

Nükleer enerjiye geçişte Türk toplumunun tepkisinin duygu analizi ile tespit edilmesi

Uğur Bilgin^{*1}, Selin Soner Kara², Kenan Mengüç³

¹Yıldız Teknik Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği, Türkiye, ugur.bilgin@std.yildiz.edu.tr

²Yıldız Teknik Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği, Türkiye, ssoner@yildiz.edu.tr

³Istanbul Teknik Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği, Türkiye, menguck@itu.edu.tr

(Received: 11 March 2024, Accepted: 12 March 2024)

(4th International Conference on Innovative Academic Studies ICIAS 2024, March 12-13, 2024)

ATIF/REFERENCE: Bilgin, U., Kara, S. S. & Mengüç, K. (2024). Nükleer enerjiye geçişte Türk toplumunun tepkisinin duygu analizi ile tespit edilmesi. *International Journal of Advanced Natural Sciences and Engineering Researches*, 8(2), 451-459.

Abstract – Nükleer enerjiye geçişte toplum tarafından verilen tepkiler sosyal medyada yer alan yorumların analizi ile ölçülebilmektedir. Ancak, binlerce yorumun tek tek okunarak incelenmesi her zaman mümkün değildir. Bu zorlukla baş edebilmek için, Transformer yöntemi duygu analizi amacıyla çalışmamızda kullanılmıştır. Bu yaklaşım, diğer derin öğrenme yöntemlerine kıyasla başarılı sonuçların daha kısa süre içinde elde edilmesi nedeniyle daha verimli bulunmaktadır. Bu çalışmada, özellikle "kirli metin" olarak adlandırılan sosyal medya yorumlarının analizi üzerine odaklanan çoklu-etiketli doğal dil işleme (NLP) modeli tanımlanmıştır. Türkçe yorumlarda, nükleer enerji santrallerinin kurulmasıyla ilgili pozitif duyguların yanı sıra yaygın olarak olumsuz bakış açıları da bulunmaktadır. Bu çalışmanın temel amacı, Türk toplumunun zaman içinde nükleer enerjiye geçişe yönelik dinamik algısını belirlemek ve metin madenciliğinde öne çıkan bir teknik olan NLP'yi kullanarak kapsamlı bir analiz yapmaktır. Çalışmadan elde edilen sonuçların, karar vericilerin geçişle ilgili politikalar oluşturmasına rehberlik etmesi amaçlanmaktadır.

Keywords – NLP, Transformer, Duygu Analizi, Çoklu Etiket, Nükleer Enerji.

I. GİRİŞ

Türkiye gibi büyük ve çeşitli enerji ihtiyaçlarına sahip bir ülke için, nükleer enerjiye geçiş önemli bir stratejik adımı ifade etmektedir. Ancak, bu dönüşüm sadece enerji altyapısının değişimiyle sınırlı değildir; aynı zamanda toplumun bu değişikliğe yönelik bakış açısının, algısının ve tepkilerinin de dikkate alınması gereken bir unsurdur. Günümüzde, Türkiye'nin nükleer enerjiye geçiş sürecinde toplumun bu dönüşüme verdiği tepkiler, politika oluşturucular için büyük öneme sahiptir. Politika oluşturucular, halkın bu konudaki düşüncelerini ve endişelerini anlamak zorundadır çünkü bu görüşler, nükleer enerji politikalarının kabul edilebilirliği ve uygulanabilirliği üzerinde büyük etkiye sahiptir. Nükleer enerji uzun zamandır Türkiye'nin enerji gündeminde yer almakta, enerji bağımsızlığını artırmak ve çevresel etkileri minimize etmek amacıyla çeşitli kaynaklarla nükleer enerjiyi desteklemeyi hedeflemektedir. Rusya ile imzalanan anlaşmalar, Türkiye'nin nükleer enerji gelişimine yönelik ilk adımlarını işaret etmiştir. Anlaşmanın bir sonucu olarak, Akkuyu Nükleer Güç Santrali projesi başlatılmış ve şu anda inşaat halindedir. Santral dört reaktörden oluşacak ve tamamlandığında Türkiye'nin enerji ihtiyacına önemli bir katkı sağlaması beklenmektedir. Ancak, nükleer enerji ile ilişkili güvenlik endişeleri, maliyetler ve çevresel riskler, projenin çeşitli yönlerinin sürekli olarak değerlendirilmesine neden olmuştur [1].

Toplumun görüşleri ve tutumları nükleer enerjiye geçiş sürecinin başarısında ve politikaların oluşturulmasında kritik bir rol oynamaktadır. Karar vericiler, enerji politikalarını oluştururken toplumun görüşlerini ve endişelerini dikkate almalıdır. Kamuoyu araştırmaları, halkın görüşlerini ölçmek için yaygın olarak kullanılan bir araştırma yöntemidir. Ancak, zamanla, anketlerin çeşitli faktörler nedeniyle popülaritesi azalmıştır. Bunlar, yanıltıcı ve önyargılı olma potansiyelleri, anket sorularının nasıl ifade edildiği, duygusal tepkilerin karmaşık konularda doğru bir şekilde ölçülmesinin zorluğu [2], evrilen toplumsal görüşleri tam olarak yakalama kapasitesinin sınırlılığı [3] ve katılımcıların gerçek düşüncelerini saklama eğilimleri [4] gibi faktörleri içerir. Bu zorlukları göz önünde bulundurarak, sosyal medya analizi, günümüzde toplumsal görüş elde etmenin en önemli araçlarından biri olarak ortaya çıkmaktadır. Sosyal medya analizi, geniş bir kullanıcı tabanına erişim sağlar, böylece hızlı ve büyük ölçekli veri toplama imkânı sağlar [5], ve kullanıcıların duygusal tepkileri, düşünceleri ve görüşleri doğrudan gözlemlenebilir [6]. Ancak, avantajlarına rağmen, sosyal medya analizi, sosyal medya verilerinin güvenilirliği ve doğruluğu [7] ve tüm kullanıcı türlerinin temsil edilmemesi [8-9] gibi zorluklarla karşılaşmaktadır, bu da etkili veri analizini engelleyebilmektedir. Bu dezavantajı aşmak için duygu analizi kullanılır. Duygu analizi, kullanıcıların duygularını ve görüşlerini daha iyi anlamak için güvenilir ve güçlü bir araç olarak hizmet eder [10]. Binlerce kişinin yorumlarını ve düşüncelerini incelemek hem zaman alıcı hem de her zaman mümkün olmayabilir [11]. Ancak, büyük miktardaki metinden kullanışlı bilgilerin otomatik olarak çıkarılma ihtiyacı önemli ölçüde artmış ve doğal dil işleme ve metin madenciliği gibi gelişmiş teknolojiler bu noktada devreye girmiştir [12]. Özellikle, derin öğrenme modeli olan Transformer'ın entegrasyonu, bu alanda hızlı ilerlemeler sağlar [13]. Bu yöntem, büyük veri kümelerini işlemek ve metin madenciliğinde anahtar kelimeleri ve trendleri belirlemek için öne çıkar [14]. Bu nedenle, Transformer yöntemi, çalışmamızda toplumsal tepkinin belirlenmesi ve analiz edilmesi için kullanılmaktadır. Nükleer enerjiye geçişin toplum tarafından nasıl algılandığını anlamak ve analiz etmek, gelecekteki enerji politikalarını şekillendirmek açısından son derece önemlidir.

Çalışmanın amaçları aşağıdaki gibidir:

- Haber makalelerinden üretilen bireysel yorumları içeren YouTube yorumlarını analiz ederek, Türk toplumunun nükleer enerjiye geçişe yönelik tepkilerini ve kabul düzeyini ölçmek.
- Nükleer enerji için toplumun değişen algılarını zaman içinde ölçmek. Değişen algıların nedenlerini belirlemek ve buna göre politika önerileri geliştirmek.

Çalışmanın yapısı aşağıdaki gibidir: 2. Bölümde, sosyal medyanın insan davranışlarını nasıl etkilediğine dair ilgili çalışmalar ve kullanılan yöntem açıklanmaktadır. 3. Bölümde, veri setinin tanımlaması ve deneysel sonuçlara, son olarak, 4. Bölümde sonuçlara yer verilmiştir.

II. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Sosyal Medyanın Kullanımı, Etkisi ve Kamuoyu Görüşü

Mobil telefonların ve internetin kullanımının paralel olarak artmasıyla, sosyal medya kullanımı da artmış, istenilen verilere sosyal medya aracılığıyla daha kolay erişim sağlanmıştır. Son zamanlarda, LinkedIn, Twitter, Facebook ve YouTube gibi sosyal medya platformları, özellikle pandemi döneminde oldukça popüler hale gelmiştir. Sosyal medya kullanımındaki artış, sosyal medya verilerini kullanarak duygu analizinin kamuoyu görüşlerini belirlemede kritik hale gelmesini sağlamıştır. Enerji teknolojileri ve stratejilerine ilişkin vatandaşların algıları ve beklentilerinin, medyadaki bilgi akışının etkisiyle şekillendiği belirtilmiştir [15-16]. Medyanın, iklim politikalarının uygulanmasında önemli olduğu vurgulanmıştır [17]. Sonuç olarak, sosyal medyanın gelecekte benzer durumları öngörmeye yardımcı olabileceği görülmektedir. Bu avantajlar, araştırmacıları anketler yerine sosyal medyayı bir veri kaynağı olarak kullanmaya teşvik etmektedir. Facebook, YouTube, Instagram, Twitter, Weibo ve diğer platformlardaki verilere erişilebilirlik ve kullanım kolaylığı, Doğal Dil İşleme'de duygu analizini popüler hale getirmiştir. 2010 ve 2022 yılları arasında yayımlanan duygu ve içerik analiziyle ilgili 115 çalışma incelendiğinde, bu çalışmaların yalnızca 30'unun duygu analizi ile ilgili olduğu ve toplam 36 çalışmanın YouTube yorumlarını kullandığı görülmüştür [18]. Çalışmamızda, teknik yorumların bol miktarda olması, karakter sınırlamalarının olmaması ve konuyla ilgili geçmiş verilere kolayca erişilebilmesi nedeniyle veriler YouTube'dan toplanmıştır. Teknolojik ilerlemeler, halkın kabulünü ve desteklenmesini hızlandırmak için

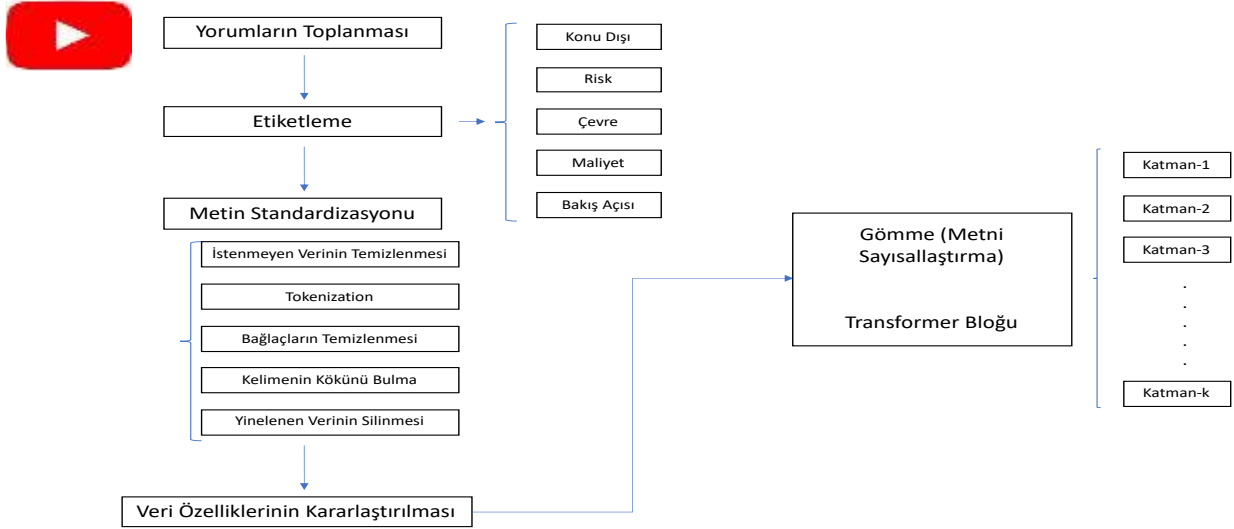
kamuoyunun önemli olduğunu göstermektedir. Medya, bireylerin karar verirken en belirgin ve dolayısıyla en erişilebilir düşüncelere dayanarak tutumlar oluşturmalarına yardımcı olur [19]. Bu doğrultuda, Telpress International'da enerji topluluklarıyla ilgili çevrimiçi haber verileri incelenmiş ve halkın farkındalığını ve bu konunun medyadaki önemini anlamak için analiz edilmiştir. Çalışma, düşük karbonlu bir enerji geçişini teşvik etmek için olası adımları belirlemiştir [17]. Karar alıcılar, sosyal medya tabanlı analiz çalışmalarını aracılığıyla ortak toplumsal görüşü gerçek zamanlı olarak belirlemenin önemini vurgulamaktadır.

2.2. Derin Öğrenme ve Transformer

Duygu analizi için yaygın olarak derin öğrenme yöntemleri kullanılmaktadır çünkü bu yöntemler, metin verilerinin temsillerini öğrenme yeteneğine sahiptir. Derin öğrenme modellerinin duygu analizinde avantajı, elverişli özelliklerin otomatik olarak çıkarılabilmesi için manuel olarak tasarlanmış özellik çıkarma yöntemlerine dayanmamasıdır. Dolayısıyla, derin öğrenme modelleri, alan uzmanlığına ihtiyaç duymaz ve toplumsal görüşlerde duygu tespiti daha erişilebilir hale gelir. Bu yöntemlerde, metin verisi öncelikle ön işleme tabi tutulur ve ardından GloVe ve word2vec gibi önceden eğitilmiş gömme modelleri kullanılarak kodlanır. Bu gömme modelleri daha sonra CNN, RNN, LSTM, GRU ve transformer tabanlı modeller gibi derin öğrenme modellerine beslenir ve öğrenme ve sınıflandırma için kullanılır. Çalışmamızda kullanılan transformer modeli ilk olarak Vaswani ve diğerleri tarafından önerilmiştir [20]. Bu model, araştırmacıların metinsel verilere yenilikçi yöntemlerle yaklaşmasını sağlamış ve etkili bir şekilde bağlamsal kelime temsilleri elde etme etkinliği nedeniyle bu alanda giderek popüler hale gelmiştir. Metin özetleme görevleri için transformer modellerinin kullanımı [21], farklı duygu seviyelerini metin tabanlı verilerden algılamak için transformer modellerinin kullanımı [22] ve büyük veri kümelerinden yararlı bilgilerin çıkarılması için transformerların kullanımı [23] gibi çeşitli NLP uygulamaları bulunmaktadır. Ancak, mevcut araştırmaların aksine, bizim çalışmamızın amacı, toplumun genel algısını tespit etmek ve karar alıcılara politika oluşturmada yardımcı olmaktır. Bu hedefe ulaşmak için, bir transformer tabanlı model geliştirdik ve toplanan verilerin analizi ve tahmin edilmesi için çok etiketli bir yaklaşım kullandık. Bu çalışmada, daha önce keşfedilmemiş bir veri kümesini temsil eden nükleer enerji ile ilgili YouTube videolarının altındaki yorumlar analiz edilerek, çevreciler, tüketiciler, enerji şirketleri, politikacılar ve kamu kurumları da dahil olmak üzere nükleer enerjiye geçişle ilgili tüm paydaşları bir araya getirmek amaçlanmıştır. Amacımız, toplum içinde nükleer enerjiye geçişe karşı olan ya da buna destek veren seviyeyi değerlendirmektir. Bu çalışmanın bulguları, tüm paydaşların ihtiyaçlarını karşılayan ve toplum içinde nükleer enerjiye geçişini teşvik eden kapsayıcı politikaları oluşturmak için karar alıcılara rehberlik etmek açısından önemlidir. Ayrıca, geliştirilen dinamik çerçeve, benzer konularla ilgili gelecekteki çalışmalar için bir referans olarak hizmet edecektir.

2.3. Metodoloji

Bu bölümde, sosyal medyadan elde edilen kullanıcı yorumlarını; toplama, etiketleme, standartlaştırma, işleme ve Transformer modelini uygulama aşamaları açıklanmıştır. Bu aşamalar, Şekil 1'de şematik olarak sunulmuştur.



Şekil 1. Veri işleme süreci

Transformer, giriş verisinin her bir parçasının önemini farklı şekilde ağırlıklandıran öz-dikkat mekanizmasını benimseyen bir derin öğrenme modelidir. Tekrarlayan Sinir Ağları (RNN'ler) gibi, Transformer da çeviri ve metin özetleme gibi görevler için doğal dil gibi ardışık giriş verilerini işlemek üzere tasarlanmıştır. Ancak, RNN'lerin aksine, Transformer girişi bir kerede işler. Bu, RNN'lere kıyasla daha büyük paralelleştirme sağlar ve eğitim sürelerini azaltır. Transformer algoritmasının etkililiği, daha büyük veri kümeleri üzerinde eğitim yapılmasına ve daha kısa eğitim sürelerine izin veren yapısına bağlanabilir. Transformer mimarisinin büyük ölçekli eğitim veri kümelerini destekleme yeteneği birçok çalışmada gösterilmiştir. Transformer, genellikle CNN'ler ve RNN'lerden daha fazla kapasiteye sahip olduğu için büyük miktarda eğitim verisi ile daha iyi performans gösterir. Transformer'ın ana avantajı, giriş verisindeki düğümler arasındaki küresel bağımlılıkları modellemek için öz-dikkat mekanizmasının kullanılmasıdır.

Süreci incelediğimizde, YouTube'da nükleer enerji santralleri ile ilgili yorumlar toplandıktan sonra, yorumlar etiketlenir ve ardından toplanan yapılandırılmamış metin verilerine metin standartlaştırma adımları uygulanır. Bunlar, küçük harfe dönüştürme, veri temizleme (sayısal değerleri, noktalama işaretlerini, web adreslerini ve gereksiz boşlukları kaldırma), stopword'leri (ortak bağlaçlar vb.) kaldırma ve yinelenen yorumları silme gibi dönüşümleri içerir. Tokenization aşamasında, metin bireysel kelimelere bölünür, böylece kelime çeşitliliği ve sıklığı analiz edilebilir. Metin standartlaştırma aşamasından sonra, veri özellikleri hakkında kararlar alınır, bunlar kelime dağarcığı çeşitliliği ve yorumların standart uzunluğunu içerir. Kelime dağarcığı çeşitliliği belirlendikten sonra, her yorumun uzunluğu standart bir uzunluğa ulaşacak şekilde ayarlanır. Uzunluk değerinin, yorumlardaki maksimum kelime uzunluğundan daha küçük, ortalama kelime uzunluğundan daha büyük olması tercih edilir. Bu değer modelin performansını etkilemektedir. Belirtilen uzunluk değeri, bazı yorumlardaki kelime sayısından daha büyükse, eksik kısım 0 değeriyle doldurulur. Bazı yorumlar belirtilen uzunluktan daha fazla kelime içerebilir. Bu durumda, belirtilen sayısal değerle ilk kelime arasındaki kelimeler kodlanır ve veri kümesinden kalan kelimeler kaldırılır. Bu aşamada bazı bilgiler kaybolur, ancak karşılığında işleme hızı ve doğruluk artar. Bu çalışma için kelime çeşitliliği 10000 olarak belirlenmiş ve maksimum kelime uzunluğu 80 olarak belirlenmiştir. Gömme bloğunda tüm kelimeler sayısal değerlere kodlanır. Bu, tüm verilerin matematiksel olarak kullanılabilir olmasını sağlar. Gömülü veri, Transformer bloğu kullanılarak işlenir.

Nükleer enerjiye geçişle ilgili binlerce kullanıcı yorumunu analiz etmek, zaman ve kaynak kısıtlamaları nedeniyle her zaman mümkün olmayabilir. Bu zorluğun üstesinden gelmek için, uygulamamızda diğer derin öğrenme yöntemlerine kıyasla daha kısa sürede daha başarılı sonuçlar elde etmeyi amaçlayarak Transformer yöntemi entegre edilmiştir. Transformer yöntemi, Python programlama diliyle kodlanmış, veriler 2011'den 2023'e kadar etiketleyerek eğitilmiş ve bu eğitilmiş veriler ile tahminleme yapılmıştır.

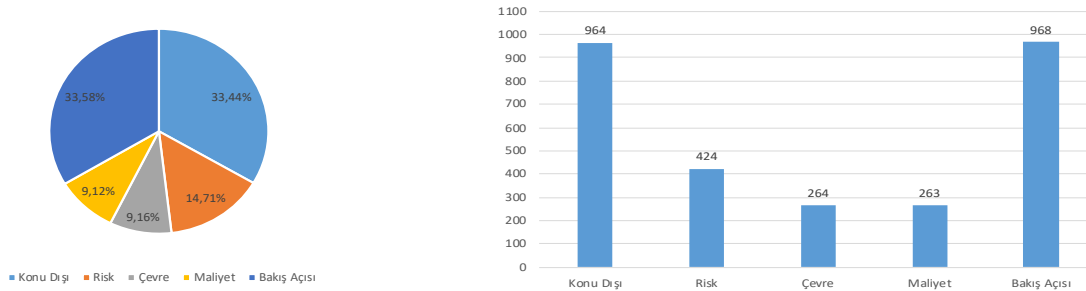
III. BULGULAR

3.1. Veri Seti Tanımlama

Toplumun nükleer enerjiye geçişte algıladığı zorlukları doğal dil işleme yoluyla tespit etmek amacıyla YouTube videolarındaki yorumlar toplandı. Diğer sosyal medya platformlarından veri toplamak için API kodları gereklidir ve geçmiş verilere erişimde manuel veri toplama mümkün değildir. Ayrıca, API kodları kullanılsa bile özel hesaplara erişmek mümkün değildir. Bu, sınırlı veri edinimiyle sonuçlanır. Bu nedenle, teknik yorumların bol olduğu, karakter sınırlarının olmadığı ve konuyla ilgili tarihsel verilere kolay erişilebilmesi nedeniyle veriler YouTube'dan toplandı. Özellikle, API kodları kullanılarak veri toplama zorlukları ve diğer sosyal medya platformlarında gizlilikle ilgili kısıtlamaların, böyle analizlerde karşılaşılan ortak sorunlar olduğu düşünülmektedir. 2011 ile 2023 arasında, nükleer enerji ile ilgili haber içerikli YouTube videolarından toplam 2599 yorum toplanmıştır. Yineleme içeren yorumlar kaldırıldıktan sonra, veri seti, 2477 benzersiz yorumdan oluşmuştur. Türk toplumunun Türkçe olarak yapılan yorumlarını içeren veri kümesine standartlaştırma işlemi uygulandı. Bu bağlamda, noktalama işaretleri kaldırıldı ve tüm metinler küçük harfe dönüştürüldü. Bu işlemlerin sonucunda, 10918 farklı kelime olduğu görülmüştür. Yorumların istatistiksel verilerine bakıldığında ortalama kelime sayısının 19, standart sapması ise 26 olduğu görülmüştür. Modelimizde kullanılacak minimum kelime sayısı, maksimum kelime sayısı ve kelime çeşitliliğini belirlemek için modelimiz farklı varyasyonlarda çalıştırıldı ve 'Roc Auc Skoru' en yüksek değerler optimal değerler olarak kabul edildi. Modelimizde 10000 kelime çeşitliliği, 80 maksimum kelime uzunluğu ve 1 minimum kelime uzunluğu olarak kabul edildi.

Toplanan yorumlar, konu dışı, düşük risk, yüksek risk, çevreye olumsuz etki, çevreye olumlu etki, düşük maliyet, yüksek maliyet, negatif bakış açısı ve pozitif bakış açısı olmak üzere 9 etiketle etiketlendi. Yorumlar etiketlendikten sonra, anlamlı sonuçlar elde etmek için konu dışı, risk, çevre, maliyet ve bakış açısı olmak üzere beş ana küme oluşturuldu. Veri örneğinin toplanmasından bu yana yapılan analizlerden, konu dışı veriler hariç, bu dört duygunun toplum tarafından ağırlıklı olarak dikkate alındığı açıktır. Bu duygular, tüketicilerden, satıcılardan, şirketlerden, çevrecilerden, kamu otoritelerinden ve diğerlerinden oluşan enerji sektöründeki tüm paydaşlar için ortak bir paydaş görevi görür. Karar vericilerin, tüm paydaşları aynı karar alma noktasında bir araya getirmek için bu dört duyguyu ele alan politikalar oluşturması gerektiği gözlemlenmektedir. Bu duyguların genel karar alma sürecinde baskın olduğu göz önüne alındığında, çalışmamız da bu dört duyguyu buna göre ölçmektedir.

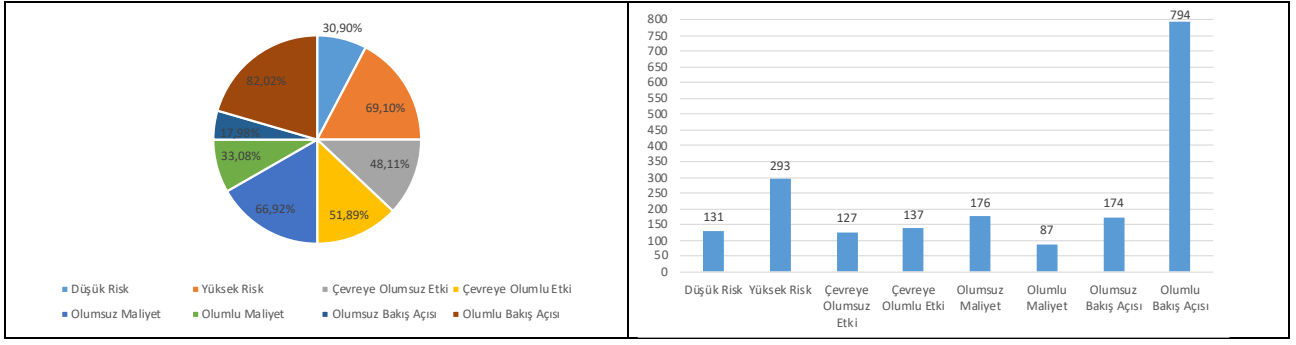
YouTube'dan toplanan yorumların beş ana kategoriye dağılımı Şekil 2'de sunulmuştur. Bir yorum birden fazla duyguyu içerebilmektedir ve bu husus çalışmamızda dikkate alınmıştır. Bu, bir yorumun birden çok farklı etiket içerebileceği anlamına gelmektedir.



Şekil 2. Yorum sayıları ve yüzdeleri

Bu beş etiketin dağılımını incelediğimizde, özellikle bakış açısı kategorisinin diğerlerine göre daha fazla yorum içerdiği gözlemlenmektedir. Bu durum, insanların nükleer enerjiye olan bakış açılarının, risk, çevresel etki ve maliyet gibi faktörleri aştığını göstermektedir. Özellikle 2021 yılından itibaren yapılan yorumlarda önemli bir artışın olması, konunun giderek daha fazla dikkat çektiğini ve toplumda tartışıldığını göstermektedir.

3.1. Deneysel Sonuçlar



Şekil 3. Etiketlere göre yorum sayıları ve yüzdeleri

Şekil 3'te yorumların sekiz etiket türüne göre dağılımı yer almaktadır. Risk yorumları incelendiğinde, kullanıcılar tarafından nükleer enerji santrallerinin yüksek riskli olarak algılandığı görülmektedir. Yorumların analizi, özellikle Çernobil felaketinin etkileri nedeniyle, kimyasal kirlilik sızıntısı bu enerji türünün yüksek riskli olarak değerlendirildiğini ortaya koymaktadır. Ancak, bazı durumlarda, kamu algısı doğrudan gerçek risklerle örtüşmeyebilir. Bilgi eksikliği, medya etkisi ve duygusal tepkiler gibi faktörler, kamu algısını şekillendiren faktörler arasında önemli bir rol oynamaktadır.

Çevreyle ilgili yorumlara bakıldığında az da olsa çevreye olumlu katkının daha fazla olduğu kanısı oluşmuştur. Nükleer enerji santralleri, radyoaktif sızıntılar, nükleer atık yönetimi ve reaktör kazaları gibi potansiyel riskler nedeniyle çevresel endişeleri gündeme getirmektedir. Ancak, nükleer enerji santrallerinin halk arasında pozitif etkilere sahip olduğu algısı da vardır. Bu algının, nükleer enerji hakkında yayınlar ve gelişmiş ülkelerden örnekler gibi etkilerden etkilendiği düşünülmektedir. Nükleer enerjinin verimliliği ve enerji üretimi ile ilgili sürekliliği gibi pozitif yönleri, bu algının şekillenmesinde rol oynamaktadır.

Maliyet yorumlarına bakıldığında, maliyet yorumlarının yaklaşık %67'sinin olumsuz bir maliyet algısı oluşturduğu gözlemlenmektedir. Kurulum maliyetleri, depolama sorunları ve bazı yerel faktörler maliyetleri etkileyebilmekte ve genel maliyet etkinliğinin değerlendirilmesini karmaşık hale getirebilmektedir. Bu belirsizlikler ayrıca kamuoyunun maliyet algısını da etkileyebilmektedir. Maliyetle ilgili yorumlar incelendiğinde, yaygın görüşün maliyet etkin olmadığı yönünde olduğu görülmektedir. Yüksek başlangıç yatırım maliyeti ve anlaşmalarda belirtilen halka yüksek birim satış maliyeti, bu enerji türünün maliyeti hakkında halk arasında olumsuz bir algı oluşturmuştur. Ancak, nükleer enerjinin verimliliği ve sürekli enerji üretimi gibi yönleri de göz önünde bulundurularak maliyet analizleri genişletilmeye çalışılmaktadır. Enerji sektöründeki teknolojik ilerlemeler ve yenilikler ile birlikte, nükleer enerjinin maliyet etkinliği konusundaki görüşlerin değişeceği düşünülmektedir.

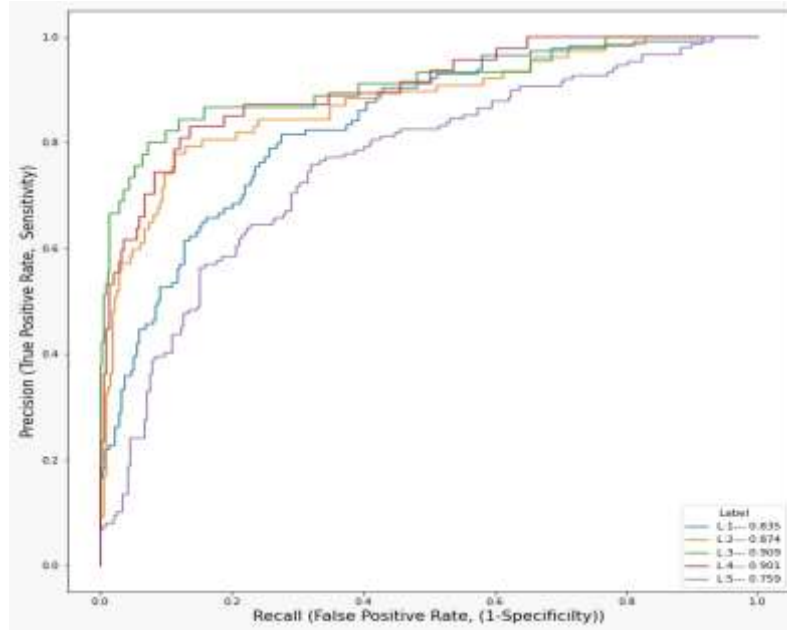
Bakış açısına yönelik yorumlara bakıldığında toplumun yaklaşık %82'si nükleer enerji konusunda olumlu bir tavır sergilemektedir. Nükleer enerjinin özellikle verimlilik ve sürekli enerji üretimi yönleriyle halk tarafından daha çok benimsendiği görülmektedir. Nükleer enerjiye ilişkin riskler, çevresel endişeler ve maliyetlerin yanı sıra algılanan verimlilik ve sürdürülebilirlik, nükleer enerjiye olan tercihi şekillendirmede önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır.

Çalışmamızın ikinci aşaması olan tahminleme aşamasında, doğal dil işleme görevleri için güncel bir mimari olan Transformers modelini uygulamak için Python programlama dili ve Keras kütüphanesini kullandık. Transformers modelini, metin tabanlı yorumlar gibi sıralı verileri işleme yeteneği nedeniyle seçtik. 2011 ile 2023 yılları arasında YouTube'dan topladığımız 2599 yorumdan oluşan etiketli veri kümemizi kullanarak tahminde bulunduk. Performans değerlendirmesi sağlamak için veri seti %20 test kümesi, %70 eğitim kümesi ve %10 doğrulama kümesi olacak şekilde rasgele ayrılmıştır. Transformers modelinin gücünden faydalanarak, yorumların çalışmamızda belirlenen beş ana kategoriye doğru bir şekilde tahmin edilmesini amaçladık. Modeli çalıştırarak elde edilen değerler Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Çoklu etiket modelinin performans değerleri

Etiket	Doğruluk	Roc_Auc	Hassasiyet	Hatırlatma	F1_Skor
Konu Dışı	0,785	0,835	0,663	0,553	0,603
Risk	0,883	0,874	0,848	0,500	0,629
Çevre	0,935	0,909	0,750	0,666	0,705
Maliyet	0,925	0,901	0,765	0,553	0,642
Bakış Açısı	0,718	0,759	0,649	0,584	0,615

Bu çalışmada kullanılan veri seti, bazı duyguların yorumlarda eşit olarak temsil edilmediği, yani sınıfların eşit dağılmadığı bir veri setidir. Özellikle, konu dışı ve bakış açısı verilerinin önemli miktarda olduğu görülüyor ki bu durum, modelin farklı duygular arasında ayırım yapma yeteneğini etkileyebilmektedir. Bu sınıf dengesizliğini göz önüne alarak modelin performansını değerlendirmek için 'Roc Auc Skoru' ölçümünü kullandık. Her bir etiket için performans metrikleri Tablo 1'de özetlenmiştir. Risk, çevre ve maliyet etiketlerinin iyi performans gösterdiğini gözlemledik, ancak daha fazla veri hacmine sahip olan içerik dışı ve bakış açısı etiketlerinin performansı nispeten daha düşüktür. Ayrıca, risk için hassasiyet puanının tatmin edici olduğunu, ancak hatırlama puanının düşük olduğunu gözlemledik. Tüm etiketler için orta ila düşük düzeyde F1 skorları elde edilmiş olup, bunun veri setindeki 0 ve 1 arasındaki dengesizlikten kaynaklandığı değerlendirilmektedir. Ancak, 'bakış açısı' etiketi hariç, 'Roc Auc Skoru'nun 0,80'den büyük olması başarılı bir model performansını gösterir. Şekil 4'te beş farklı etiket için çoklu etiketli modelin performansını görsel olarak temsil eden roc eğrisi ve eğrilerin altındaki alanlar sunulmuştur.



Şekil 4. Çoklu etiket modeli için Roc Auc Skoru

Toplanan veriler, toplum içinde nükleer enerjiye karşı artan pozitif bir duygu olduğunu vurgulamaktadır. Ancak, nükleer enerjiyi tamamen benimsemek ve yaygın kabulünü teşvik etmek için eğitim, farkındalık kampanyaları ve kapsamlı bilgi paylaşımı gibi girişimler önemlidir. Karar vericiler, bu konuları ele alırken verilerden elde edilen iç görüleri öncelik vermelidir. Böylelikle, nükleer enerjiye geçiş hızlandırılabilir ve toplum tarafından daha geniş çapta kabul edilebilir hale getirilebilir.

IV. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Bu çalışmanın en önemli kısmı, toplumun nükleer enerjiye geçiş sırasındaki tepkilerini ölçme yeteneğidir. Sosyal medyanın etkisi, toplumsal gündemleri şekillendirmede önemli bir rol oynar. Türkiye gibi çeşitli ve geniş enerji ihtiyaçlarına sahip bir ülke için, nükleer enerjiye geçiş stratejik bir adımı temsil eder, ancak toplum tarafından benimsenmesi her zaman kolay olmamıştır. Bu nedenle, bu çalışmada

kullanılan metodoloji, toplumun nükleer enerjiye geçişe verdiği tepkileri tespit etme, sınıflandırma, analiz etme ve karar vericilere rehberlik etme konularında önemli bir öneme sahiptir.

Toplumun yaklaşık %82'sinin nükleer enerjiye geçişe olumlu bir tutum sergilediği gözlenmiştir. Karar vericiler için bu önemli yönü ölçmek için sosyal medyadaki yorumlar NLP kullanılarak analiz edilmiştir. Bu enerji türünün toplum tarafından tam olarak benimsenmesi için, karar vericilerin eğitim, farkındalık kampanyaları ve tanıtımlara odaklanması hayati öneme sahiptir.

YouTube'dan toplanan veriler analiz edildiğinde, belirlenen noktalar şöyle sıralanabilir:

- Nükleer enerjinin güvenliği, atık yönetimi ve çevresel etkileri konusunda net bir halk görüşü olmamasına rağmen, enerji ihtiyacı halkın nükleer enerjiyi kabulünde etkilidir.
- Hükümet tarafından desteklenen projelerin halk tarafından benimsenmesini teşvik etmede etkilidir.
- Nükleer enerjinin olumsuz algıları arasında radyasyon tehlikeleri, çevresel kirlilik, atık yönetimi, yüksek yatırım ve işletme maliyetleri bulunmaktadır.

Sosyal medya kullanıcı yorumlarının analizi, nükleer enerjiye geçişle ilgili halktaki şüphelerin belirlenmesini sağlamaktadır. Bu analizlerin yardımıyla, karar vericilerin nükleer enerjiye yönelik toplumun bakış açısını yönlendirebileceği ve geçiş sürecini hızlandırabileceği düşünülmektedir. İnsanların nükleer enerjiye ilişkin bakış açısının değişmesi, planlanmış eğitim ve bilgilendirme faaliyetleriyle kolaylaşabilmektedir. Bulgular, bilgi yayılması, teknolojik ilerlemeler ve eğitimin zaman içinde toplumun algısını değiştirebileceğini göstermektedir. Sonuç olarak, yeni politikaların uygulanmasından önce ve sonra toplanan verilerin karşılaştırılması, politika etkinliğinin değerlendirilmesini sağlama açısından önemli olacaktır.

REFERANSLAR

1. Jungherr, A., Jürgens, P., & Schoen, H. (2012). Why the pirate party won the German election of 2009 or the trouble with predictions: A response to Tumaşjan, A., Sprenger, T. O., Sander, P. G., & Welppe, I. M. "Predicting elections with Twitter: What 140 characters reveal about political sentiment." *Social Science Computer Review*, 30(2), 229-234. <https://doi.org/10.1177/0894439311404119>.
2. Garcia, M.N.M. (2020). Information retrieval and social media mining. *Information*, 1(12), 578; <https://doi.org/10.3390/info11120578>.
3. Babu, M.S., Ali, A.A., Rao, A.S. (2014). A Study on Information Retrieval Methods in Text Mining. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT) NCDMA – 2014*, 2(15). <https://doi.org/10.17577/IJERTCONV2IS15028>
4. Aftab, F., Bazai, S.U., Marjan, S., Baloch, L., Aslam, S., Amphawan, A., Neo, T.-K., 2023. A comprehensive survey on sentiment analysis techniques. *International Journal of Technology*, 14(6), 1288-1298. <https://doi.org/10.14716/ijtech.v14i6.6632>
5. Kokab, S.T., Asghar, S., & Naz, S. (2022). Transformer-based deep learning models for the sentiment analysis of social media data. *Array*, 14, 100157. <https://doi.org/10.1016/j.array.2022.100157>.
6. Pejić Bach, Mirjana; Krstić, Živko; Seljan, Sanja; Turulja, Lejla (2019). Text mining for big data analysis in financial sector: A literature review. *Sustainability*, 11(5), 1277. <https://doi.org/10.3390/su11051277>.
7. Sun, S., Luo, C., & Chen, J. (2017). A review of natural language processing techniques for opinion mining systems. *Information Fusion*, 36, 10–25. <https://doi.org/10.1016/j.inffus.2016.10.004>.
8. Daniel W.O., Julian R.M., and Jugal K.K. (2020). A survey of the usages of deep learning for natural language processing. *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, 99, 1-21. <https://doi.org/10.1109/TNNLS.2020.2979670>.
9. Khurana, D., Koli, A., Khatter, K., Singh, S. (2023). Natural language processing: State of the art, current trends and challenges. *Multimedia Tools and Applications*, 82, 3713–3744. <https://doi.org/10.1007/s11042-022-13428-4>.
10. Greff K, Srivastava RK, Koutník J, Steunebrink BR, Schmidhuber J (2016). LSTM: A search space odyssey. *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, 28(10), 2222–2232. <https://doi.org/10.1109/tnnls.2016.2582924>.
11. Mathew, L., Bindu, V.R. (2020). A review of natural language processing techniques for sentiment analysis using pre-trained models. *ICCMC 2020*, 340-345. <https://doi.org/10.1109/ICCMC48092.2020.ICCMC-00064>.
12. Bahdanau D, Cho K, Bengio Y (2015). Neural machine translation by jointly learning to align and translate. In *ICLR 2015*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1409.0473>.
13. Devlin J, Chang MW, Lee K, Toutanova K, (2019). Bert: pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding. In *NAACL 2019*. <https://doi.org/10.18653/V1/N19-1423>.
14. Murphy, J., Link, M. W., Childs, J. H., Tesfaye, C. L., Dean, E., Stern, M., Pasek, J., Cohen, C., Callegaro, M., Harwood, P. (2014). Social media in public opinion research: Executive summary of the aapor task force on emerging technologies in public opinion research. *Public Opinion Quarterly*, 78(4), 788–794. <http://www.jstor.org/stable/24545970>.

15. Wu, Z., He, Q., Li, J., Bi, G., Antwi-Afari, M.F. (2023). Public attitudes and sentiments towards new energy vehicles in China: A text mining approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 178, 113242. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113242>.
16. Qazi, A., Hussain, F., Rahim, N. A., Hardaker, G., Alghazzawi, D., Shaban, K., & Haruna, K. (2019). Towards sustainable energy: A systematic review of renewable energy sources, technologies, and public opinions. *IEEE Access*, 7, 63837–63851. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2906402>.
17. Piselli, C., Fronzetti Colladon, A., Segneri, L., & Pisello, A. L. (2022). Evaluating and improving social awareness of energy communities through semantic network analysis of online news. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 167, 112792. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112792>.
18. Alafwan, B., Siallagan, M., Putro, U.S. (2023). Comments analysis on social media: A review. *EAI Endorsed Transactions on Scalable Information Systems* 2023, 10(6). <https://doi.org/10.4108/eetsis.3843>.
19. Moy P, Tewksbury D, Rinke EM. Agenda-setting, priming, and framing. In *The International Encyclopedia of Communication Theory and Philosophy* 1st ed.; Publisher: Wiley, 1-13.
20. Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A.N., Kaiser, L., Polosukhin, I. (2017). Attention is All You Need. 31st Conference on Neural Information Processing Systems (NIPS 2017). 5998–6008. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1706.03762>.
21. Wang, G., Smetannikov, I., & Man, T. (2020). Survey on automatic text summarization and transformer models applicability. In *CCRIIS: International Conference on Control, Robotics and Intelligent System*, Xiamen, China, October 27-29, 176–184. <https://doi.org/10.1145/3437802.3437832>
22. Acheampong, F. A., Nunoo-Mensah, H., & Chen, W. (2021). Transformer models for text-based emotion detection: a review of bert-based approaches. *Artificial Intelligence Review*, 54, 5789–5829. <https://doi.org/10.1007/s10462-021-09958-2>.
23. Gruetzemacher, R., & Paradice, D. B. (2022). Deep transfer learning & beyond: Transformer language models in information systems research. *ACM Computing Surveys*, 54, 204:1–204:35. <https://doi.org/10.1145/3505245>.