77	511961,3923	13918045,68
3	37997134,58	0	37997134,58	486363,3227	13918045,68
4	36097277,86	0	36097277,86	462045,1565	13918045,68
5	34292413,96	0	34292413,96	438942,8987	13918045,68
6	32577793,26	0	32577793,26	416995,7538	13918045,68
7	30948903,6	0	30948903,6	396145,9661	13918045,68
8	29401458,42	0	29401458,42	376338,6678	13918045,68
9	27931385,5	0	27931385,5	357521,7344	13918045,68
10	26534816,22	0	26534816,22	339645,6477	13918045,68
11	25208075,41	0	25208075,41	322663,3653	13918045,68
12	23947671,64	0	23947671,64	306530,197	13918045,68
13	22750288,06	0	22750288,06	291203,6872	13918045,68
14	21612773,66	0	21612773,66	276643,5028	13918045,68
15	20532134,97	0	20532134,97	262811,3277	13918045,68
16	19505528,23	0	19505528,23	249670,7613	13918045,68
17	18530251,81	0	18530251,81	237187,2232	13918045,68
18	17603739,22	0	17603739,22	225327,8621	13918045,68
19	16723552,26	0	16723552,26	214061,469	13918045,68
20	15887374,65	0	15887374,65	203358,3955	13918045,68
				7481595,301	292278959,3
				Yatırımın Geri Dönüşü	6,11

**Tablo 4.12: 0,3 kapasite faktörü ile çalışan rüzgar enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen enerjinin %75'ini karşıladığı takdirde yaptığı salım üzerinden yıllık %5 indirim**

Yıl	CO <sub>2</sub> Salım Limiti	Gerçek CO <sub>2</sub> Salımı	CO <sub>2</sub> Kredisi	CO <sub>2</sub> Satış Geliri	Elektrik Geliri
0	44317987,56	11079496,89	33238490,67	425452,6806	10438534,26
1	42102088,18	11079496,89	31022591,29	397089,1685	10438534,26
2	39996983,77	11079496,89	28917486,88	370143,8321	10438534,26
3	37997134,58	11079496,89	26917637,69	344545,7625	10438534,26
4	36097277,86	11079496,89	25017780,97	320227,5964	10438534,26
5	34292413,96	11079496,89	23212917,07	297125,3385	10438534,26
6	32577793,26	11079496,89	21498296,37	275178,1936	10438534,26
7	30948903,6	11079496,89	19869406,71	254328,4059	10438534,26
8	29401458,42	11079496,89	18321961,53	234521,1076	10438534,26
9	27931385,5	11079496,89	16851888,61	215704,1742	10438534,26
10	26534816,22	11079496,89	15455319,33	197828,0875	10438534,26
11	25208075,41	11079496,89	14128578,52	180845,8051	10438534,26
12	23947671,64	11079496,89	12868174,75	164712,6368	10438534,26
13	22750288,06	11079496,89	11670791,17	149386,127	10438534,26
14	21612773,66	11079496,89	10533276,77	134825,9426	10438534,26
15	20532134,97	11079496,89	9452638,085	120993,7675	10438534,26
16	19505528,23	11079496,89	8426031,336	107853,2011	10438534,26
17	18530251,81	11079496,89	7450754,925	95369,66304	10438534,26
18	17603739,22	11079496,89	6524242,334	83510,30188	10438534,26
19	16723552,26	11079496,89	5644055,373	72243,90877	10438534,26
20	15887374,65	11079496,89	4807877,76	61540,83532	10438534,26
				4503426,537	219209219,5
				Yatırımın Geri Dönüşü	6,27

**Tablo 4.13: 0,3 kapasite faktörü ile çalışan rüzgar enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen enerjinin %50'ini karşıladığı takdirde yaptığı salım üzerinden yıllık %5 indirim**

Yıl	CO <sub>2</sub> Salım Limiti	Gerçek CO <sub>2</sub> Salımı	CO <sub>2</sub> Kredisi	CO <sub>2</sub> Satış Geliri	Elektrik Geliri
0	44317987,56	22158993,78	22158993,78	283635,1204	6959022,84
1	42102088,18	22158993,78	19943094,4	255271,6083	6959022,84
2	39996983,77	22158993,78	17837989,99	228326,2719	6959022,84
3	37997134,58	22158993,78	15838140,8	202728,2023	6959022,84
4	36097277,86	22158993,78	13938284,08	178410,0362	6959022,84
5	34292413,96	22158993,78	12133420,18	155307,7783	6959022,84
6	32577793,26	22158993,78	10418799,48	133360,6334	6959022,84
7	30948903,6	22158993,78	8789909,821	112510,8457	6959022,84
8	29401458,42	22158993,78	7242464,641	92703,5474	6959022,84
9	27931385,5	22158993,78	5772391,72	73886,61401	6959022,84
10	26534816,22	22158993,78	4375822,445	56010,52729	6959022,84
11	25208075,41	22158993,78	3049081,634	39028,24491	6959022,84
12	23947671,64	22158993,78	1788677,863	22895,07665	6959022,84
13	22750288,06	22158993,78	591294,2808	7568,566794	6959022,84
14	21612773,66	22158993,78	-546220,1222	-6991,617565	6959022,84
15	20532134,97	22158993,78	-1626858,805	-20823,79271	6959022,84
16	19505528,23	22158993,78	-2653465,554	-33964,35909	6959022,84
17	18530251,81	22158993,78	-3628741,965	-46447,89715	6959022,84
18	17603739,22	22158993,78	-4555254,556	-58307,25832	6959022,84
19	16723552,26	22158993,78	-5435441,517	-69573,65142	6959022,84
20	15887374,65	22158993,78	-6271619,13	-80276,72487	6959022,84
				1525257,772	146139479,6
				Yatırımın Geri Dönüşü	6,34



**Tablo 4.14: 0,3 kapasite faktörü ile çalışan rüzgar enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen enerjinin %25'ini karşıladığı takdirde yaptığı salım üzerinden yıllık %5 indirim**

Yıl	CO <sub>2</sub> Salım Limiti	Gerçek CO <sub>2</sub> Salımı	CO <sub>2</sub> Kredisi	CO <sub>2</sub> Satış Geliri	Elektrik Geliri
0	44317987,56	33238490,67	11079496,89	141817,5602	3479511,42
1	42102088,18	33238490,67	8863597,512	113454,0482	3479511,42
2	39996983,77	33238490,67	6758493,103	86508,71172	3479511,42
3	37997134,58	33238490,67	4758643,914	60910,6421	3479511,42
4	36097277,86	33238490,67	2858787,185	36592,47597	3479511,42
5	34292413,96	33238490,67	1053923,292	13490,21814	3479511,42
6	32577793,26	33238490,67	-660697,4058	-8456,926795	3479511,42
7	30948903,6	33238490,67	-2289587,069	-29306,71448	3479511,42
8	29401458,42	33238490,67	-3837032,249	-49114,01279	3479511,42
9	27931385,5	33238490,67	-5307105,17	-67930,94618	3479511,42
10	26534816,22	33238490,67	-6703674,445	-85807,0329	3479511,42
11	25208075,41	33238490,67	-8030415,256	-102789,3153	3479511,42
12	23947671,64	33238490,67	-9290819,027	-118922,4835	3479511,42
13	22750288,06	33238490,67	-10488202,61	-134248,9934	3479511,42
14	21612773,66	33238490,67	-11625717,01	-148809,1778	3479511,42
15	20532134,97	33238490,67	-12706355,7	-162641,3529	3479511,42
16	19505528,23	33238490,67	-13732962,44	-175781,9193	3479511,42
17	18530251,81	33238490,67	-14708238,86	-188265,4573	3479511,42
18	17603739,22	33238490,67	-15634751,45	-200124,8185	3479511,42
19	16723552,26	33238490,67	-16514938,41	-211391,2116	3479511,42
20	15887374,65	33238490,67	-17351116,02	-222094,2851	3479511,42
				-1452910,992	73069739,82
				Yatırımın Geri Dönüşü	6,53

Kapasite faktörünün 0,3 olduğu rüzgar tesisi ve salım sınırının her yıl bir önceki seneye göre yüzde 5 azaltılması gereken senaryolara göre geri dönüş süreleri tesis kurulu gücü yüzde yüz iken 6,11 seviyesinden başlayarak tesis kurulu gücü yüzde yirmi beş seviyesinde iken 6,53'lere kadar yükselmiştir. Bunun yanı sıra tesis kurulu gücü, enerji ihtiyacının yüzde ellisini karşıladığı senaryoda 14. yıldan itibaren artık karbon salım sınırlamasındaki artış sebebiyle yapılan emisyon ticaretinden gelir elde edilemediği gibi başka bir kuruluştan karbon kredisi alınması gerektiği sonucu çıkmıştır. Tablo 4.13'te

20. yılın sonunda her ne kadar kredi alımı yapılsa da karbon ticaretinden de gelir elde edilmiş ancak tesis kurulu gücü, enerji ihtiyacının yüzde yirmi beşini karşıladığı Tablo 4.14'te 6.yıldan itibaren karbon ticaretinden hiç gelir elde edilememiş, 20. yılın sonunda ise büyük oranda başka bir kuruluştan karbon kredi alımı yapılması gerektiği sonucu ortaya çıkmıştır.

**Tablo 4.15: 0,35 kapasite faktörü ile çalışan rüzgar enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen enerjinin %100'ünü karşıladığı takdirde yaptığı salm üzerinden yıllık %3 indirim**

Yıl	CO <sub>2</sub> Salım Limiti	Gerçek CO <sub>2</sub> Salımı	CO <sub>2</sub> Kredisi	CO <sub>2</sub> Satış Geliri	Elektrik Geliri
0	44314277,7	0	44314277,7	567222,7546	13916880,6
1	42984849,37	0	42984849,37	550206,0719	13916880,6
2	41695303,89	0	41695303,89	533699,8898	13916880,6
3	40444444,77	0	40444444,77	517688,8931	13916880,6
4	39231111,43	0	39231111,43	502158,2263	13916880,6
5	38054178,09	0	38054178,09	487093,4795	13916880,6
6	36912552,74	0	36912552,74	472480,6751	13916880,6
7	35805176,16	0	35805176,16	458306,2549	13916880,6
8	34731020,88	0	34731020,88	444557,0672	13916880,6
9	33689090,25	0	33689090,25	431220,3552	13916880,6
10	32678417,54	0	32678417,54	418283,7445	13916880,6
11	31698065,02	0	31698065,02	405735,2322	13916880,6
12	30747123,07	0	30747123,07	393563,1752	13916880,6
13	29824709,37	0	29824709,37	381756,28	13916880,6
14	28929968,09	0	28929968,09	370303,5916	13916880,6
15	28062069,05	0	28062069,05	359194,4838	13916880,6
16	27220206,98	0	27220206,98	348418,6493	13916880,6
17	26403600,77	0	26403600,77	337966,0898	13916880,6
18	25611492,75	0	25611492,75	327827,1071	13916880,6
19	24843147,96	0	24843147,96	317992,2939	13916880,6
20	24097853,52	0	24097853,52	308452,5251	13916880,6
				8934126,84	292254492,6
				Yatırımın Geri Dönüşü	5,33

**Tablo 4.16: 0,35 kapasite faktörü ile çalışan rüzgar enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen enerjinin %75'ini karşıladığı takdirde yaptığı salım üzerinden yıllık %3 indirim**

Yıl	CO <sub>2</sub> Salım Limiti	Gerçek CO <sub>2</sub> Salımı	CO <sub>2</sub> Kredisi	CO <sub>2</sub> Satış Geliri	Elektrik Geliri
0	44314277,7	11078569,43	33235708,28	425417,0659	10437660,45
1	42984849,37	11078569,43	31906279,94	408400,3833	10437660,45
2	41695303,89	11078569,43	30616734,46	391894,2011	10437660,45
3	40444444,77	11078569,43	29365875,35	375883,2044	10437660,45
4	39231111,43	11078569,43	28152542	360352,5376	10437660,45
5	38054178,09	11078569,43	26975608,66	345287,7909	10437660,45
6	36912552,74	11078569,43	25833983,32	330674,9865	10437660,45
7	35805176,16	11078569,43	24726606,74	316500,5662	10437660,45
8	34731020,88	11078569,43	23652451,45	302751,3786	10437660,45
9	33689090,25	11078569,43	22610520,82	289414,6666	10437660,45
10	32678417,54	11078569,43	21599848,12	276478,0559	10437660,45
11	31698065,02	11078569,43	20619495,59	263929,5436	10437660,45
12	30747123,07	11078569,43	19668553,64	251757,4866	10437660,45
13	29824709,37	11078569,43	18746139,95	239950,5913	10437660,45
14	28929968,09	11078569,43	17851398,67	228497,9029	10437660,45
15	28062069,05	11078569,43	16983499,62	217388,7952	10437660,45
16	27220206,98	11078569,43	16141637,55	206612,9607	10437660,45
17	26403600,77	11078569,43	15325031,34	196160,4012	10437660,45
18	25611492,75	11078569,43	14532923,32	186021,4185	10437660,45
19	24843147,96	11078569,43	13764578,54	176186,6053	10437660,45
20	24097853,52	11078569,43	13019284,1	166646,8365	10437660,45
				5956207,379	219190869,5
				Yatırımın Geri Dönüşü	5,34

**Tablo 4.17: 0,35 kapasite faktörü ile çalışan rüzgar enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen enerjinin %50'ini karşıladığı takdirde yaptığı salım üzerinden yıllık %3 indirim**

Yıl	CO <sub>2</sub> Salım Limiti	Gerçek CO <sub>2</sub> Salımı	CO <sub>2</sub> Kredisi	CO <sub>2</sub> Satış Geliri	Elektrik Geliri
0	44314277,7	22157138,85	22157138,85	283611,3773	6958440,3
1	42984849,37	22157138,85	20827710,52	266594,6946	6958440,3
2	41695303,89	22157138,85	19538165,04	250088,5125	6958440,3
3	40444444,77	22157138,85	18287305,92	234077,5158	6958440,3
4	39231111,43	22157138,85	17073972,58	218546,849	6958440,3
5	38054178,09	22157138,85	15897039,24	203482,1022	6958440,3
6	36912552,74	22157138,85	14755413,89	188869,2978	6958440,3
7	35805176,16	22157138,85	13648037,31	174694,8776	6958440,3
8	34731020,88	22157138,85	12573882,03	160945,6899	6958440,3
9	33689090,25	22157138,85	11531951,4	147608,9779	6958440,3
10	32678417,54	22157138,85	10521278,69	134672,3673	6958440,3
11	31698065,02	22157138,85	9540926,166	122123,8549	6958440,3
12	30747123,07	22157138,85	8589984,215	109951,798	6958440,3
13	29824709,37	22157138,85	7667570,523	98144,9027	6958440,3
14	28929968,09	22157138,85	6772829,242	86692,2143	6958440,3
15	28062069,05	22157138,85	5904930,199	75583,10655	6958440,3
16	27220206,98	22157138,85	5063068,128	64807,27204	6958440,3
17	26403600,77	22157138,85	4246461,918	54354,71256	6958440,3
18	25611492,75	22157138,85	3454353,895	44215,72986	6958440,3
19	24843147,96	22157138,85	2686009,113	34380,91665	6958440,3
20	24097853,52	22157138,85	1940714,674	24841,14783	6958440,3
				2978287,917	146127246,3
				Yatırımın Geri Dönüşü	5,38

**Tablo 4.18: 0,35 kapasite faktörü ile çalışan rüzgar enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen enerjinin %25'ini karşıladığı takdirde yaptığı salım üzerinden yıllık %3 indirim**

Yıl	CO <sub>2</sub> Salım Limiti	Gerçek CO <sub>2</sub> Salımı	CO <sub>2</sub> Kredisi	CO <sub>2</sub> Satış Geliri	Elektrik Geliri
0	44314277,7	33235708,28	11078569,43	141805,6886	3479220,15
1	42984849,37	33235708,28	9749141,094	124789,006	3479220,15
2	41695303,89	33235708,28	8459595,613	108282,8238	3479220,15
3	40444444,77	33235708,28	7208736,496	92271,82715	3479220,15
4	39231111,43	33235708,28	5995403,153	76741,16036	3479220,15
5	38054178,09	33235708,28	4818469,81	61676,41357	3479220,15
6	36912552,74	33235708,28	3676844,468	47063,60919	3479220,15
7	35805176,16	33235708,28	2569467,885	32889,18893	3479220,15
8	34731020,88	33235708,28	1495312,601	19140,00129	3479220,15
9	33689090,25	33235708,28	453381,9744	5803,289272	3479220,15
10	32678417,54	33235708,28	-557290,7331	-7133,321384	3479220,15
11	31698065,02	33235708,28	-1537643,259	-19681,83372	3479220,15
12	30747123,07	33235708,28	-2488585,21	-31853,89069	3479220,15
13	29824709,37	33235708,28	-3410998,902	-43660,78594	3479220,15
14	28929968,09	33235708,28	-4305740,183	-55113,47434	3479220,15
15	28062069,05	33235708,28	-5173639,226	-66222,58209	3479220,15
16	27220206,98	33235708,28	-6015501,297	-76998,4166	3479220,15
17	26403600,77	33235708,28	-6832107,507	-87450,97608	3479220,15
18	25611492,75	33235708,28	-7624215,53	-97589,95878	3479220,15
19	24843147,96	33235708,28	-8392560,312	-107424,772	3479220,15
20	24097853,52	33235708,28	-9137854,751	-116964,5408	3479220,15
				368,4558206	73063623,15
				Yatırımın Geri Dönüşü	6,49

Kapasite faktörünün 0,35 olduğu rüzgar tesisi ve salım sınırının her yıl bir önceki seneye göre yüzde 3 azaltılması gereken senaryolara göre geri dönüş süreleri tesis kurulu gücü yüzde yüz iken 5,33 seviyesinden başlayarak tesis kurulu gücü yüzde yirmi

beş seviyesinde iken 6,49'lara kadar yükselmiştir. Bunun yanı sıra tesis kurulu gücün enerji ihtiyacının yüzde yirmi beşini karşıladığı Tablo 4.17'de 10. yıldan itibaren artık karbon salım sınırlamasındaki artış sebebiyle yapılan emisyon ticaretinden gelir elde edilememeye başlanmış hatta karbon kredisi alımı başlamıştır ancak 20. yılın sonunda toplamda sadece 368,45 TL gelir elde edilmiştir.

**Tablo 4.19: 0,35 kapasite faktörü ile çalışan rüzgar enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen enerjinin %100'ünü karşıladığı takdirde yaptığı salım üzerinden yıllık %5 indirim**

Yıl	CO <sub>2</sub> Salım Limiti	Gerçek CO <sub>2</sub> Salımı	CO <sub>2</sub> Kredisi	CO <sub>2</sub> Satış Geliri	Elektrik Geliri
0	44314277,7	0	44314277,7	567222,7546	13916880,6
1	42098563,82	0	42098563,82	538861,6168	13916880,6
2	39993635,62	0	39993635,62	511918,536	13916880,6
3	37993953,84	0	37993953,84	486322,6092	13916880,6
4	36094256,15	0	36094256,15	462006,4787	13916880,6
5	34289543,34	0	34289543,34	438906,1548	13916880,6
6	32575066,18	0	32575066,18	416960,8471	13916880,6
7	30946312,87	0	30946312,87	396112,8047	13916880,6
8	29398997,22	0	29398997,22	376307,1645	13916880,6
9	27929047,36	0	27929047,36	357491,8062	13916880,6
10	26532594,99	0	26532594,99	339617,2159	13916880,6
11	25205965,24	0	25205965,24	322636,3551	13916880,6
12	23945666,98	0	23945666,98	306504,5374	13916880,6
13	22748383,63	0	22748383,63	291179,3105	13916880,6
14	21610964,45	0	21610964,45	276620,345	13916880,6
15	20530416,23	0	20530416,23	262789,3277	13916880,6
16	19503895,42	0	19503895,42	249649,8613	13916880,6
17	18528700,65	0	18528700,65	237167,3683	13916880,6
18	17602265,61	0	17602265,61	225308,9999	13916880,6
19	16722152,33	0	16722152,33	214043,5499	13916880,6
20	15886044,72	0	15886044,72	203341,3724	13916880,6
				7480969,016	292254492,6
				Yatırımın Geri Dönüşü	5,35

**Tablo 4.20: 0,35 kapasite faktörü ile çalışan rüzgar enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen enerjinin %75'ini karşıladığı takdirde yaptığı salım üzerinden yıllık %5 indirim**

Yıl	CO <sub>2</sub> Salım Limiti	Gerçek CO <sub>2</sub> Salımı	CO <sub>2</sub> Kredisi	CO <sub>2</sub> Satış Geliri	Elektrik Geliri
0	44314277,7	11078569,43	33235708,28	425417,0659	10437660,45
1	42098563,82	11078569,43	31019994,39	397055,9282	10437660,45
2	39993635,62	11078569,43	28915066,2	370112,8474	10437660,45
3	37993953,84	11078569,43	26915384,42	344516,9206	10437660,45
4	36094256,15	11078569,43	25015686,73	320200,7901	10437660,45
5	34289543,34	11078569,43	23210973,92	297100,4662	10437660,45
6	32575066,18	11078569,43	21496496,75	275155,1584	10437660,45
7	30946312,87	11078569,43	19867743,44	254307,1161	10437660,45
8	29398997,22	11078569,43	18320427,8	234501,4758	10437660,45
9	27929047,36	11078569,43	16850477,94	215686,1176	10437660,45
10	26532594,99	11078569,43	15454025,57	197811,5273	10437660,45
11	25205965,24	11078569,43	14127395,82	180830,6665	10437660,45
12	23945666,98	11078569,43	12867097,56	164698,8487	10437660,45
13	22748383,63	11078569,43	11669814,21	149373,6219	10437660,45
14	21610964,45	11078569,43	10532395,03	134814,6563	10437660,45
15	20530416,23	11078569,43	9451846,804	120983,6391	10437660,45
16	19503895,42	11078569,43	8425325,993	107844,1727	10437660,45
17	18528700,65	11078569,43	7450131,222	95361,67964	10437660,45
18	17602265,61	11078569,43	6523696,19	83503,31123	10437660,45
19	16722152,33	11078569,43	5643582,909	72237,86123	10437660,45
20	15886044,72	11078569,43	4807475,292	61535,68374	10437660,45
				4503049,555	219190869,5
				Yatırımın Geri Dönüşü	5,38

**Tablo 4.21: 0,35 kapasite faktörü ile çalışan rüzgar enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen enerjinin %50'sini karşıladığı takdirde yaptığı salım üzerinden yıllık %5 indirim**

Yıl	CO <sub>2</sub> Salım Limiti	Gerçek CO <sub>2</sub> Salımı	CO <sub>2</sub> Kredisi	CO <sub>2</sub> Satış Geliri	Elektrik Geliri
0	44314277,7	22157138,85	22157138,85	283611,3773	6958440,3
1	42098563,82	22157138,85	19941424,97	255250,2396	6958440,3
2	39993635,62	22157138,85	17836496,77	228307,1587	6958440,3
3	37993953,84	22157138,85	15836814,99	202711,2319	6958440,3
4	36094256,15	22157138,85	13937117,3	178395,1015	6958440,3
5	34289543,34	22157138,85	12132404,49	155294,7775	6958440,3
6	32575066,18	22157138,85	10417927,33	133349,4698	6958440,3
7	30946312,87	22157138,85	8789174,017	112501,4274	6958440,3
8	29398997,22	22157138,85	7241858,374	92695,78719	6958440,3
9	27929047,36	22157138,85	5771908,513	73880,42896	6958440,3
10	26532594,99	22157138,85	4375456,145	56005,83865	6958440,3
11	25205965,24	22157138,85	3048826,395	39024,97786	6958440,3
12	23945666,98	22157138,85	1788528,133	22893,1601	6958440,3
13	22748383,63	22157138,85	591244,7835	7567,933229	6958440,3
14	21610964,45	22157138,85	-546174,3981	-6991,032296	6958440,3
15	20530416,23	22157138,85	-1626722,621	-20822,04955	6958440,3
16	19503895,42	22157138,85	-2653243,432	-33961,51593	6958440,3
17	18528700,65	22157138,85	-3628438,203	-46444,009	6958440,3
18	17602265,61	22157138,85	-4554873,235	-58302,37741	6958440,3
19	16722152,33	22157138,85	-5434986,516	-69567,82741	6958440,3
20	15886044,72	22157138,85	-6271094,133	-80270,0049	6958440,3
				1525130,093	146127246,3
				Yatırımın Geri Dönüşü	5,43



**Tablo 4.22: 0,35 kapasite faktörü ile çalışan rüzgar enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen enerjinin %25'ini karşıladığı takdirde yaptığı salım üzerinden yıllık %5 indirim**

Yıl	CO <sub>2</sub> Salım Limiti	Gerçek CO <sub>2</sub> Salımı	CO <sub>2</sub> Kredisi	CO <sub>2</sub> Satış Geliri	Elektrik Geliri
0	44314277,7	33235708,28	11078569,43	141805,6886	3479220,15
1	42098563,82	33235708,28	8862855,54	113444,5509	3479220,15
2	39993635,62	33235708,28	6757927,349	86501,47007	3479220,15
3	37993953,84	33235708,28	4758245,568	60905,54327	3479220,15
4	36094256,15	33235708,28	2858547,876	36589,41281	3479220,15
5	34289543,34	33235708,28	1053835,068	13489,08887	3479220,15
6	32575066,18	33235708,28	-660642,0988	-8456,218865	3479220,15
7	30946312,87	33235708,28	-2289395,408	-29304,26122	3479220,15
8	29398997,22	33235708,28	-3836711,051	-49109,90145	3479220,15
9	27929047,36	33235708,28	-5306660,912	-67925,25968	3479220,15
10	26532594,99	33235708,28	-6703113,28	-85799,84999	3479220,15
11	25205965,24	33235708,28	-8029743,03	-102780,7108	3479220,15
12	23945666,98	33235708,28	-9290041,292	-118912,5285	3479220,15
13	22748383,63	33235708,28	-10487324,64	-134237,7554	3479220,15
14	21610964,45	33235708,28	-11624743,82	-148796,7209	3479220,15
15	20530416,23	33235708,28	-12705292,05	-162627,7382	3479220,15
16	19503895,42	33235708,28	-13731812,86	-175767,2046	3479220,15
17	18528700,65	33235708,28	-14707007,63	-188249,6976	3479220,15
18	17602265,61	33235708,28	-15633442,66	-200108,0661	3479220,15
19	16722152,33	33235708,28	-16513555,94	-211373,516	3479220,15
20	15886044,72	33235708,28	-17349663,56	-222075,6935	3479220,15
				-1452789,368	73063623,15
				Yatırımın Geri Dönüşü	6,53

Kapasite faktörünün 0,35 olduğu rüzgar tesisi ve salım sınırının her yıl bir önceki seneye göre yüzde 5 azaltılması gereken senaryolara göre geri dönüş süreleri tesis kurulu gücü yüzde yüz iken 5,35 seviyesinden başlayarak tesis kurulu gücü yüzde yirmi beş seviyesinde iken 6,53'lere kadar yükselmiştir. Bunun yanı sıra tesis kurulu gücü, enerji ihtiyacının yüzde ellisini karşıladığı senaryoda 14. yıldan itibaren artık karbon salım sınırlamasındaki artış sebebiyle yapılan emisyon ticaretinden gelir elde

edilemediği gibi başka bir kuruluştan karbon kredisi alınması gerektiği sonucu çıkmıştır. Tablo 4.21’de 20. yılın sonunda her ne kadar kredi alımı yapılsa da karbon ticaretinden de gelir elde edilmiş ancak tesis kurulu gücü, elektrik ihtiyacının yüzde yirmi beşini karşıladığı Tablo 4.22’de 6. yıldan itibaren karbon ticaretinden hiç gelir elde edilememiş, 20. yılın sonunda ise büyük oranda başka bir kuruluştan karbon kredi alımı yapılması gerektiği sonucu ortaya çıkmıştır.

Bu sonuçlara göre kapasite faktörü 0,35 olan ve toplam tüketilen enerjinin asgari yüzde ellisini karşılama gücüne sahip bir rüzgar enerjisi tesisi kurulumu en uygulanabilir yatırımdır denilebilir.

#### **4.1.4 Karbon Salım Miktarının Her Yıl Yüzde 3 ve Yüzde 5 Azaltım Zorunluluğu Olduğu Kabul Edilerek Oluşturulan Güneş Enerjisi Santrali Senaryoları**

Bu çalışmada 4.1.2 başlığı altında oluşturulan senaryolarda hesaplanan CO<sub>2</sub> salım miktarları üzerinden yola çıkılarak her yıl bir önceki yıla göre yüzde üç ve yüzde beş oranlarda azaltma zorunluluğunun getirilmesi senaryoları oluşturulmuş ve tüketilen enerjinin her bir azaltım taahhüdü için yüzde yüzünün, yüzde yetmiş beşinin, yüzde ellisinin ve yüzde yirmi beşinin temiz kaynaktan karşılanması durumunun 20 yıl süreyle gelir maliyet analizi yapılmıştır.

Bu senaryolarda tükettiği enerjinin yüzde yüzünü, yüzde yetmiş beşini, yüzde ellisini ve yüzde yirmi beşini 0,2 kapasite faktörü ile çalışan güneş enerjisi tesisinden karşılayan bir ilaç şirketinin atmosfere salacağı CO<sub>2</sub>’e her yıl yüzde üç ve yüzde beş indirim zorunluluğu gelmesi durumu ele alınmıştır.

Diğer izlenen tüm yollar rüzgar enerjisi senaryolarında olduğu gibidir.

**Tablo 4.23: 0,2 kapasite faktörü ile çalışan güneş enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen enerjinin %100'ünü karşıladığı takdirde yaptığı salım üzerinden yıllık %3 indirim**

Yıl	CO <sub>2</sub> Salım Limiti	Gerçek CO <sub>2</sub> Salımı	CO <sub>2</sub> Kredisi	CO <sub>2</sub> Satış Geliri	Elektrik Geliri
0	47466725,76	0	47466725,76	607574,0897	13917712,8
1	46042723,99	0	46042723,99	589346,867	13917712,8
2	44661442,27	0	44661442,27	571666,461	13917712,8
3	43321599	0	43321599	554516,4672	13917712,8
4	42021951,03	0	42021951,03	537880,9732	13917712,8
5	40761292,5	0	40761292,5	521744,544	13917712,8
6	39538453,72	0	39538453,72	506092,2077	13917712,8
7	38352300,11	0	38352300,11	490909,4414	13917712,8
8	37201731,11	0	37201731,11	476182,1582	13917712,8
9	36085679,18	0	36085679,18	461896,6934	13917712,8
10	35003108,8	0	35003108,8	448039,7926	13917712,8
11	33953015,54	0	33953015,54	434598,5989	13917712,8
12	32934425,07	0	32934425,07	421560,6409	13917712,8
13	31946392,32	0	31946392,32	408913,8217	13917712,8
14	30988000,55	0	30988000,55	396646,407	13917712,8
15	30058360,53	0	30058360,53	384747,0148	13917712,8
16	29156609,72	0	29156609,72	373204,6044	13917712,8
17	28281911,42	0	28281911,42	362008,4662	13917712,8
18	27433454,08	0	27433454,08	351148,2122	13917712,8
19	26610450,46	0	26610450,46	340613,7659	13917712,8
20	25812136,95	0	25812136,95	330395,3529	13917712,8
				9569686,58	292271968,8
				Yatırımın Geri Dönüşü	9,30

**Tablo 4.24: 0,2 kapasite faktörü ile çalışan güneş enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen enerjinin %75'ini karşıladığı takdirde yaptığı salım üzerinden yıllık %3 indirim**

Yıl	CO <sub>2</sub> Salım Limiti	Gerçek CO <sub>2</sub> Salımı	CO <sub>2</sub> Kredisi	CO <sub>2</sub> Satış Geliri	Elektrik Geliri
0	47466725,76	11866681,44	35600044,32	455680,5673	10438284,6
1	46042723,99	11866681,44	34176042,55	437453,3446	10438284,6
2	44661442,27	11866681,44	32794760,83	419772,9386	10438284,6
3	43321599	11866681,44	31454917,56	402622,9448	10438284,6
4	42021951,03	11866681,44	30155269,59	385987,4507	10438284,6
5	40761292,5	11866681,44	28894611,06	369851,0216	10438284,6
6	39538453,72	11866681,44	27671772,28	354198,6852	10438284,6
7	38352300,11	11866681,44	26485618,67	339015,919	10438284,6
8	37201731,11	11866681,44	25335049,67	324288,6358	10438284,6
9	36085679,18	11866681,44	24218997,74	310003,171	10438284,6
10	35003108,8	11866681,44	23136427,36	296146,2702	10438284,6
11	33953015,54	11866681,44	22086334,1	282705,0764	10438284,6
12	32934425,07	11866681,44	21067743,63	269667,1185	10438284,6
13	31946392,32	11866681,44	20079710,88	257020,2992	10438284,6
14	30988000,55	11866681,44	19121319,11	244752,8846	10438284,6
15	30058360,53	11866681,44	18191679,09	232853,4924	10438284,6
16	29156609,72	11866681,44	17289928,28	221311,0819	10438284,6
17	28281911,42	11866681,44	16415229,98	210114,9438	10438284,6
18	27433454,08	11866681,44	15566772,64	199254,6898	10438284,6
19	26610450,46	11866681,44	14743769,02	188720,2434	10438284,6
20	25812136,95	11866681,44	13945455,51	178501,8305	10438284,6
				6379922,609	219203976,6
				Yatırımın Geri Dönüşü	9,33

**Tablo 4.25: 0,2 kapasite faktörü ile çalışan güneş enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen enerjinin %50'sini karşıladığı takdirde yaptığı salım üzerinden yıllık %3 indirim**

Yıl	CO <sub>2</sub> Salım Limiti	Gerçek CO <sub>2</sub> Salımı	CO <sub>2</sub> Kredisi	CO <sub>2</sub> Satış Geliri	Elektrik Geliri
0	47466725,76	23733362,88	23733362,88	303787,0449	6958856,4
1	46042723,99	23733362,88	22309361,11	285559,8222	6958856,4
2	44661442,27	23733362,88	20928079,39	267879,4162	6958856,4
3	43321599	23733362,88	19588236,12	250729,4223	6958856,4
4	42021951,03	23733362,88	18288588,15	234093,9283	6958856,4
5	40761292,5	23733362,88	17027929,62	217957,4991	6958856,4
6	39538453,72	23733362,88	15805090,84	202305,1628	6958856,4
7	38352300,11	23733362,88	14618937,23	187122,3966	6958856,4
8	37201731,11	23733362,88	13468368,23	172395,1133	6958856,4
9	36085679,18	23733362,88	12352316,3	158109,6486	6958856,4
10	35003108,8	23733362,88	11269745,92	144252,7478	6958856,4
11	33953015,54	23733362,88	10219652,66	130811,554	6958856,4
12	32934425,07	23733362,88	9201062,19	117773,596	6958856,4
13	31946392,32	23733362,88	8213029,438	105126,7768	6958856,4
14	30988000,55	23733362,88	7254637,668	92859,36216	6958856,4
15	30058360,53	23733362,88	6324997,652	80959,96994	6958856,4
16	29156609,72	23733362,88	5423246,836	69417,5595	6958856,4
17	28281911,42	23733362,88	4548548,545	58221,42137	6958856,4
18	27433454,08	23733362,88	3700091,202	47361,16738	6958856,4
19	26610450,46	23733362,88	2877087,579	36826,72102	6958856,4
20	25812136,95	23733362,88	2078774,066	26608,30804	6958856,4
				3190158,638	146135984,4
				Yatırımın Geri Dönüşü	9,40

**Tablo 4.26: 0,2 kapasite faktörü ile çalışan güneş enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen enerjinin %25'ini karşıladığı takdirde yaptığı salım üzerinden yıllık %3 indirim**

Yıl	CO <sub>2</sub> Salım Limiti	Gerçek CO <sub>2</sub> Salımı	CO <sub>2</sub> Kredisi	CO <sub>2</sub> Satış Geliri	Elektrik Geliri
0	47466725,76	35600044,32	11866681,44	151893,5224	3479428,2
1	46042723,99	35600044,32	10442679,67	133666,2997	3479428,2
2	44661442,27	35600044,32	9061397,948	115985,8937	3479428,2
3	43321599	35600044,32	7721554,68	98835,8999	3479428,2
4	42021951,03	35600044,32	6421906,71	82200,40588	3479428,2
5	40761292,5	35600044,32	5161248,179	66063,97669	3479428,2
6	39538453,72	35600044,32	3938409,404	50411,64037	3479428,2
7	38352300,11	35600044,32	2752255,792	35228,87414	3479428,2
8	37201731,11	35600044,32	1601686,789	20501,59089	3479428,2
9	36085679,18	35600044,32	485634,8554	6216,126149	3479428,2
10	35003108,8	35600044,32	-596935,5199	-7640,774654	3479428,2
11	33953015,54	35600044,32	-1647028,784	-21081,96843	3479428,2
12	32934425,07	35600044,32	-2665619,25	-34119,9264	3479428,2
13	31946392,32	35600044,32	-3653652,002	-46766,74563	3479428,2
14	30988000,55	35600044,32	-4612043,772	-59034,16028	3479428,2
15	30058360,53	35600044,32	-5541683,788	-70933,55249	3479428,2
16	29156609,72	35600044,32	-6443434,604	-82475,96293	3479428,2
17	28281911,42	35600044,32	-7318132,895	-93672,10106	3479428,2
18	27433454,08	35600044,32	-8166590,238	-104532,355	3479428,2
19	26610450,46	35600044,32	-8989593,861	-115066,8014	3479428,2
20	25812136,95	35600044,32	-9787907,374	-125285,2144	3479428,2
				394,6671885	73067992,2
				Yatırımın Geri Dönüşü	9,61

Kapasite faktörünün 0,2 olduğu güneş enerjisi tesisi ve salım sınırının her yıl bir önceki seneye göre yüzde 3 azaltılması gereken senaryolara göre geri dönüş süreleri tesis kurulu gücü yüzde yüz iken 9,30 seviyesinden başlayarak tesis kurulu gücü yüzde yirmi

beş seviyesinde iken 9,61'lere kadar yükselmiştir. Bunun yanı sıra tesis kurulu gücün elektrik ihtiyacının yüzde yirmi beşini karşıladığı Tablo 4.26'da 10. yıldan itibaren artık karbon salım sınırlamasındaki artış sebebiyle yapılan emisyon ticaretinden gelir elde edilememeye başlanmış hatta karbon kredisi alımı başlamıştır ancak 20. yılın sonunda toplamda sadece 394,66 TL gelir elde edilmiştir.

**Tablo 4.27: 0,2 kapasite faktörü ile çalışan güneş enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen enerjinin %100'ünü karşıladığı takdirde yaptığı salım üzerinden yıllık %5 indirim**

Yıl	CO <sub>2</sub> Salım Limiti	Gerçek CO <sub>2</sub> Salımı	CO <sub>2</sub> Kredisi	CO <sub>2</sub> Satış Geliri	Elektrik Geliri
0	47466725,76	0	47466725,76	607574,0897	13917712,8
1	45093389,47	0	45093389,47	577195,3852	13917712,8
2	42838720	0	42838720	548335,616	13917712,8
3	40696784	0	40696784	520918,8352	13917712,8
4	38661944,8	0	38661944,8	494872,8934	13917712,8
5	36728847,56	0	36728847,56	470129,2488	13917712,8
6	34892405,18	0	34892405,18	446622,7863	13917712,8
7	33147784,92	0	33147784,92	424291,647	13917712,8
8	31490395,68	0	31490395,68	403077,0646	13917712,8
9	29915875,89	0	29915875,89	382923,2114	13917712,8
10	28420082,1	0	28420082,1	363777,0508	13917712,8
11	26999077,99	0	26999077,99	345588,1983	13917712,8
12	25649124,09	0	25649124,09	328308,7884	13917712,8
13	24366667,89	0	24366667,89	311893,349	13917712,8
14	23148334,49	0	23148334,49	296298,6815	13917712,8
15	21990917,77	0	21990917,77	281483,7474	13917712,8
16	20891371,88	0	20891371,88	267409,5601	13917712,8
17	19846803,29	0	19846803,29	254039,0821	13917712,8
18	18854463,12	0	18854463,12	241337,128	13917712,8
19	17911739,97	0	17911739,97	229270,2716	13917712,8
20	17016152,97	0	17016152,97	217806,758	13917712,8
				8013153,393	292271968,8
				Yatırımın Geri Dönüşü	9,35

**Tablo 4.28: 0,2 kapasite faktörü ile çalışan güneş enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen enerjinin %75'ini karşıladığı takdirde yaptığı salım üzerinden yıllık %5 indirim**

Yıl	CO <sub>2</sub> Salım Limiti	Gerçek CO <sub>2</sub> Salımı	CO <sub>2</sub> Kredisi	CO <sub>2</sub> Satış Geliri	Elektrik Geliri
0	47466725,76	11866681,44	35600044,32	455680,5673	10438284,6
1	45093389,47	11866681,44	33226708,03	425301,8628	10438284,6
2	42838720	11866681,44	30972038,56	396442,0935	10438284,6
3	40696784	11866681,44	28830102,56	369025,3127	10438284,6
4	38661944,8	11866681,44	26795263,36	342979,371	10438284,6
5	36728847,56	11866681,44	24862166,12	318235,7263	10438284,6
6	34892405,18	11866681,44	23025723,74	294729,2639	10438284,6
7	33147784,92	11866681,44	21281103,48	272398,1246	10438284,6
8	31490395,68	11866681,44	19623714,24	251183,5422	10438284,6
9	29915875,89	11866681,44	18049194,45	231029,689	10438284,6
10	28420082,1	11866681,44	16553400,66	211883,5284	10438284,6
11	26999077,99	11866681,44	15132396,55	193694,6759	10438284,6
12	25649124,09	11866681,44	13782442,65	176415,266	10438284,6
13	24366667,89	11866681,44	12499986,45	159999,8265	10438284,6
14	23148334,49	11866681,44	11281653,05	144405,1591	10438284,6
15	21990917,77	11866681,44	10124236,33	129590,225	10438284,6
16	20891371,88	11866681,44	9024690,441	115516,0376	10438284,6
17	19846803,29	11866681,44	7980121,847	102145,5596	10438284,6
18	18854463,12	11866681,44	6987781,682	89443,60553	10438284,6
19	17911739,97	11866681,44	6045058,526	77376,74913	10438284,6
20	17016152,97	11866681,44	5149471,528	65913,23556	10438284,6
				4823389,422	219203976,6
				Yatırımın Geri Dönüşü	9,40



**Tablo 4.29: 0,2 kapasite faktörü ile çalışan güneş enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen enerjinin %50'sini karşıladığı takdirde yaptığı salım üzerinden yıllık %5 indirim**

Yıl	CO <sub>2</sub> Salım Limiti	Gerçek CO <sub>2</sub> Salımı	CO <sub>2</sub> Kredisi	CO <sub>2</sub> Satış Geliri	Elektrik Geliri
0	47466725,76	23733362,88	23733362,88	303787,0449	6958856,4
1	45093389,47	23733362,88	21360026,59	273408,3404	6958856,4
2	42838720	23733362,88	19105357,12	244548,5711	6958856,4
3	40696784	23733362,88	16963421,12	217131,7903	6958856,4
4	38661944,8	23733362,88	14928581,92	191085,8486	6958856,4
5	36728847,56	23733362,88	12995484,68	166342,2039	6958856,4
6	34892405,18	23733362,88	11159042,3	142835,7414	6958856,4
7	33147784,92	23733362,88	9414422,042	120504,6021	6958856,4
8	31490395,68	23733362,88	7757032,796	99290,01978	6958856,4
9	29915875,89	23733362,88	6182513,012	79136,16655	6958856,4
10	28420082,1	23733362,88	4686719,217	59990,00598	6958856,4
11	26999077,99	23733362,88	3265715,112	41801,15344	6958856,4
12	25649124,09	23733362,88	1915761,213	24521,74352	6958856,4
13	24366667,89	23733362,88	633305,0081	8106,304104	6958856,4
14	23148334,49	23733362,88	-585028,3863	-7488,363345	6958856,4
15	21990917,77	23733362,88	-1742445,111	-22303,29742	6958856,4
16	20891371,88	23733362,88	-2841990,999	-36377,48479	6958856,4
17	19846803,29	23733362,88	-3886559,593	-49747,9628	6958856,4
18	18854463,12	23733362,88	-4878899,758	-62449,9169	6958856,4
19	17911739,97	23733362,88	-5821622,914	-74516,7733	6958856,4
20	17016152,97	23733362,88	-6717209,912	-85980,28688	6958856,4
				1633625,451	146135984,4
				Yatırımın Geri Dönüşü	9,50

**Tablo 4.30: 0,2 kapasite faktörü ile çalışan güneş enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen enerjinin %25'ini karşıladığı takdirde yaptığı salım üzerinden yıllık %5 indirim**

Yıl	CO <sub>2</sub> Salım Limiti	Gerçek CO <sub>2</sub> Salımı	CO <sub>2</sub> Kredisi	CO <sub>2</sub> Satış Geliri	Elektrik Geliri
0	47466725,76	35600044,32	11866681,44	151893,5224	3479428,2
1	45093389,47	35600044,32	9493345,152	121514,8179	3479428,2
2	42838720	35600044,32	7238675,678	92655,04868	3479428,2
3	40696784	35600044,32	5096739,678	65238,26788	3479428,2
4	38661944,8	35600044,32	3061900,479	39192,32613	3479428,2
5	36728847,56	35600044,32	1128803,239	14448,68145	3479428,2
6	34892405,18	35600044,32	-707639,1393	-9057,780983	3479428,2
7	33147784,92	35600044,32	-2452259,398	-31388,9203	3479428,2
8	31490395,68	35600044,32	-4109648,644	-52603,50265	3479428,2
9	29915875,89	35600044,32	-5684168,428	-72757,35588	3479428,2
10	28420082,1	35600044,32	-7179962,223	-91903,51645	3479428,2
11	26999077,99	35600044,32	-8600966,328	-110092,369	3479428,2
12	25649124,09	35600044,32	-9950920,227	-127371,7789	3479428,2
13	24366667,89	35600044,32	-11233376,43	-143787,2183	3479428,2
14	23148334,49	35600044,32	-12451709,83	-159381,8858	3479428,2
15	21990917,77	35600044,32	-13609126,55	-174196,8199	3479428,2
16	20891371,88	35600044,32	-14708672,44	-188271,0072	3479428,2
17	19846803,29	35600044,32	-15753241,03	-201641,4852	3479428,2
18	18854463,12	35600044,32	-16745581,2	-214343,4393	3479428,2
19	17911739,97	35600044,32	-17688304,35	-226410,2957	3479428,2
20	17016152,97	35600044,32	-18583891,35	-237873,8093	3479428,2
				-1556138,52	73067992,2
				Yatırımın Geri Dönüşü	9,81

Kapasite faktörünün 0,2 olduğu güneş enerjisi tesisi ve salım sınırının her yıl bir önceki seneye göre yüzde 5 azaltılması gereken senaryolara göre geri dönüş süreleri tesis kurulu gücü yüzde yüz iken 9,35 seviyesinden başlayarak tesis kurulu gücü yüzde yirmi

beş seviyesinde iken 9,81'lere kadar yükselmiştir. Bunun yanı sıra tesis kurulu gücü, enerji ihtiyacının yüzde ellisini karşıladığı Tablo 4.29'da 14. yıldan itibaren artık karbon salım sınırlamasındaki artış sebebiyle yapılan emisyon ticaretinden gelir elde edilemediği gibi başka bir kuruluştan karbon kredisi alınması gerektiği sonucu çıkmıştır. Tablo 4.29'da 20. yılın sonunda her ne kadar kredi alımı yapılsa da karbon ticaretinden de gelir elde edilmiş ancak tesis kurulu gücü, elektrik ihtiyacının yüzde yirmi beşini karşıladığı Tablo 4.30'da 6. yıldan itibaren karbon ticaretinden hiç gelir elde edilememiş ve 20. yılın sonunda büyük oranda başka bir kuruluştan karbon kredi alımı yapılması gerektiği sonucu ortaya çıkmıştır.

Bu sonuçlara göre kapasite faktörü 0,2 olan ve toplam tüketilen enerjinin asgari yüzde ellisini karşılama gücüne sahip bir güneş enerjisi tesisi kurulumu en uygulanabilir yatırımdır denilebilir.

Bunun yanı sıra bu bir mali analiz olduğu için faiz hesabının da işin içine katılması gerekir. Bu örneklemede faiz oranı yüzde 10 kabul edilerek n yılındaki gelirin (veya giderin) günümüzdeki eşdeğeri aşağıdaki formülasyon ile hesaplanmıştır.

$$\text{Günümüzdeki değer} = (\text{Gelecekteki değer}) / (1.1)^n \quad (4.1)$$

Bu formülasyona göre her yıla ait elektrik ve CO<sub>2</sub> geliri günümüz değerine getirilir. Faiz hesaplaması yapıldığında geri dönüş sürelerinin hesaplanması gerekmesi de yapılan işlemlerin sağlanması olarak düşünülebilir.

Net Bugünkü Değer(NBD) ise her yıla ait CO<sub>2</sub> ve elektrik değerleri günümüze getirildikten sonra toplamları alınarak ilk yatırım maliyetini bu toplam değerden çıkarmakla elde edilir.

Eğer bulunan sayı pozitifse, yani NBD değeri sıfırdan büyükse (NBD>0), sistem uygulanabilirdir ancak negatif ise değildir.

Aşağıdaki tablolarda bu işlemlere ait sonuçlar verilmiştir. Yapılan sağlama sonucunda tüm senaryolarda sonuçlar pozitif değerdedir. Bu sebeple tüm senaryolar uygulanabilir denilebilir. Örnek temsil edecek şekilde tablolara yer verilmiştir.

**Tablo 4.31: 0,3 kapasite faktörü ile çalışan rüzgar enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen enerjinin %100'ünü karşıladığı takdirde yaptığı salım üzerinden yıllık %3 indirim üzerinden faiz hesaplaması**

Yıl	CO2 salım limiti	Gerçek CO2 salımı	CO2 kredim	Bugünkü CO2 satış geliri	Bugünkü Elektrik Geliri
0	44317987,56	0	44317987,56	43780684,67	13918045,68
1	42988447,93	0	42988447,93	500229,2123	12652768,8
2	41698794,5	0	41698794,5	441111,2145	11502517,09
3	40447830,66	0	40447830,66	388979,8891	10456833,72
4	39234395,74	0	39234395,74	343009,5386	9506212,472
5	38057363,87	0	38057363,87	302472,0477	8642011,338
6	36915642,95	0	36915642,95	266725,3511	7856373,944
7	35808173,66	0	35808173,66	235203,2642	7142158,131
8	34733928,45	0	34733928,45	207406,5148	6492871,028
9	33691910,6	0	33691910,6	182894,8358	5902610,025
10	32681153,28	0	32681153,28	161279,9915	5366009,114
11	31700718,68	0	31700718,68	142219,6289	4878190,104
12	30749697,12	0	30749697,12	125411,8546	4434718,276
13	29827206,21	0	29827206,21	110590,4536	4031562,069
14	28932390,02	0	28932390,02	97520,6727	3665056,426
15	28064418,32	0	28064418,32	85995,50229	3331869,479
16	27222485,77	0	27222485,77	75832,39748	3028972,253
17	26405811,2	0	26405811,2	66870,38687	2753611,139
18	25613636,86	0	25613636,86	58967,52296	2503282,854
19	24845227,76	0	24845227,76	51998,63389	2275711,685
20	24099870,93	0	24099870,93	45853,34079	2068828,805
				47671256,93	132410214,4
				NBD	90884671,36

**Tablo 4.32: 0,3 kapasite faktörü ile çalışan rüzgar enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen enerjinin %50'ünü karşıladığı takdirde yaptığı salım üzerinden yıllık %3 indirim üzerinden faiz hesaplaması**

Yıl	CO2 salım limiti	Gerçek CO2 salımı	CO2 kredim	Bugünkü CO2 satış geliri	Bugünkü Elektrik Geliri
0	44317987,56	22158993,78	22158993,78	283635,1204	6959022,84
1	42988447,93	22158993,78	20829454,15	242379,1029	6326384,4
2	41698794,5	22158993,78	19539800,72	206702,0241	5751258,545
3	40447830,66	22158993,78	18288836,88	175880,6251	5228416,86
4	39234395,74	22158993,78	17075401,96	149282,935	4753106,236
5	38057363,87	22158993,78	15898370,09	126356,9535	4321005,669
6	36915642,95	22158993,78	14756649,17	106620,72	3928186,972
7	35808173,66	22158993,78	13649179,88	89653,59955	3571079,065
8	34733928,45	22158993,78	12574934,67	75088,63784	3246435,514
9	33691910,6	22158993,78	11532916,82	62605,85672	2951305,013
10	32681153,28	22158993,78	10522159,5	51926,37423	2683004,557
11	31700718,68	22158993,78	9541724,904	42807,24953	2439095,052
12	30749697,12	22158993,78	8590703,343	35036,96424	2217359,138
13	29827206,21	22158993,78	7668212,43	28431,46236	2015781,035
14	28932390,02	22158993,78	6773396,243	22830,68069	1832528,213
15	28064418,32	22158993,78	5905424,543	18095,50955	1665934,739
16	27222485,77	22158993,78	5063491,993	14105,13135	1514486,127
17	26405811,2	22158993,78	4246817,42	10754,69038	1376805,57
18	25613636,86	22158993,78	3454643,084	7953,253435	1251641,427
19	24845227,76	22158993,78	2686233,978	5622,025224	1137855,843
20	24099870,93	22158993,78	1940877,145	3692,787461	1034414,402
				1759461,704	66205107,22
				NBD	23356568,92

**Tablo 4.33: 0,3 kapasite faktörü ile çalışan rüzgar enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen enerjinin %75'ini karşıladığı takdirde yaptığı salım üzerinden yıllık %5 indirim üzerinden faiz hesaplaması**

Yıl	CO2 salım limiti	Gerçek CO2 salımı	CO2 kredim	Bugünkü CO2 satış geliri	Bugünkü Elektrik Geliri
0	44317987,56	11079496,89	33238490,67	425452,6806	10438534,26
1	42102088,18	11079496,89	31022591,29	360990,1532	9489576,6
2	39996983,77	11079496,89	28917486,88	305903,9935	8626887,818
3	37997134,58	11079496,89	26917637,69	258862,3309	7842625,289
4	36097277,86	11079496,89	25017780,97	218719,7571	7129659,354
5	34292413,96	11079496,89	23212917,07	184491,4583	6481508,504
6	32577793,26	11079496,89	21498296,37	155330,9164	5892280,458
7	30948903,6	11079496,89	19869406,71	130510,6862	5356618,598
8	29401458,42	11079496,89	18321961,53	109405,8275	4869653,271
9	27931385,5	11079496,89	16851888,61	91479,62655	4426957,519
10	26534816,22	11079496,89	15455319,33	76271,29159	4024506,835
11	25208075,41	11079496,89	14128578,52	63385,35144	3658642,578
12	23947671,64	11079496,89	12868174,75	52482,52216	3326038,707
13	22750288,06	11079496,89	11670791,17	43271,83981	3023671,552
14	21612773,66	11079496,89	10533276,77	35503,88459	2748792,32
15	20532134,97	11079496,89	9452638,085	28964,94596	2498902,109
16	19505528,23	11079496,89	8426031,336	23471,99895	2271729,19
17	18530251,81	11079496,89	7450754,925	18868,37941	2065208,354
18	17603739,22	11079496,89	6524242,334	15020,06184	1877462,14
19	16723552,26	11079496,89	5644055,373	11812,45637	1706783,764
20	15887374,65	11079496,89	4807877,76	9147,653034	1551621,604
				2619347,815	99307660,82
				NBD	35047008,64

**Tablo 4.34: 0,3 kapasite faktörü ile çalışan rüzgar enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen enerjinin %25'ini karşıladığı takdirde yaptığı salım üzerinden yıllık %5 indirim üzerinden faiz hesaplaması**

Yıl	CO2 salım limiti	Gerçek CO2 salımı	CO2 kredim	Bugünkü CO2 satış geliri	Bugünkü Elektrik Geliri
0	44317987,56	33238490,67	11079496,89	141817,5602	3479511,42
1	42102088,18	33238490,67	8863597,512	103140,0438	3163192,2
2	39996983,77	33238490,67	6758493,103	71494,80307	2875629,273
3	37997134,58	33238490,67	4758643,914	45763,06694	2614208,43
4	36097277,86	33238490,67	2858787,185	24993,15345	2376553,118
5	34292413,96	33238490,67	1053923,292	8376,364097	2160502,835
6	32577793,26	33238490,67	-660697,4058	-4773,714704	1964093,486
7	30948903,6	33238490,67	-2289587,069	-15038,97846	1785539,533
8	29401458,42	33238490,67	-3837032,249	-22912,04944	1623217,757
9	27931385,5	33238490,67	-5307105,17	-28809,35249	1475652,506
10	26534816,22	33238490,67	-6703674,445	-33082,32572	1341502,278
11	25208075,41	33238490,67	-8030415,256	-36027,02794	1219547,526
12	23947671,64	33238490,67	-9290819,027	-37892,36818	1108679,569
13	22750288,06	33238490,67	-10488202,61	-38887,1514	1007890,517
14	21612773,66	33238490,67	-11625717,01	-39186,10743	916264,1066
15	20532134,97	33238490,67	-12706355,7	-38935,04678	832967,3696
16	19505528,23	33238490,67	-13732962,44	-38255,26718	757243,0633
17	18530251,81	33238490,67	-14708238,86	-37247,31707	688402,7848
18	17603739,22	33238490,67	-15634751,45	-35994,20769	625820,7135
19	16723552,26	33238490,67	-16514938,41	-34564,15229	568927,9213
20	15887374,65	33238490,67	-17351116,02	-33012,90029	517207,2012
				-79032,97553	33102553,61
				NBD	10751520,63

**Tablo 4.35: 0,35 kapasite faktörü ile çalışan rüzgar enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen enerjinin %75'ini karşıladığı takdirde yaptığı salım üzerinden yıllık %3 indirim üzerinden faiz hesaplaması**

Yıl	CO2 salım limiti	Gerçek CO2 salımı	CO2 kredim	Bugünkü CO2 satış geliri	Bugünkü Elektrik Geliri
0	44314277,7	11078569,43	33235708,28	425417,0659	10437660,45
1	42984849,37	11078569,43	31906279,94	371273,0757	9488782,227
2	41695303,89	11078569,43	30616734,46	323879,5051	8626165,661
3	40444444,77	11078569,43	29365875,35	282406,6149	7841968,783
4	39231111,43	11078569,43	28152542	246125,6319	7129062,53
5	38054178,09	11078569,43	26975608,66	214396,5519	6480965,936
6	36912552,74	11078569,43	25833983,32	186657,4092	5891787,215
7	35805176,16	11078569,43	24726606,74	162414,835	5356170,195
8	34731020,88	11078569,43	23652451,45	141235,7525	4869245,632
9	33689090,25	11078569,43	22610520,82	122740,0708	4426586,938
10	32678417,54	11078569,43	21599848,12	106594,2591	4024169,944
11	31698065,02	11078569,43	20619495,59	92505,69491	3658336,313
12	30747123,07	11078569,43	19668553,64	80217,69382	3325760,284
13	29824709,37	11078569,43	18746139,95	69505,13921	3023418,44
14	28929968,09	11078569,43	17851398,67	60170,63939	2748562,218
15	28062069,05	11078569,43	16983499,62	52041,14919	2498692,926
16	27220206,98	11078569,43	16141637,55	44965,00007	2271539,023
17	26403600,77	11078569,43	15325031,34	38809,28963	2065035,476
18	25611492,75	11078569,43	14532923,32	33457,58723	1877304,978
19	24843147,96	11078569,43	13764578,54	28807,91784	1706640,889
20	24097853,52	11078569,43	13019284,1	24770,99037	1551491,717
				3108391,874	99299347,78
				NBD	45095739,65



**Tablo 4.36: 0,35 kapasite faktörü ile çalışan rüzgar enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen enerjinin %50'sini karşıladığı takdirde yaptığı salım üzerinden yıllık %3 indirim üzerinden faiz hesaplaması**

Yıl	CO2 salım limiti	Gerçek CO2 salımı	CO2 kredim	Bugünkü CO2 satış geliri	Bugünkü Elektrik Geliri
0	44314277,7	22157138,85	22157138,85	283611,3773	6958440,3
1	42984849,37	22157138,85	20827710,52	242358,8133	6325854,818
2	41695303,89	22157138,85	19538165,04	206684,7211	5750777,107
3	40444444,77	22157138,85	18287305,92	175865,9022	5227979,189
4	39231111,43	22157138,85	17073972,58	149270,4385	4752708,353
5	38054178,09	22157138,85	15897039,24	126346,3761	4320643,958
6	36912552,74	22157138,85	14755413,89	106611,7948	3927858,143
7	35805176,16	22157138,85	13648037,31	89646,09464	3570780,13
8	34731020,88	22157138,85	12573882,03	75082,35216	3246163,755
9	33689090,25	22157138,85	11531951,4	62600,61598	2951057,959
10	32678417,54	22157138,85	10521278,69	51922,02747	2682779,963
11	31698065,02	22157138,85	9540926,166	42803,66613	2438890,875
12	30747123,07	22157138,85	8589984,215	35034,03129	2217173,523
13	29824709,37	22157138,85	7667570,523	28429,08236	2015612,293
14	28929968,09	22157138,85	6772829,242	22828,76953	1832374,812
15	28062069,05	22157138,85	5904930,199	18093,99477	1665795,284
16	27220206,98	22157138,85	5063068,128	14103,95061	1514359,349
17	26403600,77	22157138,85	4246461,918	10753,79011	1376690,317
18	25611492,75	22157138,85	3454353,895	7952,587668	1251536,652
19	24843147,96	22157138,85	2686009,113	5621,554604	1137760,593
20	24097853,52	22157138,85	1940714,674	3692,478338	1034327,812
				1759314,419	66199565,18
				NBD	29718879,6

**Tablo 4.37: 0,35 kapasite faktörü ile çalışan rüzgar enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen enerjinin %100'ünü karşıladığı takdirde yaptığı salım üzerinden yıllık %5 indirim üzerinden faiz hesaplaması**

Yıl	CO2 salım limiti	Gerçek CO2 salımı	CO2 kredim	Bugünkü CO2 satış geliri	Bugünkü Elektrik Geliri
0	44314277,7	0	44314277,7	567222,7546	13916880,6
1	42098563,82	0	42098563,82	489874,1971	12651709,64
2	39993635,62	0	39993635,62	423073,1702	11501554,21
3	37993953,84	0	37993953,84	365381,3743	10455958,38
4	36094256,15	0	36094256,15	315556,6414	9505416,707
5	34289543,34	0	34289543,34	272526,1903	8641287,915
6	32575066,18	0	32575066,18	235363,528	7855716,286
7	30946312,87	0	30946312,87	203268,5015	7141560,26
8	29398997,22	0	29398997,22	175550,0694	6492327,509
9	27929047,36	0	27929047,36	151611,4236	5902115,918
10	26532594,99	0	26532594,99	130937,1386	5365559,925
11	25205965,24	0	25205965,24	113082,0742	4877781,75
12	23945666,98	0	23945666,98	97661,79138	4434347,046
13	22748383,63	0	22748383,63	84344,27437	4031224,587
14	21610964,45	0	21610964,45	72842,78241	3664749,624
15	20530416,23	0	20530416,23	62909,67572	3331590,568
16	19503895,42	0	19503895,42	54331,08358	3028718,698
17	18528700,65	0	18528700,65	46922,29945	2753380,634
18	17602265,61	0	17602265,61	40523,80407	2503073,304
19	16722152,33	0	16722152,33	34997,83079	2275521,185
20	15886044,72	0	15886044,72	30225,39932	2068655,623
				3968206,004	132399130,4
				NBD	59919336,37

**Tablo 4.38: 0,35 kapasite faktörü ile çalışan rüzgar enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen enerjinin %25'ini karşıladığı takdirde yaptığı salım üzerinden yıllık %5 indirim üzerinden faiz hesaplaması**

Yıl	CO2 salım limiti	Gerçek CO2 salımı	CO2 kredim	Bugünkü CO2 satış geliri	Bugünkü Elektrik Geliri
0	44314277,7	33235708,28	11078569,43	141805,6886	3479220,15
1	42098563,82	33235708,28	8862855,54	103131,4099	3162927,409
2	39993635,62	33235708,28	6757927,349	71488,81824	2875388,554
3	37993953,84	33235708,28	4758245,568	45759,23612	2613989,594
4	36094256,15	33235708,28	2858547,876	24991,06127	2376354,177
5	34289543,34	33235708,28	1053835,068	8375,662911	2160321,979
6	32575066,18	33235708,28	-660642,0988	-4773,315096	1963929,072
7	30946312,87	33235708,28	-2289395,408	-15037,71954	1785390,065
8	29398997,22	33235708,28	-3836711,051	-22910,13147	1623081,877
9	27929047,36	33235708,28	-5306660,912	-28806,94086	1475528,979
10	26532594,99	33235708,28	-6703113,28	-33079,5564	1341389,981
11	25205965,24	33235708,28	-8029743,03	-36024,01211	1219445,438
12	23945666,98	33235708,28	-9290041,292	-37889,19621	1108586,761
13	22748383,63	33235708,28	-10487324,64	-38883,89616	1007806,147
14	21610964,45	33235708,28	-11624743,82	-39182,82716	916187,4061
15	20530416,23	33235708,28	-12705292,05	-38931,78753	832897,6419
16	19503895,42	33235708,28	-13731812,86	-38252,06483	757179,6745
17	18528700,65	33235708,28	-14707007,63	-37244,1991	688345,1586
18	17602265,61	33235708,28	-15633442,66	-35991,19461	625768,326
19	16722152,33	33235708,28	-16513555,94	-34561,25892	568880,2964
20	15886044,72	33235708,28	-17349663,56	-33010,13678	517163,9058
				-79026,35968	33099782,59
				NBD	13916756,23

**Tablo 4.39: 0,2 kapasite faktörü ile çalışan güneş enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen enerjinin %100'ünü karşıladığı takdirde yaptığı salım üzerinden yıllık %3 indirim üzerinden faiz hesaplaması**

Yıl	CO2 salım limiti	Gerçek CO2 salımı	CO2 kredim	Bugünkü CO2 satış geliri	Bugünkü Elektrik Geliri
0	47466725,76	0	47466725,76	607574,0897	13917712,8
1	46042723,99	0	46042723,99	535769,8791	12652466,18
2	44661442,27	0	44661442,27	472451,6207	11502241,98
3	43321599	0	43321599	416616,4291	10456583,62
4	42021951,03	0	42021951,03	367379,9421	9505985,11
5	40761292,5	0	40761292,5	323962,3125	8641804,646
6	39538453,72	0	39538453,72	285675,8574	7856186,042
7	38352300,11	0	38352300,11	251914,1652	7141987,311
8	37201731,11	0	37201731,11	222142,4911	6492715,737
9	36085679,18	0	36085679,18	195889,2876	5902468,852
10	35003108,8	0	35003108,8	172738,7355	5365880,774
11	33953015,54	0	33953015,54	152324,1576	4878073,431
12	32934425,07	0	32934425,07	134322,2117	4434612,21
13	31946392,32	0	31946392,32	118447,7685	4031465,646
14	30988000,55	0	30988000,55	104449,3959	3664968,769
15	30058360,53	0	30058360,53	92105,37636	3331789,79
16	29156609,72	0	29156609,72	81220,19552	3028899,809
17	28281911,42	0	28281911,42	71621,44514	2753545,281
18	27433454,08	0	27433454,08	63157,09253	2503222,983
19	26610450,46	0	26610450,46	55693,07251	2275657,257
20	25812136,95	0	25812136,95	49111,16394	2068779,324
				4774566,69	132407047,6
				NBD	3389614,246

**Tablo 4.40: 0,2 kapasite faktörü ile çalışan güneş enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen enerjinin %75'ini karşıladığı takdirde yaptığı salım üzerinden yıllık %3 indirim üzerinden faiz hesaplaması**

Yıl	CO2 salım limiti	Gerçek CO2 salımı	CO2 kredim	Bugünkü CO2 satış geliri	Bugünkü Elektrik Geliri
0	47466725,76	11866681,44	35600044,32	455680,5673	10438284,6
1	46042723,99	11866681,44	34176042,55	397684,8587	9489349,636
2	44661442,27	11866681,44	32794760,83	346919,784	8626681,488
3	43321599	11866681,44	31454917,56	302496,5776	7842437,716
4	42021951,03	11866681,44	30155269,59	263634,6225	7129488,833
5	40761292,5	11866681,44	28894611,06	229648,3856	6481353,484
6	39538453,72	11866681,44	27671772,28	199935,9239	5892139,531
7	38352300,11	11866681,44	26485618,67	173968,771	5356490,483
8	37201731,11	11866681,44	25335049,67	151283,0419	4869536,803
9	36085679,18	11866681,44	24218997,74	131471,6065	4426851,639
10	35003108,8	11866681,44	23136427,36	114177,2072	4024410,581
11	33953015,54	11866681,44	22086334,1	99086,40464	3658555,073
12	32934425,07	11866681,44	21067743,63	85924,25447	3325959,158
13	31946392,32	11866681,44	20079710,88	74449,62556	3023599,234
14	30988000,55	11866681,44	19121319,11	64451,08409	2748726,577
15	30058360,53	11866681,44	18191679,09	55743,27474	2498842,342
16	29156609,72	11866681,44	17289928,28	48163,7395	2271674,857
17	28281911,42	11866681,44	16415229,98	41570,12149	2065158,961
18	27433454,08	11866681,44	15566772,64	35837,70739	1877417,237
19	26610450,46	11866681,44	14743769,02	30857,26783	1706742,943
20	25812136,95	11866681,44	13945455,51	26533,15969	1551584,493
				3329517,986	99305285,67
				NBD	2314803,653

**Tablo 4.41: 0,2 kapasite faktörü ile çalışan güneş enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen enerjinin %50'ini karşıladığı takdirde yaptığı salım üzerinden yıllık %3 indirim üzerinden faiz hesaplaması**

Yıl	CO2 salım limiti	Gerçek CO2 salımı	CO2 kredim	Bugünkü CO2 satış geliri	Bugünkü Elektrik Geliri
0	47466725,76	23733362,88	23733362,88	303787,0449	6958856,4
1	46042723,99	23733362,88	22309361,11	259599,8383	6326233,091
2	44661442,27	23733362,88	20928079,39	221387,9472	5751120,992
3	43321599	23733362,88	19588236,12	188376,726	5228291,811
4	42021951,03	23733362,88	18288588,15	159889,3029	4752992,555
5	40761292,5	23733362,88	17027929,62	135334,4587	4320902,323
6	39538453,72	23733362,88	15805090,84	114195,9903	3928093,021
7	38352300,11	23733362,88	14618937,23	96023,3769	3570993,655
8	37201731,11	23733362,88	13468368,23	80423,59268	3246357,868
9	36085679,18	23733362,88	12352316,3	67053,9254	2951234,426
10	35003108,8	23733362,88	11269745,92	55615,67889	2682940,387
11	33953015,54	23733362,88	10219652,66	45848,65166	2439036,716
12	32934425,07	23733362,88	9201062,19	37526,29721	2217306,105
13	31946392,32	23733362,88	8213029,438	30451,4826	2015732,823
14	30988000,55	23733362,88	7254637,668	24452,77231	1832484,384
15	30058360,53	23733362,88	6324997,652	19381,17312	1665894,895
16	29156609,72	23733362,88	5423246,836	15107,28348	1514449,904
17	28281911,42	23733362,88	4548548,545	11518,79783	1376772,64
18	27433454,08	23733362,88	3700091,202	8518,322254	1251611,491
19	26610450,46	23733362,88	2877087,579	6021,463162	1137828,628
20	25812136,95	23733362,88	2078774,066	3955,155442	1034389,662
				1884469,281	66203523,78
				NBD	1207993,059

**Tablo 4.42: 0,2 kapasite faktörü ile çalışan güneş enerjisi tesisinin 2010 yılında tüketilen enerjinin %25'ini karşıladığı takdirde yaptığı salım üzerinden yıllık %3 indirim üzerinden faiz hesaplaması**

Yıl	CO2 salım limiti	Gerçek CO2 salımı	CO2 kredim	Bugünkü CO2 satış geliri	Bugünkü Elektrik Geliri
0	47466725,76	35600044,32	11866681,44	151893,5224	3479428,2
1	46042723,99	35600044,32	10442679,67	121514,8179	3163116,545
2	44661442,27	35600044,32	9061397,948	95856,11052	2875560,496
3	43321599	35600044,32	7721554,68	74256,87445	2614145,905
4	42021951,03	35600044,32	6421906,71	56143,98325	2376496,278
5	40761292,5	35600044,32	5161248,179	41020,53181	2160451,161
6	39538453,72	35600044,32	3938409,404	28456,05676	1964046,51
7	38352300,11	35600044,32	2752255,792	18077,98276	1785496,828
8	37201731,11	35600044,32	1601686,789	9564,143458	1623178,934
9	36085679,18	35600044,32	485634,8554	2636,244295	1475617,213
10	35003108,8	35600044,32	-596935,5199	-2945,849394	1341470,194
11	33953015,54	35600044,32	-1647028,784	-7389,101325	1219518,358
12	32934425,07	35600044,32	-2665619,25	-10871,66005	1108653,053
13	31946392,32	35600044,32	-3653652,002	-13546,66036	1007866,411
14	30988000,55	35600044,32	-4612043,772	-15545,53947	916242,1922
15	30058360,53	35600044,32	-5541683,788	-16980,9285	832947,4474
16	29156609,72	35600044,32	-6443434,604	-17949,17254	757224,9522
17	28281911,42	35600044,32	-7318132,895	-18532,52582	688386,3202
18	27433454,08	35600044,32	-8166590,238	-18801,06289	625805,7456
19	26610450,46	35600044,32	-8989593,861	-18814,34151	568914,3142
20	25812136,95	35600044,32	-9787907,374	-18622,84881	517194,8311
				439420,577	33101761,89
				NBD	101182,4661

Görüldüğü gibi tüm faiz hesaplamalarında Net Bugünkü Değer (NBD) pozitif çıkmıştır.

## 5. SONUÇ

### 5.1 KARBON AZALTIM MİKTARININ HER YIL AYNI OLDUĞU KABUL EDİLEREK OLUŞTURULAN SENARYOLAR

Tablo 4.1’de 2010 yılı enerji tüketiminin tamamından yüzde 10’una kadar olan değerlerinin kapasite faktörü 0,3 olan bir rüzgar enerji santralinden karşılandığı düşünülerek oluşturulan bu senaryoda ilk yatırım maliyetine maliyetinin 6,16 yılda geri kazanıldığı bulunmuştur.

Tablo 4.2’de 2010 yılı enerji tüketiminin tamamından yüzde 10’una kadar olan değerlerinin kapasite faktörü 0,35 olan bir rüzgar enerji santralinden karşılandığı düşünülerek oluşturulan bu senaryoda ilk yatırım maliyetine maliyetinin 5,28 yılda geri kazanıldığı bulunmuştur.

Tablo 4.3’de 2011 yılı enerji tüketiminin tamamından yüzde 10’una kadar olan değerlerinin kapasite faktörü 0,3 olan bir rüzgar enerji santralinden karşılandığı düşünülerek oluşturulan bu senaryoda ilk yatırım maliyetine maliyetinin 6,16 yılda geri kazanıldığı bulunmuştur.

Tablo 4.4’te 2011 yılı enerji tüketiminin tamamından yüzde 10’una kadar olan değerlerinin kapasite faktörü 0,35 olan bir rüzgar enerji santralinden karşılandığı düşünülerek oluşturulan bu senaryoda ilk yatırım maliyetine maliyetinin 5,28 yılda geri kazanıldığı bulunmuştur.

Tablo 4.5’te 2010 yılı enerji tüketiminin tamamından yüzde 10’una kadar olan değerlerinin kapasite faktörü 0,2 olan bir güneş enerji santralinden karşılandığı düşünülerek oluşturulan bu senaryoda ilk yatırım maliyetine maliyetinin 9,21 yılda geri kazanıldığı bulunmuştur.

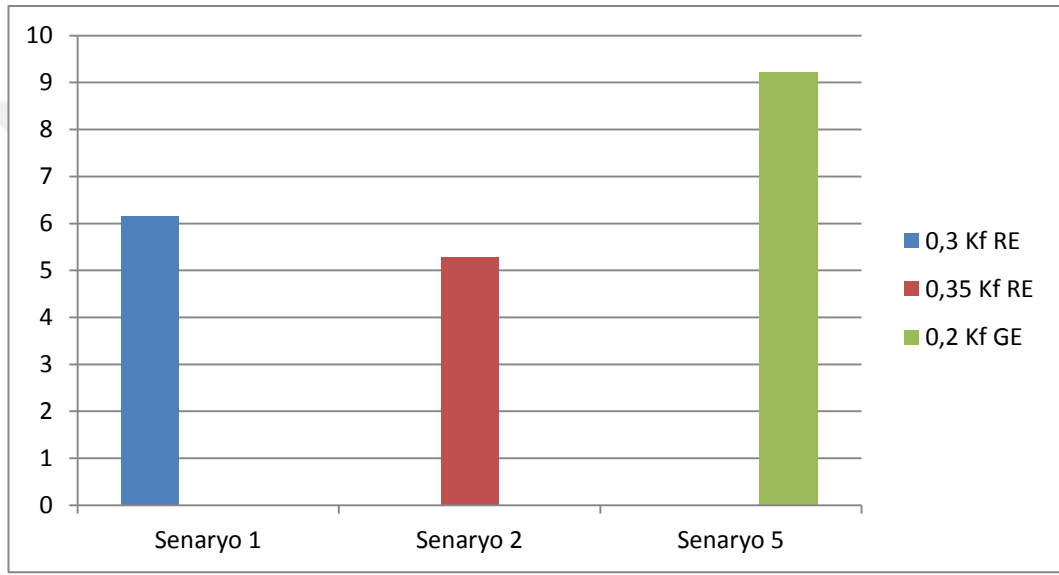
Tablo 4.6’da 2011 yılı enerji tüketiminin tamamından yüzde 10’una kadar olan değerlerinin kapasite faktörü 0,2 olan bir güneş enerji santralinden karşılandığı



düşünülerek oluşturulan bu senaryoda ilk yatırım maliyetine maliyetinin 9,21 yılda geri kazanıldığı bulunmuştur.

2010 yılı ve 2011 yılı sonuçları aynı olduğu için sadece 2010 yılına ait veriler grafiksel olarak Şekil 5.1'de gösterilmiştir.

**Şekil 5.1: Emisyon azaltımının her yıl aynı olduğu kabul edilerek oluşturulan 2010 yılı yatırım geri dönüş süreleri**



Karbon azaltımının her yıl aynı olduğu senaryolara bakıldığında 0,35 kapasite faktörü ile çalışan bir rüzgar enerjisi santralının özellikle güneş enerjisi santraline göre çok daha avantajlı olduğu sonucuna varılmaktadır.

## **5.2 KARBON SALIM MİKTARININ HER YIL YÜZDE 3 VEYA YÜZDE 5 AZALTIM ZORUNLULUĞUNUN OLDUĞU KABUL EDİLEREK OLUŞTURULAN SENARYOLAR**

Tablo 4.7'de kapasite faktörünün 0,3 olduğu rüzgar tesisi ve salım sınırının her yıl bir önceki seneye göre yüzde 3 azaltılması gereken ve tükettiği enerjinin yüzde 100'ünü bu santralden karşılayan bir işletmede ilk yatırım maliyetlerinin geri dönüş süresi 6,22 yıl olarak hesaplanmıştır. Bu senaryoda her yıl emisyon ticaretinden gelir elde edilmiştir.

Tablo 4.8’de kapasite faktörünün 0,3 olduğu rüzgar tesisi ve salım sınırının her yıl bir önceki seneye göre yüzde 3 azaltılması gereken ve tükettiği enerjinin yüzde 75’ini bu santralden karşılayan bir işletmede ilk yatırım maliyetlerinin geri dönüş süresi 6,23 yıl olarak hesaplanmıştır. Bu senaryoda her yıl emisyon ticaretinden gelir elde edilmiştir.

Tablo 4.9’da kapasite faktörünün 0,3 olduğu rüzgar tesisi ve salım sınırının her yıl bir önceki seneye göre yüzde 3 azaltılması gereken ve tükettiği enerjinin yüzde 50’sini bu santralden karşılayan bir işletmede ilk yatırım maliyetlerinin geri dönüş süresi 6,31 yıl olarak hesaplanmıştır. Bu senaryoda her yıl emisyon ticaretinden gelir elde edilmiştir

Tablo 4.10’da kapasite faktörünün 0,3 olduğu rüzgar tesisi ve salım sınırının her yıl bir önceki seneye göre yüzde 3 azaltılması gereken ve tükettiği enerjinin yüzde 25’ini bu santralden karşılayan bir işletmede ilk yatırım maliyetlerinin geri dönüş süresi 6,40 yıl olarak hesaplanmıştır. Bu senaryoda ise 10. yıldan itibaren artık emisyon kredisi satışı yapılamamış olup azaltım taahhütleri sebebiyle başka bir kuruluştan kredi alımı gerçekleşmeye başlamıştır.

Tablo 4.11’de kapasite faktörünün 0,3 olduğu rüzgar tesisi ve salım sınırının her yıl bir önceki seneye göre yüzde 5 azaltılması gereken ve tükettiği enerjinin yüzde 100’ünü bu santralden karşılayan bir işletmede ilk yatırım maliyetlerinin geri dönüş süresi 6,11 yıl olarak hesaplanmıştır. Bu senaryoda her yıl emisyon ticaretinden gelir elde edilmiştir.

Tablo 4.12’de kapasite faktörünün 0,3 olduğu rüzgar tesisi ve salım sınırının her yıl bir önceki seneye göre yüzde 5 azaltılması gereken ve tükettiği enerjinin yüzde 75’ini bu santralden karşılayan bir işletmede ilk yatırım maliyetlerinin geri dönüş süresi 6,27 yıl olarak hesaplanmıştır. Bu senaryoda her yıl emisyon ticaretinden gelir elde edilmiştir.

Tablo 4.13’de kapasite faktörünün 0,3 olduğu rüzgar tesisi ve salım sınırının her yıl bir önceki seneye göre yüzde 5 azaltılması gereken ve tükettiği enerjinin yüzde 50’sini bu santralden karşılayan bir işletmede ilk yatırım maliyetlerinin geri dönüş süresi 6,34 yıl olarak hesaplanmıştır. Bu senaryoda 14. yıldan itibaren artık emisyon ticaretinden gelir elde edilememeye başlanmıştır.

Tablo 4.14'te kapasite faktörünün 0,3 olduğu rüzgar tesisi ve salım sınırının her yıl bir önceki seneye göre yüzde 5 azaltılması gereken ve tükettiği enerjinin yüzde 25'ini bu santralden karşılayan bir işletmede ilk yatırım maliyetlerinin geri dönüş süresi 6,53 yıl olarak hesaplanmıştır. Bu senaryoda 6.yıldan itibaren emisyon ticaretinden gelir elde edilememiştir ve 20. yılın sonunda ise büyük oranda başka bir kuruluştan karbon kredi alımı yapılması gerektiği sonucu ortaya çıkmıştır.

Tablo 4.15'de kapasite faktörünün 0,35 olduğu rüzgar tesisi ve salım sınırının her yıl bir önceki seneye göre yüzde 3 azaltılması gereken ve tükettiği enerjinin yüzde 100'ünü bu santralden karşılayan bir işletmede ilk yatırım maliyetlerinin geri dönüş süresi 5,33 yıl olarak hesaplanmıştır. Bu senaryoda her yıl emisyon ticaretinden gelir elde edilmiştir.

Tablo 4.16'da kapasite faktörünün 0,35 olduğu rüzgar tesisi ve salım sınırının her yıl bir önceki seneye göre yüzde 3 azaltılması gereken ve tükettiği enerjinin yüzde 75'ini bu santralden karşılayan bir işletmede ilk yatırım maliyetlerinin geri dönüş süresi 5,34 yıl olarak hesaplanmıştır. Bu senaryoda her yıl emisyon ticaretinden gelir elde edilmiştir.

Tablo 4.17'de kapasite faktörünün 0,35 olduğu rüzgar tesisi ve salım sınırının her yıl bir önceki seneye göre yüzde 3 azaltılması gereken ve tükettiği enerjinin yüzde 50'sini bu santralden karşılayan bir işletmede ilk yatırım maliyetlerinin geri dönüş süresi 5,38 yıl olarak hesaplanmıştır. Bu senaryoda her yıl emisyon ticaretinden gelir elde edilmiştir.

Tablo 4.18'de kapasite faktörünün 0,35 olduğu rüzgar tesisi ve salım sınırının her yıl bir önceki seneye göre yüzde 3 azaltılması gereken ve tükettiği enerjinin yüzde 25'ini bu santralden karşılayan bir işletmede ilk yatırım maliyetlerinin geri dönüş süresi 5,49 yıl olarak hesaplanmıştır. Bu senaryoda ise 10. yıldan itibaren artık emisyon kredisi satışı yapılamamış olup azaltım taahhütleri sebebiyle başka bir kuruluştan kredi alımı gerçekleşmeye başlamıştır.

Tablo 4.19'da kapasite faktörünün 0,35 olduğu rüzgar tesisi ve salım sınırının her yıl bir önceki seneye göre yüzde 5 azaltılması gereken ve tükettiği enerjinin yüzde 100'ünü bu santralden karşılayan bir işletmede ilk yatırım maliyetlerinin geri dönüş süresi 5,35 yıl olarak hesaplanmıştır. Bu senaryoda her yıl emisyon ticaretinden gelir elde edilmiştir.

Tablo 4.20’de kapasite faktörünün 0,35 olduğu rüzgar tesisi ve salım sınırının her yıl bir önceki seneye göre yüzde 5 azaltılması gereken ve tükettiği enerjinin yüzde 75’ini bu santralden karşılayan bir işletmede ilk yatırım maliyetlerinin geri dönüş süresi 5,38 yıl olarak hesaplanmıştır. Bu senaryoda her yıl emisyon ticaretinden gelir elde edilmiştir.

Tablo 4.21’de kapasite faktörünün 0,35 olduğu rüzgar tesisi ve salım sınırının her yıl bir önceki seneye göre yüzde 5 azaltılması gereken ve tükettiği enerjinin yüzde 50’sini bu santralden karşılayan bir işletmede ilk yatırım maliyetlerinin geri dönüş süresi 5,43 yıl olarak hesaplanmıştır. Bu senaryoda 14. yıldan itibaren artık emisyon ticaretinden gelir elde edilememeye başlanmıştır.

Tablo 4.22’de kapasite faktörünün 0,35 olduğu rüzgar tesisi ve salım sınırının her yıl bir önceki seneye göre yüzde 5 azaltılması gereken ve tükettiği enerjinin yüzde 25’ini bu santralden karşılayan bir işletmede ilk yatırım maliyetlerinin geri dönüş süresi 5,53 yıl olarak hesaplanmıştır. Bu senaryoda 6.yıldan itibaren emisyon ticaretinden gelir elde edilememiştir ve 20. yılın sonunda ise büyük oranda başka bir kuruluştan karbon kredi alımı yapılması gerektiği sonucu ortaya çıkmıştır.

Tablo 4.23’de kapasite faktörünün 0,2 olduğu güneş tesisi ve salım sınırının her yıl bir önceki seneye göre yüzde 3 azaltılması gereken ve tükettiği enerjinin yüzde 100’ünü bu santralden karşılayan bir işletmede ilk yatırım maliyetlerinin geri dönüş süresi 9,30 yıl olarak hesaplanmıştır. Bu senaryoda her yıl emisyon ticaretinden gelir elde edilmiştir.

Tablo 4.24’te kapasite faktörünün 0,2 olduğu güneş tesisi ve salım sınırının her yıl bir önceki seneye göre yüzde 3 azaltılması gereken ve tükettiği enerjinin yüzde 75’ini bu santralden karşılayan bir işletmede ilk yatırım maliyetlerinin geri dönüş süresi 9,33 yıl olarak hesaplanmıştır. Bu senaryoda her yıl emisyon ticaretinden gelir elde edilmiştir.

Tablo 4.25’de kapasite faktörünün 0,2 olduğu güneş tesisi ve salım sınırının her yıl bir önceki seneye göre yüzde 3 azaltılması gereken ve tükettiği enerjinin yüzde 50’sini bu santralden karşılayan bir işletmede ilk yatırım maliyetlerinin geri dönüş süresi 9,40 yıl olarak hesaplanmıştır. Bu senaryoda her yıl emisyon ticaretinden gelir elde edilmiştir.

Tablo 4.26’da kapasite faktörünün 0,2 olduğu güneş tesisi ve salım sınırının her yıl bir önceki seneye göre yüzde 3 azaltılması gereken ve tükettiği enerjinin yüzde 25’ini bu santralden karşılayan bir işletmede ilk yatırım maliyetlerinin geri dönüş süresi 9,61 yıl olarak hesaplanmıştır. Bu senaryoda ise 10. yıldan itibaren artık emisyon kredisi satışı yapılamamış olup azaltım taahhütleri sebebiyle başka bir kuruluştan kredi alımı gerçekleşmeye başlamıştır.

Tablo 4.27’de kapasite faktörünün 0,2 olduğu güneş tesisi ve salım sınırının her yıl bir önceki seneye göre yüzde 5 azaltılması gereken ve tükettiği enerjinin yüzde 100’ünü bu santralden karşılayan bir işletmede ilk yatırım maliyetlerinin geri dönüş süresi 9,35 yıl olarak hesaplanmıştır. Bu senaryoda her yıl emisyon ticaretinden gelir elde edilmiştir.

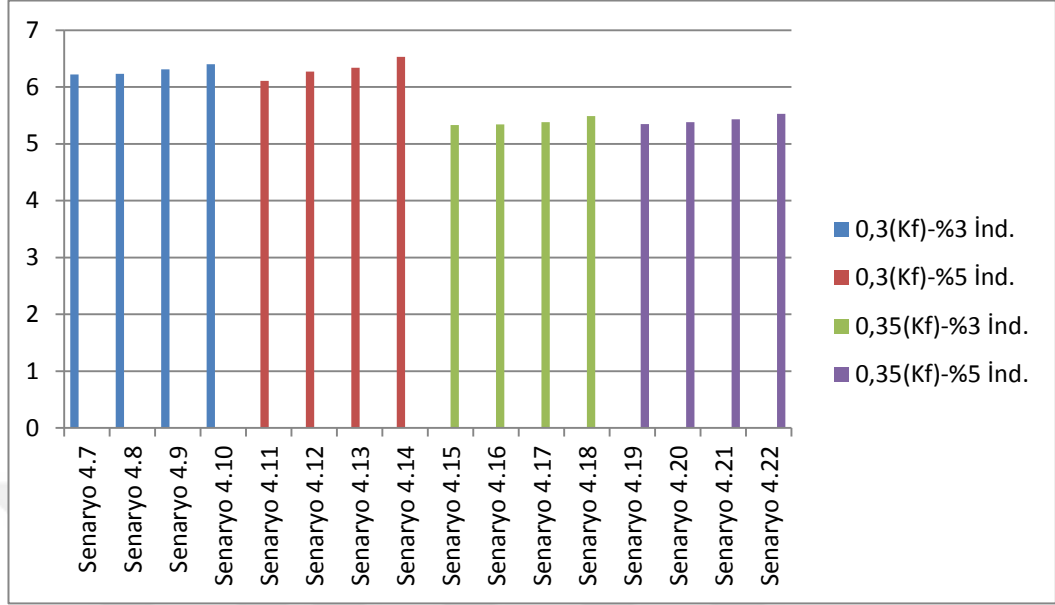
Tablo 4.28’de kapasite faktörünün 0,2 olduğu rüzgar tesisi ve salım sınırının her yıl bir önceki seneye göre yüzde 5 azaltılması gereken ve tükettiği enerjinin yüzde 75’ini bu santralden karşılayan bir işletmede ilk yatırım maliyetlerinin geri dönüş süresi 9,40 yıl olarak hesaplanmıştır. Bu senaryoda her yıl emisyon ticaretinden gelir elde edilmiştir.

Tablo 4.29’de kapasite faktörünün 0,2 olduğu rüzgar tesisi ve salım sınırının her yıl bir önceki seneye göre yüzde 5 azaltılması gereken ve tükettiği enerjinin yüzde 50’sini bu santralden karşılayan bir işletmede ilk yatırım maliyetlerinin geri dönüş süresi 9,50 yıl olarak hesaplanmıştır. Bu senaryoda 14. yıldan itibaren artık emisyon ticaretinden gelir elde edilememeye başlanmıştır.

Tablo 4.30’de kapasite faktörünün 0,2 olduğu rüzgar tesisi ve salım sınırının her yıl bir önceki seneye göre yüzde 5 azaltılması gereken ve tükettiği enerjinin yüzde 25’ini bu santralden karşılayan bir işletmede ilk yatırım maliyetlerinin geri dönüş süresi 9,81 yıl olarak hesaplanmıştır. Bu senaryoda 6.yıldan itibaren emisyon ticaretinden gelir elde edilememiştir ve 20. yılın sonunda ise büyük oranda başka bir kuruluştan karbon kredi alımı yapılması gerektiği sonucu ortaya çıkmıştır.

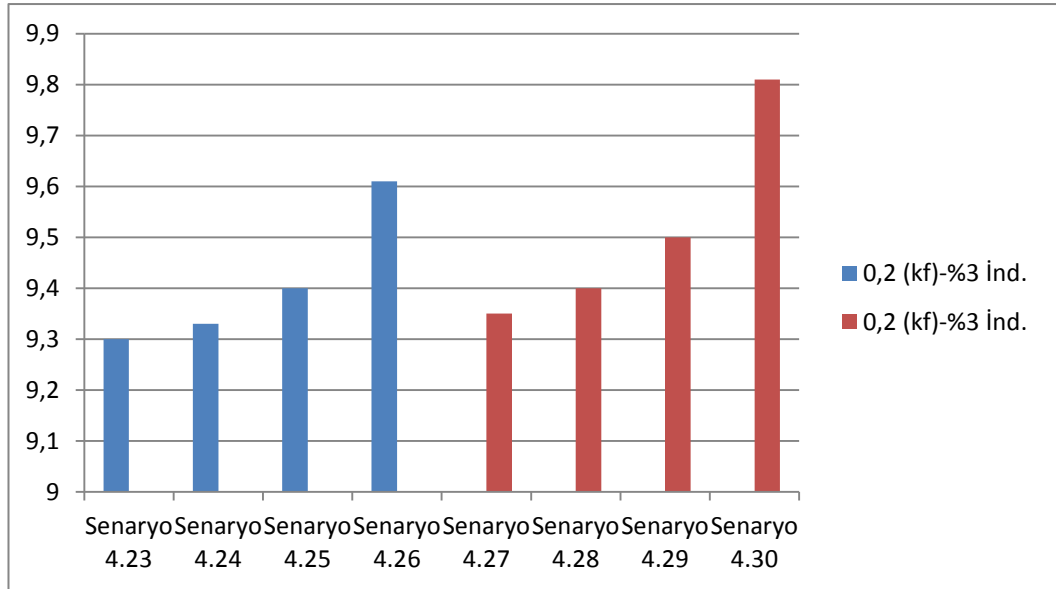
Rüzgar ve güneş enerjilerine göre hazırlanan bu senaryolara Şekil 5.2’de ve Şekil 5.3’te grafiksel olarak gösterilmiştir.

**Şekil 5.2: Rüzgar enerjisinde yatırımın geri dönüş sürelerinin grafiksel gösterimi**



Kaynak: Adı geçen senaryoların 2010 Rüzgar Enerjisi Hesaplamaları

**Şekil 5.3: Güneş enerjisinde yatırımın geri dönüş sürelerinin grafiksel gösterimi**



Kaynak: Adı geçen senaryoların 2010 Güneş Enerjisi Hesaplamaları

Bu sonuçlara göre kapasite faktörü 0,35 olan ve toplam tüketilen enerjinin asgari yüzde ellisini karşılama gücüne sahip bir rüzgar enerjisi tesisi kurulumu ile kapasite faktörü

0,2 olan ve toplam tüketilen enerjinin asgari yüzde ellisini karşılama gücüne sahip bir güneş enerjisi tesisi kurulumu en uygulanabilir yatırımdır denilebilir.

Güneş enerjisine ait ilk yatırımların geri dönüş süresi rüzgar enerjisine göre daha uzun olduğu için; 0,35 kapasite faktörü ile çalışan tüketilen enerjinin asgari yüzde ellisini karşılama gücüne sahip bir rüzgar enerjisi tesisinin en uygun yatırım kararı olabileceği söylenebilir.



## KAYNAKÇA

### *Kitaplar*

- Barlas, N., 2013. *Küresel krizlerden sürdürülebilir topluma: çağımızın çevre sorunları*, İstanbul: Boğaziçi Üniversitesi Yayınevi.
- Bayon R., Hawn A., & Hamilton K., 2012. *Voluntary carbon markets: an international business guide to what they are and how they work*, 2nd edn. New York: Earthscan.
- Berger, P.L. & Huntington, S. P., 2012. *Bin küre bin bir küreselleşme*, 4th end. A.Ortaç (Çev.), İstanbul: Kitap Yayınevi (orijinal basım tarihi 2012).
- Çiner, A., Sarıkaya, M.A., Ediger, V.Ş., Arı, İ., Ata, U.S. ve Özçelik, Aslı., 2013. *Türkiye’de sürdürülebilir enerji ve iklim değişikliği*, İstanbul: ENİVA-Enerji ve İklim Değişikliği Vakfı.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü, 2007. *Sanayide enerji verimliliği proje yarışmasına katılan projeler*, Ankara.
- Kadılar, R., 2010. *Karbon-fırsat mı, tehdit mi?*, İstanbul: Destek Yayınları.
- Northcott, A., 2011. *The complete guide to making environmentally friendly investment decisions: how to make a lot of green money while saving the planet*.United States: Atlantic Publishing Group.
- The Worldwatch Institute, 2014. *Dünyanın durumu 2013: sürdürülebilirlik hala mümkün mü?*, Ç. Ekiz, ve C. Ulutaş Ekiz (Çev.) İstanbul: Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları (orijinal basım tarihi 2013).



### ***Diğer Yayınlar***

- Arıkan, Y., Üçtuğ, F. G., Ağralı, S. ve Avcioğlu, E., 2013. *Deciding between carbon trading and carbon capture and sequestration: an optimisation-based case study for methanol synthesis from syngas*, ss. 4-5.
- CBCCM Proje Ekibi, 2011. *Karbon piyasalarında ulusal deneyim ve geleceğe bakış*, Ankara: Çevre ve Orman Bakanlığı, s. 9.
- Denhez, F., 2007. *Küresel Isınma Atlası*, 1. Baskı, İstanbul: NTV Yayınları, s. 30.
- DPT, (2000). *İklim Değişikliği Özel İhtisas Komisyonu Raporu*, Ankara: DPT Yayınları.
- EEA, Avrupa Çevre Ajansı web sayfası, [www.eea.europa.eu](http://www.eea.europa.eu), [Erişim Tarihi 13 Aralık 2015].
- Eldem, S., 2007. *Sanayide enerji verimliliği*, s. 5.
- Enerji Verimliliği Kanunu 5627 (s. k). **Resmi gazete**, 26510; 2 Mayıs 2007.
- Enerji Enstitüsü web sayfası, <http://enerjiinstitutusu.com/turkiye-kurulu-elektrik-enerji-gucu-mw/>, [Erişim Tarihi 12 Kasım 2015].
- Engin, B., 2010, *Avrupa Birliği Emisyon Ticareti Programı ve CO<sub>2</sub> Fiyatını Belirleyen Faktörler*, Sosyal Bilimler Dergisi, [4], ss. 33-34.
- Gündoğan, A. C., 2015. *Climate action tracker (CAT) assessment of Turkey's INDC* [online], Ankara, <http://www.cemgundogan.com/2015/10/22/climate-action-tracker-cat-assessment-of-turkeys-indc/>. [22 Kasım 2015].
- Karakaya, E. (2008). *Proje Temelli Esneklik Mekanizmaları: Temiz Kalkınma Mekanizması ve Ortak Yürütme*. E. Karakaya içinde, *Küresel Isınma ve Kyoto Protokolü: İklim Değişikliğinin Bilimsel, Ekonomik ve Politik Analizi* ss. 169-196.
- Kıvılcım, İ., 2015. *Yeni iklim değişikliği anlaşması öncesinde en kritik konular, İKV Değerlendirme Notu*, [online], Aralık 2015, 162, 5, [http://www.ikv.org.tr/images/files/De%C4%9Ferlendirme-COP%2021\(1\).pdf](http://www.ikv.org.tr/images/files/De%C4%9Ferlendirme-COP%2021(1).pdf), [Erişim Tarihi 13 Aralık 2015], s. 3.
- MGM, Meteoroloji Genel Müdürlüğü web sayfası, <http://www.mgm.gov.tr/>, [Erişim Tarihi 12 Aralık 2015].
- Mustafa Nevzat İlaç Sanayi A.Ş., 2012. İkinci ilerleme bildirim raporu, s. 60. [Erişim Tarihi 18 Mayıs 2015].
- NOAA, National Oceanic and Atmospheric Administration web sayfası <http://www.noaa.gov/>, [Erişim Tarihi 18 Aralık 2015].

- Petform, Kyoto protokolü bilgi notu, *Kyoto protokolünün Türkiye enerji sektörüne muhtemel etkileri*, 2009. <http://www.petform.org.tr>. [Erişim Tarihi 3 Ocak 2016], s. 5.
- Selçuk, I. Ş., 2010. Küresel ısınma, *Türkiye'nin enerji güvenliği ve geleceğe yönelik enerji politikaları*, Ankara: Ankara Barosu Yayınları, s. 19.
- Türkeş, M., 1997a. *Hava ve iklim kavramları üzerine*, TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi, **355**, Ankara, ss. 36-37.
- Türkeş, M., Sümer, U. M., Çetiner, G. 2000. *Küresel iklim değişikliği ve olası etkileri*, Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları, 13 Nisan 2000, İstanbul Sanayi Odası, s. 4.
- Türkeş, M. 2000, *Küresel iklim değişikliği ve olası etkileri*, TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi,
- Türkeş, M. 2003. *Çevre, bilim ve teknoloji küreselleşmenin yansımaları, Sera gazı salımlarının azaltılması için sürdürülebilir teknolojik ve davranışsal seçenekler*, Ankara: Bildiriler Kitabı, V. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi: ss. 267-285.
- UNFCCC, 1994. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi web sayfası, <http://unfccc.int/>, [Erişim Tarihi 13 Aralık 2015], s. 5.
- UNDP, 2009. Environmental Finance Services, UNDP Environment and Energy Group, web sayfası: [http://www.undp.org/content/dam/aplaws/publication/en/publications/environment-energy/www-ee-library/climate-change/efs-brochure/Environmental\\_Finance\\_Services\\_brochure.pdf.cfm?](http://www.undp.org/content/dam/aplaws/publication/en/publications/environment-energy/www-ee-library/climate-change/efs-brochure/Environmental_Finance_Services_brochure.pdf.cfm?), [Erişim Tarihi 10 Eylül 2015], s. 14.
- WHO, (1996), Climate Change and Human Health, McMichael, A. J., et al., eds., An assessment prepared by a task group on behalf of the world health organization (WHO), the World Meteorological Organization (WMO) and the United Nations Environment Programme (UNEP), Geneva. <http://www.meteoroloji.gov.tr/2006/arastirma/files/SeraGaziSalim.pdf>
- YEGM, Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü web sayfası, *Karbon yakalama ve depolama nedir?*, 2012. [http://www.eie.gov.tr/teknoloji/ccs\\_nedir.aspx](http://www.eie.gov.tr/teknoloji/ccs_nedir.aspx), [Erişim Tarihi 10 Kasım 2015].

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Ad Soyad : Şeyma DURSUN  
Doğum Tarihi : 25.04.1988  
Doğru Yeri : Samsun  
Medeni Durumu : Bekar

### Eğitim Durumu

Yüksek Lisans : Bahçeşehir Üniversitesi – Enerji ve Çevre Yönetimi, 2014 – *halen*  
Lisans: : İstanbul Üniversitesi – Mühendislik Fakültesi – Kimya Bölümü ,  
2007 – 2012  
Lisans : Anadolu Üniversitesi – İşletme Fakültesi – İşletme, 2008–2014  
Lise : Pakize Narin Süper Lisesi, 2002 –2006

### İş Deneyimleri

Detay Akademi OSGB – İstanbul – İş Güvenliği Uzmanı , 2013 – *halen*