



DOĞU KARADENİZ HAVZASINDAKİ KÜÇÜK HİDROELEKTRİK SANTRALLER ÜZERİNE TEKNİK DEĞERLENDİRMELER

DOÇ. DR. S. SERKAN NAS*
YRD. DOÇ. DR. EVİN NAS**

Fosil yakıtların kullanımından dolayı başta enerji kaynaklı küresel ısınmanın artışı ile çevresel birçok olumsuzluğun insan sağlığını tehdit ettiği bir süreç yaşanılmakta, tüm ülkeler açısından enerji ihtiyacı için alternatif çözümlerin bulunması ve kullanılması kaçınılmaz bir hal almakta, içinde bulunulan yüzyılın yenilenebilir ve temiz alternatif enerji kaynakları kullanımında atılım yapılması gereken bir yüzyıl olma zorunluluğunda kalınmaktadır.

Alternatif temiz-yerli-yenilenebilir enerji kaynaklarının artan önemi doğrultusunda bu çalışmada, yağışlarla desteklenen yüzeysel su kaynaklarının oluşturduğu potansiyeli ve topografik yönden tercih edilen yüksek düşüleriyle küçük hidroelektrik santraller (KHES) yönünden uygun bir havza konumunda bulunan Doğu Karadeniz Bölgesi'nin çevresel etkileri üzerine teknik değerlendirmelerde bulunmaktadır.

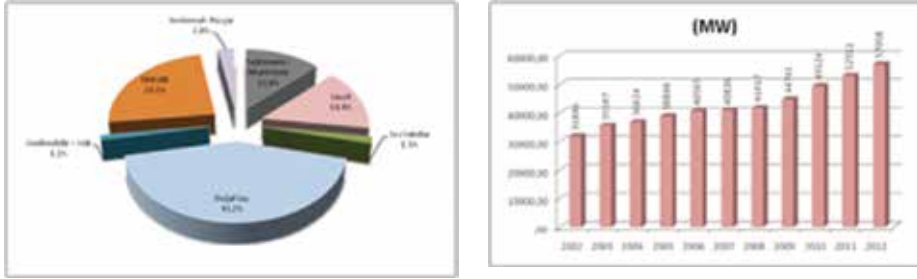
Anahtar Kelimeler: Küçük Hidroelektrik Santral, Doğu Karadeniz Havzası, Hidroelektrik Enerji, Çevresel Etki DeĐerlendirmeleri

* Gümüşhane Üniversitesi Mühendislik ve DoĐa Bilimleri Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi

** Karadeniz Teknik Üniversitesi Trabzon Meslek Yüksekokulu İnşaat Bölümü Öğretim Üyesi.

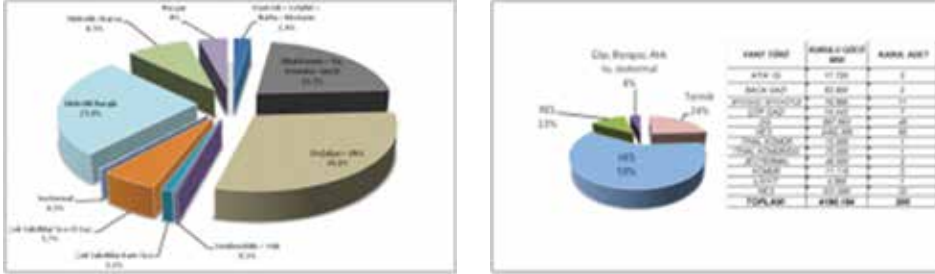
Giriş

Enerjinin yeterli, zamanında, kesintisiz, ekonomik, güvenilir ve temiz olarak sunumu ülkelerin gelişmişlik düzeylerini belirleyen önemli göstergelerdendir. Enerji çeşitliliği de buna paralel olarak artış göstermektedir. Petrol ve doğalgaz gibi enerji kaynakları yönünden fakir; linyit ve kömür rezervleri açısından yeterli olmasına rağmen bu rezervlerin değerlendirilme oranı düşük olan ülkemizde enerji üretimi bu kaynaklardan sağlanmaya çalışıldığında kaynakların ithal edilmesi sebebiyle enerji oldukça pahalıya gelmektedir. Ülkemiz OECD ülkeleri içerisinde geçtiğimiz 10 yıllık dönemde enerji talep artışının en hızlı gerçekleştiği ülke durumundadır (Şekil 1-2) [1-4].



Şekil 1. Enerji üretiminin kaynaklara ve kurulu gücün yıllara göre dağılımı

[URL 1]



Şekil 2. Enerji üretim kurulu gücünün ve işletmedeki tesislerin kaynaklara göre dağılımı [URL 1]

Enerji bağımsızlığını kazanan ve koruyabilme yeteneği olan ülke pozisyonuna gelebilmek için fosil kaynaklı enerji politikalarına mahkûm olmayıp, alternatif enerji kaynaklarına dayalı ve uzun süreli enerji politikaları geliştirilmesi zorunludur. Hiç şüphesiz bilinmesi ve unutulmaması gereken ise en temel alternatif enerjinin, tasarruf ile kazanılan enerji olduğu; en ucuza ve çabuk faydalanılabilecek enerji kaynağının da; üretim, iletim, tüketim ve dağıtımdaki kayıpların minimuma indirilmesi ile sağlanabileceğidir [5-7].

Genel olarak Türkiye'nin elektrik ihtiyacının önümüzdeki yıllarda izleyeceği seyir için TEİAŞ ve ETKB bünyesinde yapılan çalışmalar temel alındığında, 2002-2011 yılları elektrik enerjisi tüketiminin gelişimi ve gerçekleşen bu tüketime bağlı

olarak EPDK tarafından yapılan hesaplamalarla gelecek on yıllık (2012–2021) dönemin elektrik enerjisi tüketiminin gelişimi incelendiğinde bu projeksiyonlara göre talep edilen enerji miktarının düşük talep olması durumunda (Senaryo-2) bile %75'ten fazla artış göstereceği, TEİAŞ Genel Müdürlüğü tarafından yapılan enerji talep projeksiyonlarına göre de yıllık talep artışının yaklaşık %8–9 oranında olacağı düşünülmektedir (Şekil 3) ^[6–10].

	Art	Talep	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
Kurulu Güç	Senaryo I	Yüksek	67.3%	64.5%	57.5%	48.9%	43.9%	42.8%	47.5%	45.5%	6.7%	6.7%	
		Düşük	67.3%	61.6%	53.8%	45.8%	41.7%	38.7%	38.8%	22.2%	21.1%	6.3%	
	Senaryo II	Yüksek	60.1%	61.2%	65.3%	64.7%	68.0%	70.6%	70.7%	71.4%	7.7%	7.7%	
		Düşük	60.1%	61.6%	68.3%	69.7%	73.7%	74.9%	76.7%	78.1%	83.0%	5.3%	
	Proje Üretimi	Senaryo I	Yüksek	30.2%	29.7%	27.8%	26.8%	27.7%	27.8%	3.1%	3.1%	6.9%	11.7%
			Düşük	30.2%	28.1%	26.8%	26.0%	26.3%	26.3%	11.7%	11.7%	11.1%	7.5%
Senaryo II		Yüksek	25.9%	23.3%	24.1%	23.9%	28.2%	30.3%	31.5%	30.9%	2.2%	4.8%	11.7%
		Düşük	26.9%	27.1%	26.6%	25.2%	22.8%	23.0%	6.2%	2.2%	4.8%	11.7%	
Güvenli Üretim		Senaryo I	Yüksek	11.8%	10.6%	10.9%	10.8%	11.2%	11.0%	10.1%	11.0%	10.4%	11.1%
			Düşük	11.8%	10.6%	10.0%	10.0%	11.3%	11.3%	10.8%	11.0%	10.9%	11.1%
	Senaryo II	Yüksek	11.0%	9.8%	9.5%	9.5%	9.8%	9.8%	10.1%	10.1%	11.3%	11.1%	
		Düşük	11.0%	9.8%	10.2%	10.2%	9.5%	1.0%	10.1%	10.1%	11.3%	11.1%	

Şekil 3. Elektrik enerjisi arz-talep senaryoları ve elektrik enerjisi projeksiyonları ^[URL 2]

Bu süre zarfında işletmeye alınması muhtemel üretim tesisleri ile kurulu güç-güvenilir üretim-proje üretiminin gelişimi karşılaştırıldığında ise 2016 yılından başlayarak bir arz açığının olabileceği öngörülmektedir. Yapılan bu çalışmalar ile birlikte sistemde enerji açığının oluşabileceği süreç belirlenip bunun neticesinde insanlara yeterli, kaliteli, düşük maliyetli ve sürekli enerjiyi sağlayabilmek adına yatırımcılara yeni yatırımlara ihtiyacın duyulacağı zaman gösterilerek güneş, rüzgar, deniz dalgası ve gel-git olayı, deniz suyu sıcaklığı, deniz akıntısı, jeotermal ve yerküre ısısı, akarsu ve nehirler, biyomas (bitkisel ve hayvansal atık) ve füzyon (çekirdek kaynaşması) enerjileri gibi alternatif enerji kaynaklarına yönlendirilmesi amaçlanmaktadır ^[5–9].

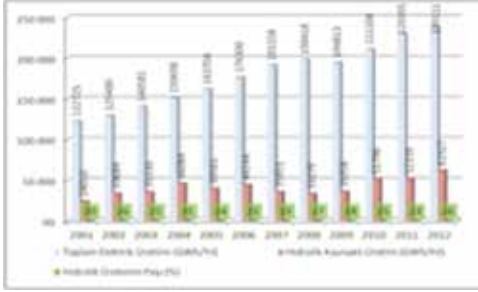
Materyal-Yöntem-Bulgular

Dünya üzerinde var olan bütün enerji kaynakları güneş ışınımının maddeler üzerindeki fiziksel veya kimyasal etkisinden meydana gelmektedir. Hidrolik enerji de güneş ışınımından dolayı olarak oluşan, deniz, göl, nehir ve yüzey sularının güneş enerjisi ile buharlaşması, su buharının hava akımları ile birlikte sürüklenerek dağların yamaçlarında yoğunlaşarak yağmur veya kar şeklinde yeryüzüne ulaşması ve nehirleri beslemesi şeklinde kendini sürekli yenileyen bir enerji kaynağıdır ^[11–12].

Diğer sektörlerin uygulanmadığı coğrafi bölgelerde sosyo ekonomik uyumu sağlamak amaçlarıyla ekonomiklik (işletmede esneklik, sistemde yük dengelemesi

Enerji bağımsızlığını kazanan ve koruyabilme yeteneği olan ülke pozisyonuna gelebilmek için fosil kaynaklı enerji politikalarına mahkûm olmayıp, alternatif enerji kaynaklarına dayalı ve uzun süreli enerji politikaları geliştirilmesi zorunludur.

ve frekans ayarlamaları)-çevresel (düşük emisyon, kirlilik ve erozyonun önlenmesi)-toplumsal ve stratejik (enerjinin depolanması, dışa bağımlılığın azaltılması) nedenlerle hidroelektrik santraller büyük önem taşımaktadır (Şekil 4) ^[11-13].



Şekil 4. Hidroelektrik üretiminin elektrik üretimi içindeki payı ve Türkiye'deki HES ^[11, URL-1]

Son yıllarda su kaynaklarının toplam elektrik enerjisi üretimi içerisindeki önemi giderek artmaktadır. 1950 yılında toplam elektrik enerjisi üretiminin % 3,8'i hidrolik kaynaklardan sağlanmakta iken 1980'li yıllarda bu oran % 50'ler seviyesine kadar çıkmış, ancak diğer enerji kaynaklarının (doğal gaz) sisteme girmesiyle bu oran zamanla azalmıştır. 2004 yılında % 30,6 değerine çıksa da 2005 yılında tekrar % 24,4 seviyelerine gerilemiştir. Ülkemizdeki hidrolik potansiyelin tamamının devreye alınması durumunda dahil, 2020 yılındaki elektrik enerjisi talebinin yalnızca %23'ünün hidrolik potansiyelden karşılanması mümkün olabilecektir ^[13-14].

Ülkemizde küçük hidroelektrik santraller (KHES) hidroelektrik enerji üretiminde önemli bir potansiyele sahiptir. Türkiye'nin teorik olarak brüt küçük hidroelektrik potansiyeli 50.000 GWh/yıl, teknik ve ekonomik yapılabilir küçük hidroelektrik potansiyelleri ise sırasıyla 30.000 GWh/yıl ve 20.000 GWh/yıl'dır ^[11-14]

Doğu Karadeniz Havzası Türkiye'nin kuzey doğu kıyısında yer almaktadır. Havza güneyde doğu Karadeniz dağları kuzeyde ise Karadeniz ile çevrilidir. Doğu Karadeniz; Ordu'nun doğusundaki Melet Çay'ından Gürcistan sınırına kadar uzanan, Karadeniz bölgesinin en dağlık ve yükseltisinin en fazla olduğu bölümüdür. Toplam alanı 18265 km² olan havza, yılda ortalama 12,392 km³ yüzeysel su potansiyeli ile Türkiye potansiyelinin % 6,6'sını sağlamaktadır. Eğimin fazlalığı ve yeraltı tabakasının geçirimsiz veya yarı geçirimli olması sebebiyle, yağın yağmurun önemli bir kısmı yüzeysel akışa geçmektedir. Bu nedenle Doğu Karadeniz Havzası oldukça eğimli ve sık bir akarsu ağına sahiptir ^[13].

Doğu Karadeniz Havzası, küçük hidroelektrik santraller açısından verimli bir bölgedir. Topografik olarak dağların denize paralel uzandığı ve yıllık ortalama

yağışın 1291 mm olduğu Doğu Karadeniz Havzası diğer havzalara oranla daha düzenli akım rejimi ve coğrafi özellikleri nedeniyle Küçük HES'lere oldukça uygun görünmektedir. 4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu'nun yürürlüğe girmesiyle, enerji santral başvurularıyla bu havzadaki potansiyel devreye sokulmaya başlanmıştır. Doğu Karadeniz Havzasında yer alan bütün projeler hayata geçirildiğinde, Türkiye hidroelektrikten enerji üretim potansiyelinin %12,4' ü karşılanacaktır. Doğu Karadeniz Havzasındaki projeler, ülkemiz genelinin (aynı kapsamda) kurulu güç bakımından yaklaşık %28,4'ünü, üretilecek enerji bakımından ise %27,8'ini oluşturmaktadır. Türkiye geneli düşünüldüğünde, bu havzada önemli bir potansiyelin devreye sokulduğu anlaşılmaktadır ^[11-13, URL-3].

Tablo 1. Doğu Karadeniz Havzasındaki KHES Projelerinin Durumu ^[URL-3]

KHES Projeleri	Adet	Kurulu Güç (MW)	Toplam Enerji (GWh/yıl)
Etüt programında yer alan veya ileri yıllarda ele alınacak olan	3	157	535,9
Planlaması veya kesin projesi tamamlanan	5	195	982,34
İnşa halinde olan	2	100	321,87
İşletmede olan	4	271	944,3
4628 sayılı EPDK hükümleri çerçevesinde yapılan projeler	45	764,72	2.760,37
Ön rapor aşamasında olan projeler	21	955	55
Fizibilite aşamasında olan projeler	201	1795,57	6.014,78
Su kullanım anlaşması yapılan projeler	40	804,51	2.906,52
İnşaatı devam eden projeler	121	2380,4	8.326,90
İnşaatı tamamlanan projeler	7	298,39	1.066,39
Toplam	449	7721,59	23.914,37

Tablo 2. Doğu Karadeniz Havzasındaki KHES Projelerinin İllere Dağılımı

[URL-3]

<i>İller</i>	Adet	Kurulu Güç (MW)	Toplam Enerji (GWh/yıl)
Trabzon	131	1160,28	4095,64
Ordu	46	824,72	2958,88
Giresun	78	1605,56	6198,44
Rize	94	1646,85	5339,16
Artvin	16	182,48	790,42
Gümüşhane	38	573,65	1633,27
<i>Toplam</i>	403	5993,54	21015,81

Sonuçlar-Öneriler

• Doğu Karadeniz havzası, su potansiyeli ve düşü yükseklikleri yönünden kapasitelerine göre (<10MW) ilk yatırım maliyetlerinin göreceli olarak düşük olması nedeniyle yatırımcıların ilgisini çeken küçük hidroelektrik santrallerin uygulanabileceği verimli bir havza olmasına karşılık, KHES'lerin tasarım-yapım-ışletme süreçlerinde ciddi teknik ve çevre sorunları ile karşılaşmaktadır. Genelde

Büyük çoğunluğu akarsuların yukarı havzalarında ve ormanlık bölgelerde yer alan hidroelektrik santrallerin ormanlara ve bitki örtüsüne en az zararı verecek şekilde inşa edilmesi gerekmektedir.

biriktirmesiz (yüklemesiz-beslemesiz) olarak projelendirilip inşa edilen bu santraller mevsimsel debi farklılıklarından daha fazla etkilenmeleri ile enerji üretiminde ciddi sorunlara sebep olabilecektir.

• Yükleme havuzlarının taşkın savakları ile korunması uygulamada göz ardı edilmekte bu da taşkınların tesise verebileceği zararları artırabilmektedir. Kuyruk suyu kanalları ya da balık geçitleri ile bırakılması gereken can suyu miktarına debinin az olduğu özellikle yaz aylarında uyulmaması canlı hayatı açısından ciddi sorunlar oluşturabilmektedir. Can suyunun belirlenmesi bilimsel ve çevresel gerçeklere göre belirlenmelidir.

• Büyük çoğunluğu akarsuların yukarı havzalarında ve ormanlık bölgelerde yer alan hidroelektrik santrallerin ormanlara ve bitki örtüsüne en az zararı verecek şekilde inşa edilmesi

gerekmektedir. Bu amaçla santral binasına suların daha çok tünellerle iletilmesi (düşürülmesi) teşvik edilmeli, orman ve bitki örtüsüne zarar verecek açık kanallar veya isale hatları sistemlerine projelerde mümkün olduğunca yer verilmemelidir. Bu imalatlar sırasında yol-tarihi yapılar-orman ve bitki örtüsüne verilecek zararlara yerel halkın tepkisi göz ardı edilmemelidir.

- Ülkemizde özellikle akarsulara bağlanan yan kollar üzerinde neredeyse hiç AGİ bulunmamaktadır. Bu ve benzer yan kollar üzerinde ise çok sayıda inşası başlanan ve başlanacak nehir tipi hidroelektrik santral projelendirilmiş bulunmaktadır. Ancak bu santrallerin proje debisi tayininde ya kısa süreli verilere sahip istasyonlar kullanılmakta ya da bu istasyonlara en yakın başka istasyonlar arasında korelasyon araştırması yapılmaktadır. Bu sebeple yapılan hidrolik tasarımlar ise üretilebilecek enerji miktarının ve tesis veriminin sağlıklı belirlenememesine sebep olmaktadır.

- Son 10 yılda elektrik enerjisi üretmek için iç ihtiyaca 81833 GWh enerji harcanmıştır. Yine enerjinin nakledilmesi sırasında son 10 yılda 41840 GWh, dağıtılması esnasında ise 230056 GWh enerji kaybı söz konusudur. Bu 10 yıllık süreçte nakil esnasında ve dağıtım esnasında oluşan toplam kayıp-kaçak enerji miktarı (271896 GWh), 2012 yılı Türkiye brüt enerji talebi değerinden (241903 GWh) %12,39 daha fazladır ve ülkemiz ekonomisine maliyeti açıkça ortadadır. Enerji üretim tesislerinin gelişen teknolojiye göre bakım-onarım ve rehabilitasyonunun yapılarak verimlerinin artırılması; endüstriyel tesislerin atıl ısılarından faydalanılması veya enerji üretilmesi yönünde çalışmaların yapılması gerekmektedir. Türkiye elektrik piyasasının, üretim ve dağıtımını içeren kapsamlı bir düzenlemeye ve yeniden yapılandırmaya ihtiyacı vardır.

- Yerel kaynaklara dayalı enerji üretimine fiyat desteği kendi ekonomi ve teknolojimizi geliştirecektir. Bu amaçla 8 Ocak 2011 tarihinde yürürlüğe giren 5346 sayılı kanunda değişiklik yapan 6094 sayılı kanun kapsamında yerel kaynaklara dayalı enerji üretimine fiyat desteği sağlanmış ayrıca yurt içinde gerçekleşen imalat için de teşvik mekanizması geliştirilmiştir. Ancak Türkiye'nin yabancı firmalardan destek almadan türbinlerin tasarım ve imalatlarını gerçekleştirdiği ilk %100 yerli hidroelektrik santrali 26.07.2012 tarihinde geçici kabulü yapılan Trabzon ilindeki 8,97 MW kurulu güce sahip Cuniş HES'tir. Dolayısıyla enerjide dışa bağımlılığı bitirmek amacıyla yerli kaynaklardan enerji üretirken kullandığımız ekipman yerli değilse dışa bağımlılık büyük ölçüde devam ediyor demektir.

- Geçmiş dönemlerde üretime geçen santrallerin verimleri günümüzde üretime geçen hidroelektrik santrallere oranla %3-5 daha düşüktür. Bununla beraber yıllarca işletmede olan tesislerin malzeme yorulmasından kaynaklı ayrıca bir verim kaybına uğradığı da bilinmektedir. TEİAŞ verilerine göre ülkemizde 1956 yılından bu yana devreye alınan hidroelektrik santraller mevcuttur. Bu santrallerin verimlilik değerleri belirlenmeli, verim artışı sağlanabilecek santrallerin tespiti yapılmalıdır. Yenileme ve bakım-onarım çalışmalarının yapılacağı santrallerin

bu dönemdeki üretim kaybının maliyeti ile bakım sonrası sağlanacak verim artışı sayesinde gerçekleşecek faydanın karşılaştırması yapılarak faydası yüksek olan santrallerin üretim programına göre en düşük kayıpların gerçekleşeceği dönemlerde rehabilitasyona alınması planlanmalıdır. Hidrolik kaynaklı elektrik üretim lisanslarının satışı dâhil enerji yatırımına başlama sürelerinde bu potansiyelden faydalanılmasına engel olan kişi ve kurumlara ciddi kontrol ve yaptırımlar getirilmelidir.

Kaynaklar

BOZKURT A.U. (2008), "Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Enerji Verimliliği Açısından Değerlendirilmesi", Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Fakültesi,

DEKETELAERE K. (2011), "Avrupa Birliği Yenilenebilir Enerji Politikası ve Hukukuna Bakış", Leuven Üniversitesi, Hukuk Fakültesi,

DEKTMK, *Dünya Enerji Konseyi Türk Millî Komit. Enerji Raporu 2011*, Ankara, 2012.

EPDK, *Elektrik Piyasası Sektör Raporu 2011*, Ankara, 2012.

EPDK, *Elektrik Piyasası Gelişim Raporu 2010-2011*, Ankara, 2012.

ETKB, *Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü 2012 Yılı Faaliyet Raporu*, Ankara, 2013.

GÜNELİ, S.S., FİLİMCİ, S., AYÇAN, K., "Enerji Politikalarına Genel Bakış ve Alternatif Enerji Politikaları", Dicle Üniversitesi, Elektrik&Elektronik Mühendisliği Bölümü, 2005.

PAMİR, A. (2003), *Türkiye ve Dünyada Doğal Kaynaklar ve Enerji Politikaları*,

TMMOB Makine Mühendisleri Odası Raporu, *Türkiye'nin Enerji Görünümü*, Yayın No MMO 588, 2012.

TEİAŞ, *Türkiye Elektrik Enerjisi 10Yıllık Üretim Kapasite Proje.2011*, Ankara, 2012.

CİNGİ, U. (2010), *Hidroelektrik Santral Tesisleri ve İşletilmesi*, İstanbul.

Jerdem M., "Küçük Hidroelektrik Santrallerin Tasarım Ölçütleri", Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2006

UZLU, E., FİLİZ, M.H., KÖMÜRCÜ, M.İ., AKPINAR, A., YAVUZ, O. (2008), "Doğu Karadeniz Havzasındaki Küçük Hidroelektrik Santrallerinin Durumu", VII. Temiz Enerji Sempozyumu, İstanbul.

Oğuz, S., "Yenilenebilir Enerji Küçük Hidroelektrik Santraller", UTES, İstanbul, 2008.

URL-1, <http://www.teias.gov.tr/TurkiyeElektrikIstatistikleri.aspx>

URL-2, <http://www.epdk.gov.tr/index.php/elektrik-piyasasi/yayinlar-raporlar>

URL-3, <http://www.doka.org.tr/files/yayin/files/page159.html>