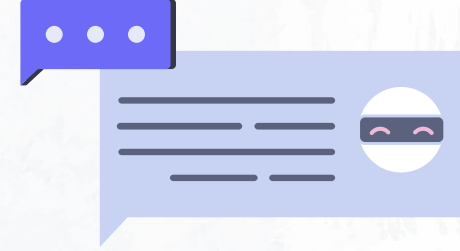
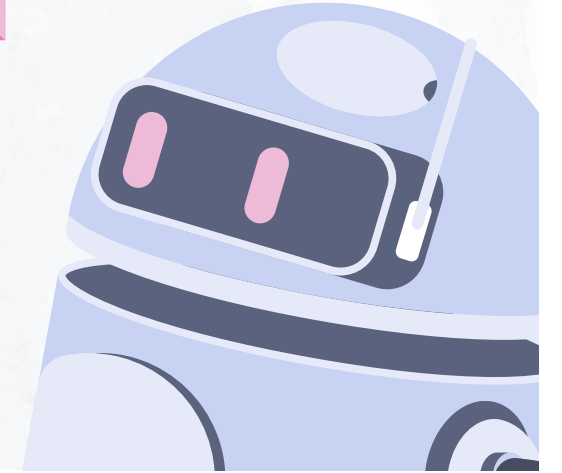


# Otomatik çeviri sistemleri



Hazırlayanlar: Adem YETER, Semih ACAR

(automatic translation systems)

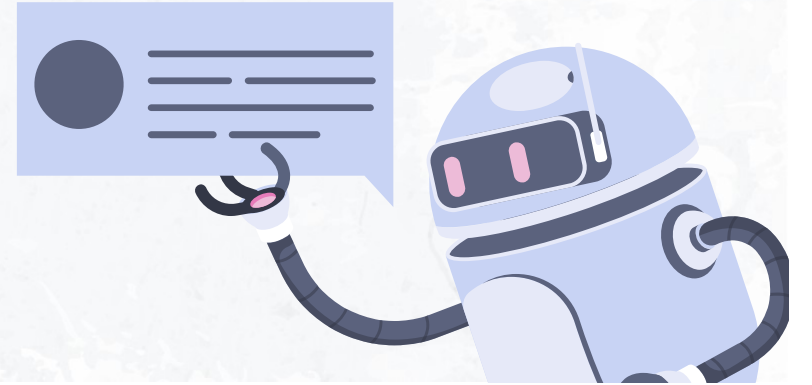


# İçerik

- 01 → Otomatik Çeviri Sistemleri nedir?
- 02 → Otomatik Çeviri Sistemleri'nin Çalışma Prensibi
- 03 → Otomatik Çeviri Sistemleri'nin Gelişimi

01 →

Otomatik çeviri sistemleri  
nedir?



Otomatik çeviri sistemleri, farklı dillerdeki metinleri otomatik olarak çevirmek için kullanılan teknolojilerdir. İlk otomatik çeviri sistemi, 1950'lerde Georgetown-IBM deneyinde kullanılmıştır.

Günümüzde, otomatik çeviri sistemleri önemli bir teknolojik gelişme olarak kabul edilmektedir.

The first public  
demonstration of machine  
translation:  
the Georgetown-IBM system, 7th  
January 1954

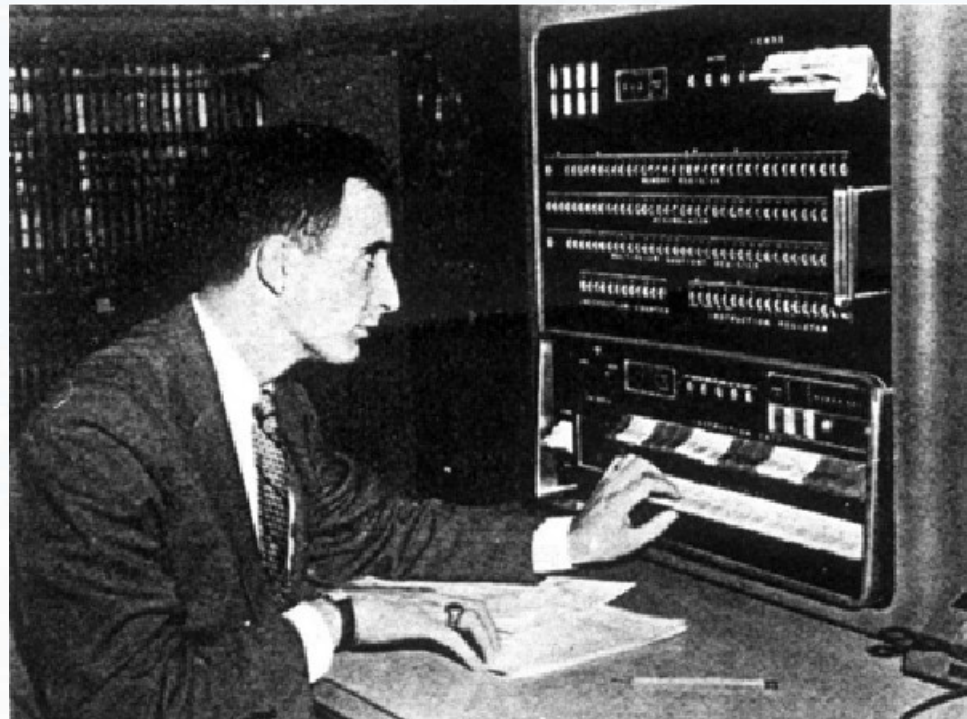


Figure 4: Operating the computer



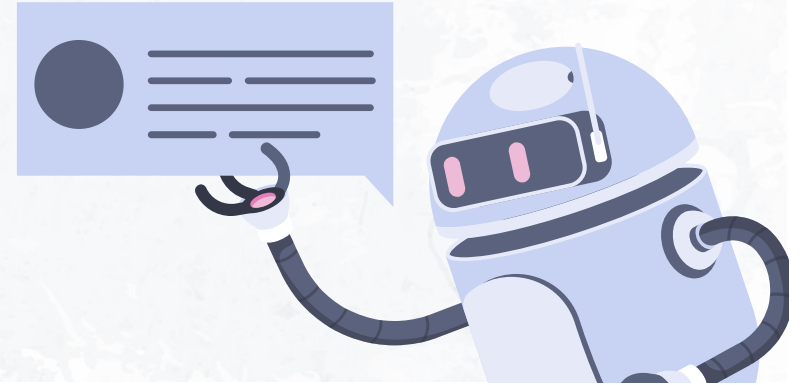
Otomatik çeviri sistemleri, doğal dil işleme (NLP) teknolojisini kullanarak çalışır. İlk adım, metnin anlamını anlamak için dilbilgisi analizi, semantik analiz ve kelime dağılımı analizi gibi yöntemleri kullanmaktır. Ardından, metnin çevirisi yapılır. Bu adımda, önceden oluşturulmuş bir sözlük ve çeviri hizmetleri veritabanları kullanılır. Son olarak, çeviri sonuçları kontrol edilir ve düzenlenir.

- Tercüme: Kaynak dilde verilen bir metni anlamını koruyarak hedef dildeki bir metine çevrilmesi.
- Çeviri sistemleri bu tercüme işlemini otomatik olarak yapmaya çalışırlar.
- Bilgisayar ile çeviri zordur.
  - Doğal dildeki bir cümlede her seviyede belirsizlik olabilir: morfolojik, sözdizim, anlamsal, ...
  - Çeviri sırasında bu belirsizliklerin giderilmesi gerekir.
- Çeviri sistemleri değişik yöntemler kullanır.



02 →

# Otomatik Çeviri Sistemlerinin Çalışma Prensibi



Otomatik çeviri sistemleri, kaynak dildeki metni analiz eder ve hedef dildeki karşılıklarını belirler. Bu işlem için kullanılan yöntemlerden bazıları:

- (a) Kural tabanlı makine çevirisi ( Rule - Based Machine Translation )
- (b) İstatistiksel makine çevirisi ( Statistical Machine Translation )
- (c) Sinirsel makine çevirisi ( Neural Machine Translation )
- (d) Sözlük tabanlı makine çevirisi ( Dictionary Based Machine Translation )
- (e) Örnek tabanlı makine çevirisi ( Example Based Machine Translation )

# Machine Translation Systems

Human Translation  
with Machine Support

Machine Translation  
with human support

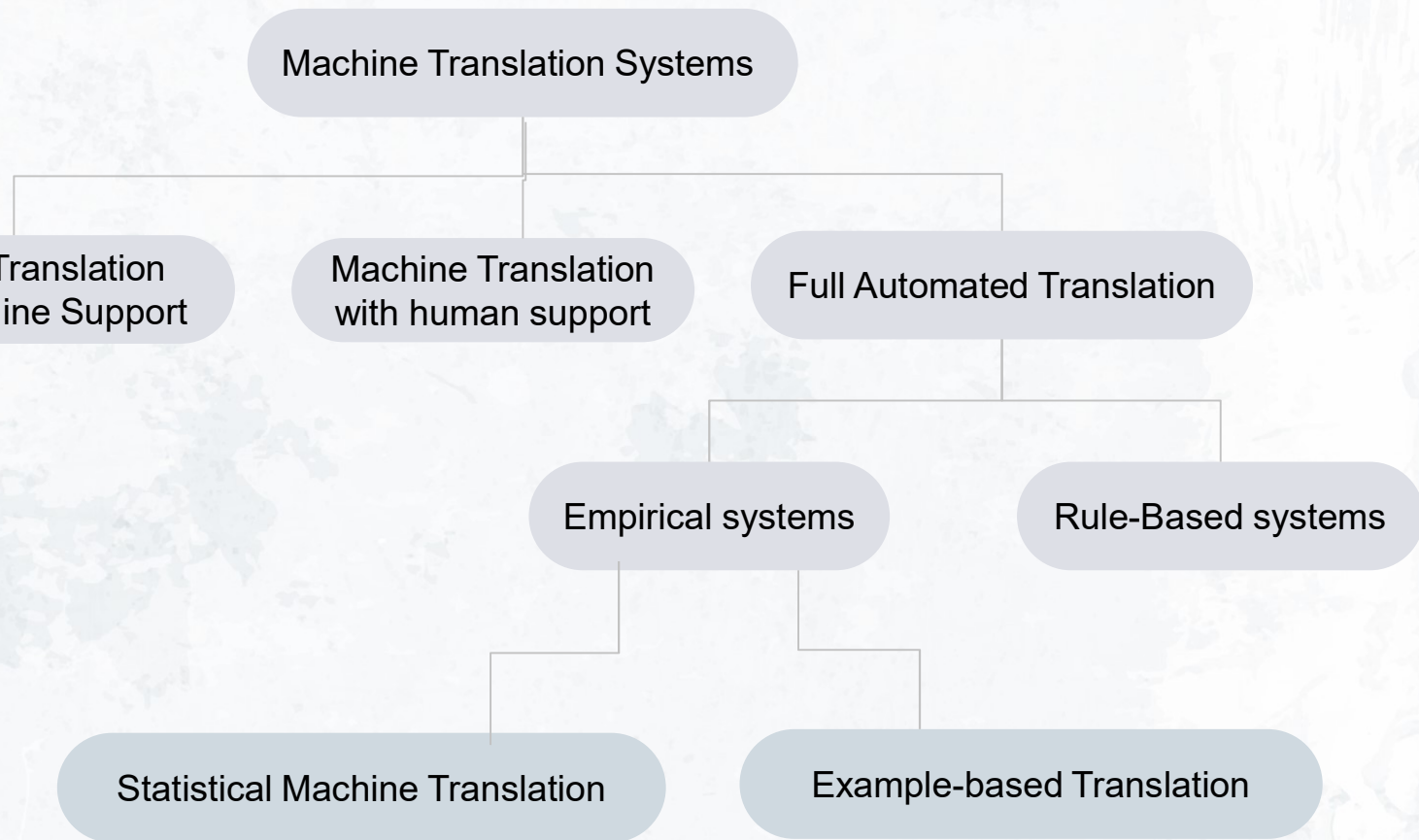
Full Automated Translation

Empirical systems

Rule-Based systems

Statistical Machine Translation

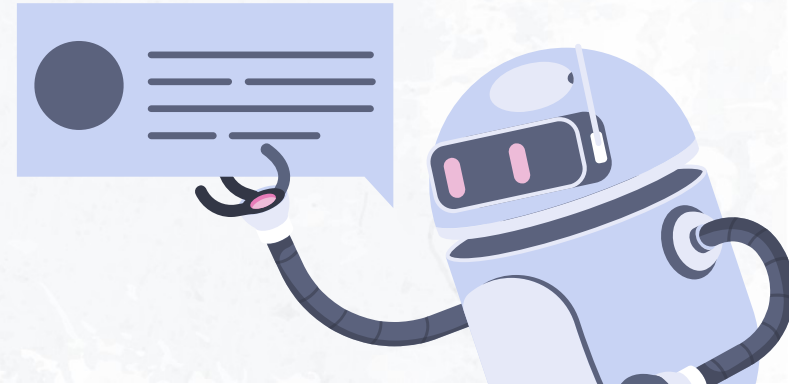
Example-based Translation



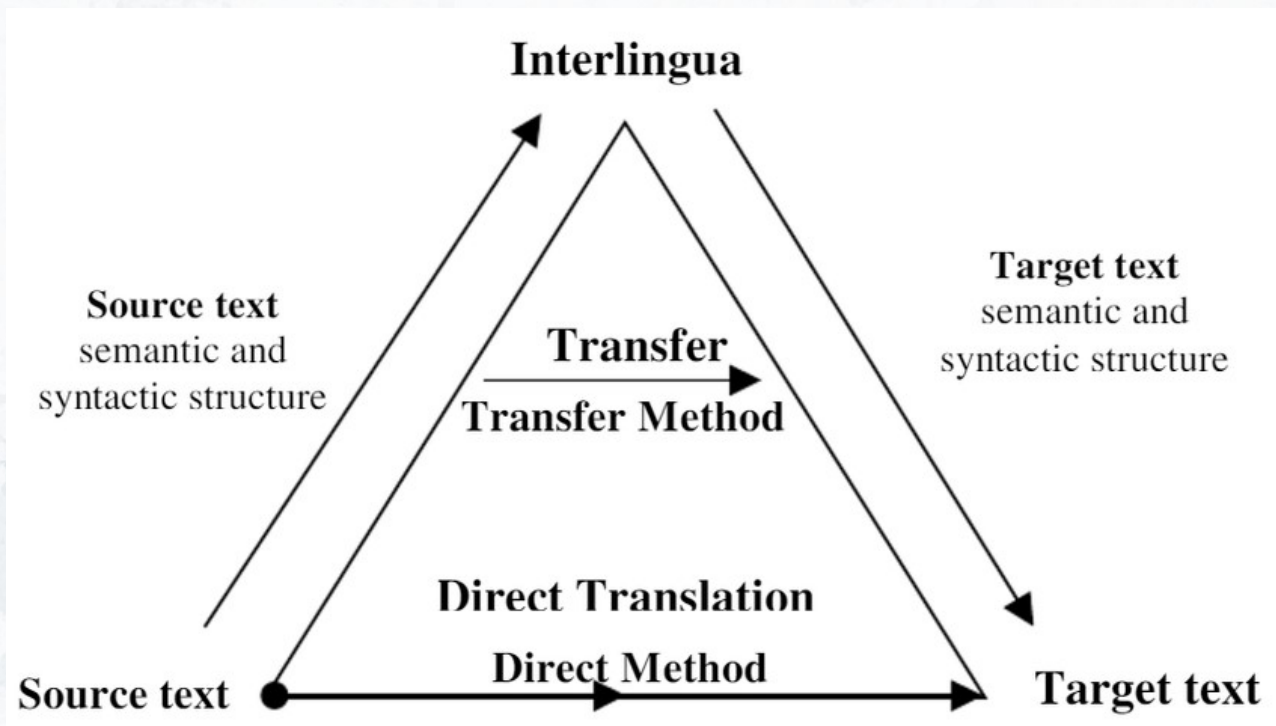
(a) →

# Kural Tabanlı Makine Çevirisi

(Rule-Based Machine  
Translation)



- Kural tabanlı makine çevirisi, kaynak dildeki sözcükler ve dilbilgisi kurallarından alınan dilsel bilgileri, hedef dildeki sözcüklere ve dilbilgisi kurallarına aktarma işidir. Kaynak dilden hedef dile çeviri yapılması sürecinin şematik gösterimi Vauquois üçgeni ile görebilirsiniz.



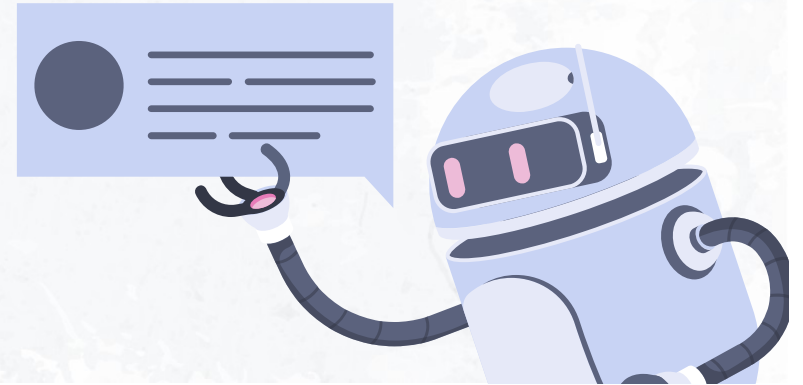


(b)



# İstatistiksel Makine çevirisi

(Statistical Machine Translation)



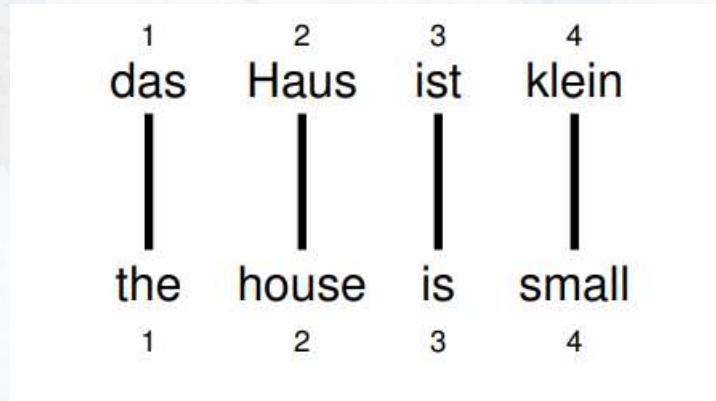
- İstatistiksel makine çevirisini; kaynak dilde verilen cümlelerin hedef dildeki en olası karşılığının tespit edilmesi olarak ifade edebiliriz. Bu yöntemde;
- Gerçek kişiler tarafından yapılan çeviriler analiz edilerek kurallar öğrenilir
- Hedef dildeki en olası karşılık istatistiklerle tespit edilir ve çeviri işlemi gerçekleştirilir.

- Çeviri modeli nasıl öğrenilir?
- Öncelikle bunun için paralel verilere ihtiyacımız var.
- Rosetta Taşının üzerine üç dilde metin yazılmıştı.
- Bu diller: Demotik (Mısırda halkın
- kullandığı dil)Hiyeroglif ve antik Yunancadır.



Çeviri modeli paralel veriden nasıl öğrenilir?

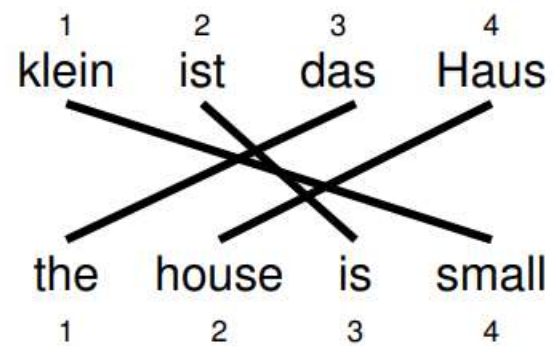
- Parçalara ayırma işlemi
- Paralel bir metinde, bir dildeki sözcükleri diğerindeki sözcüklerle hizalama( Alignment ) yapabiliriz.



- Bir hizalama fonksiyonu ile yapabiliriz
- Mapping an English target word at position  $i$  to a German source word at
- position  $j$  with a function  $a : i \rightarrow j$

Örnek:  $a : \{1 \rightarrow 1, 2 \rightarrow 2, 3 \rightarrow 3, 4 \rightarrow 4\}$

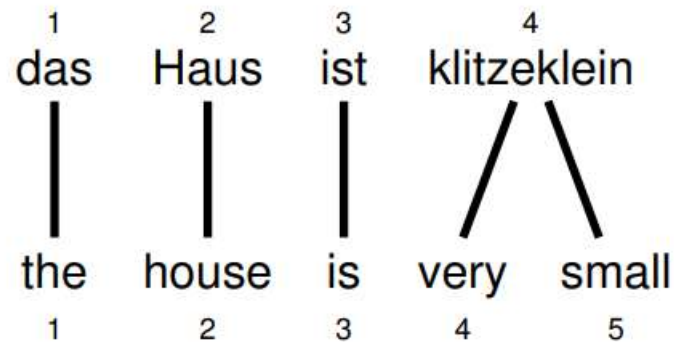
Çeviri sırasında kelimeler yeniden sıralanabilir



$$a : \{1 \rightarrow 3, 2 \rightarrow 4, 3 \rightarrow 2, 4 \rightarrow 1\}$$



One-to-Many: Bir kaynak kelime birden fazla hedef kelimeye çevrilebilir



$a : \{1 \rightarrow 1, 2 \rightarrow 2, 3 \rightarrow 3, 4 \rightarrow 4, 5 \rightarrow 4\}$

## IBM model 1: çeviri sürecini daha küçük adımlara ayırın

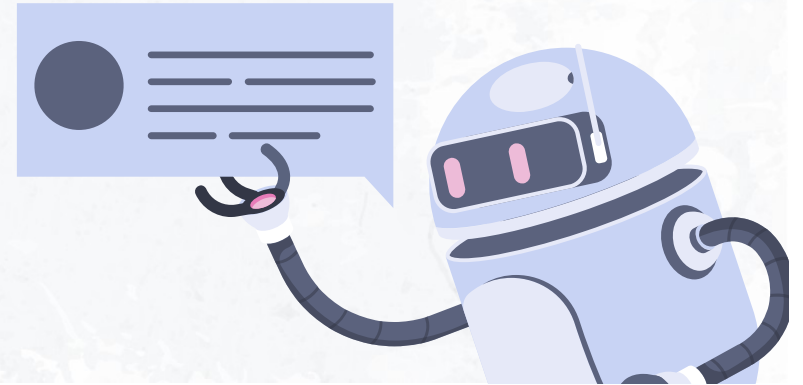
- Translation probability
  - for a foreign sentence  $\mathbf{f} = (f_1, \dots, f_{l_f})$  of length  $l_f$
  - to an English sentence  $\mathbf{e} = (e_1, \dots, e_{l_e})$  of length  $l_e$
  - with an alignment of each English word  $e_j$  to a foreign word  $f_i$  according to the alignment function  $a : j \rightarrow i$

$$p(\mathbf{e}, a | \mathbf{f}) = \frac{\epsilon}{(l_f + 1)^{l_e}} \prod_{j=1}^{l_e} t(e_j | f_{a(j)})$$

(c) →

# Sinirsel Makine çevirisi

(Neural Machine Translation)



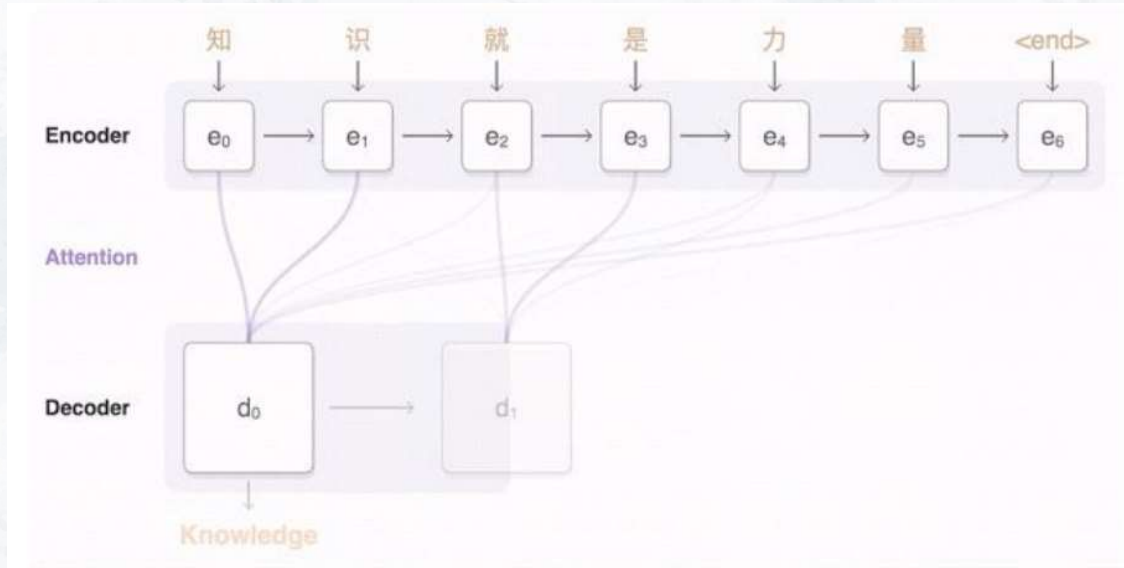
Günümüzün yeni ve en önemli makine çeviri yöntemlerinden olan Sinirsel Makine ;

- Sinirsel Makine Çevirisi (NMT), uçtan uca tek bir sinir ağıyla Makine Çevirisi yapmanın bir yoludur
- Sinirsel makine çevirisi yönteminde cümleler parça parça değil, cümledeki tüm parçalar eş zamanlı olarak çevrilir

- Cümlelerin bir bütün olarak ele alındığı yöntemde çeviriler geniş bir bağlamda değerlendirilmekte, yaygın kullanımlar göz önüne alınarak uygun dil bilgisi ile yeniden düzenlenerek konuşma diline yakın hâle getirilmektedir.
- Sinirsel Makine Çeviri yönteminde cümle içindeki tüm kelimeler daha geniş bağlamda değerlendirilir ve ilgili kelimenin cümle içindeki diğer tüm kelimelerle olan kombinasyonları yani modelleri oluşturulur. Yapay sinir ağı tarafından oluşturulan bu modeller cümle bağlamında yeniden değerlendirilerek hedef dile çevrilir. Bu özellik sayesinde İstatistiksel makine çevirisinde yaşanan sorunlar en aza indirilir ve daha doğru sonuçlara ulaşılır.

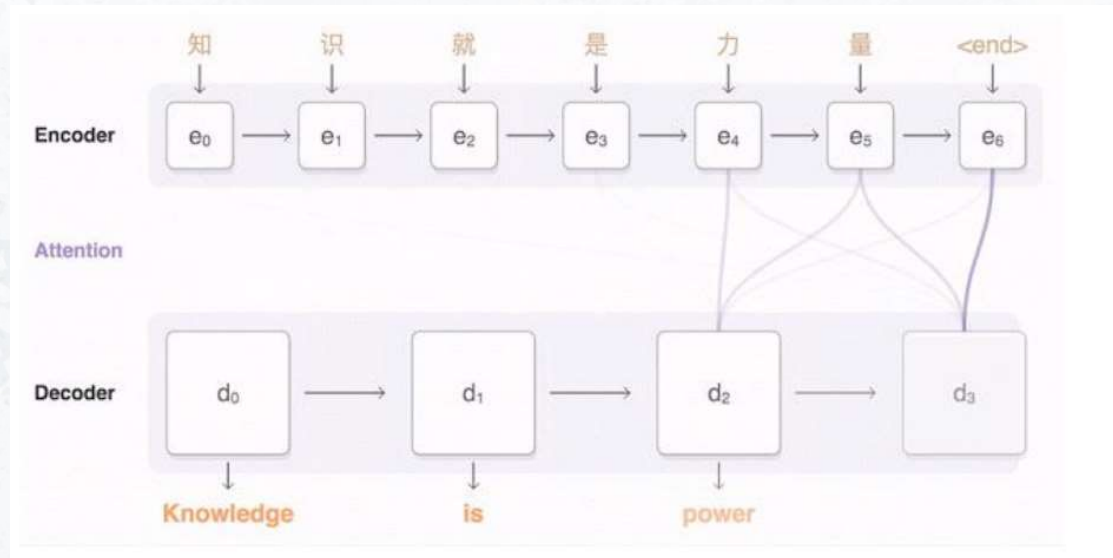
Aşağıda Google Sinirsel Makine Çeviri Sisteminin çalışma aşamaları görselleştirilmiştir.

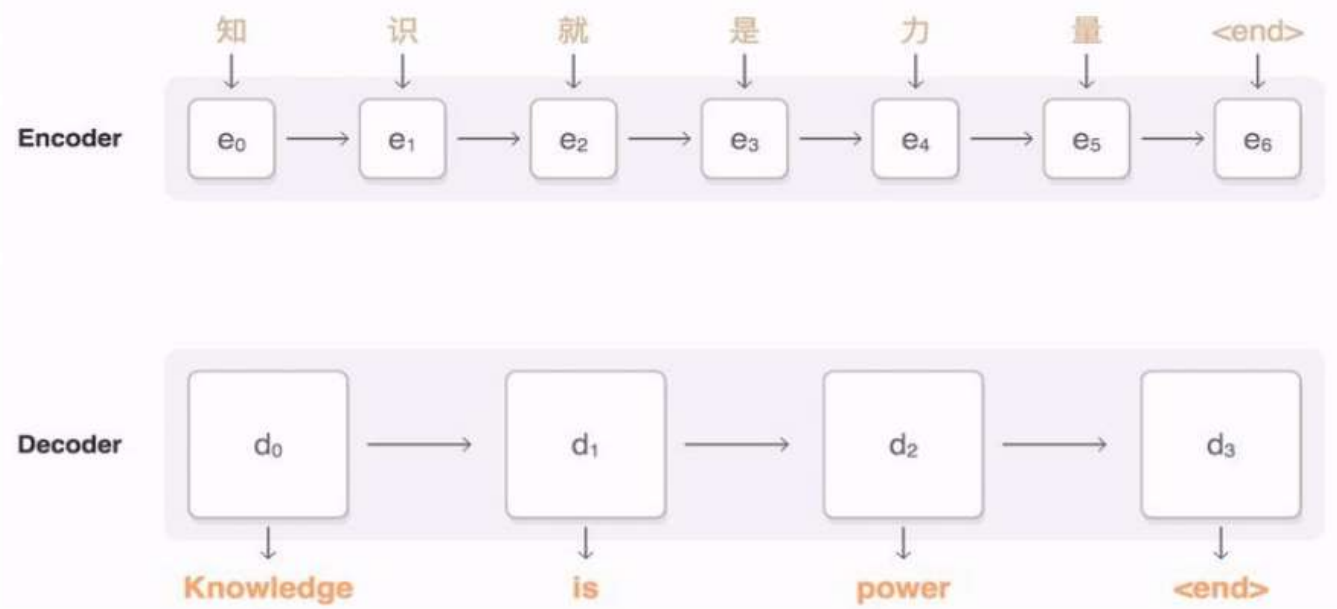
- Öncelikle, ağ Çince sözcükleri vektörler listesi olarak kodlar, burada her vektör şimdiye kadar okunan tüm kelimelerin anlamını temsil eder ("Encoder")



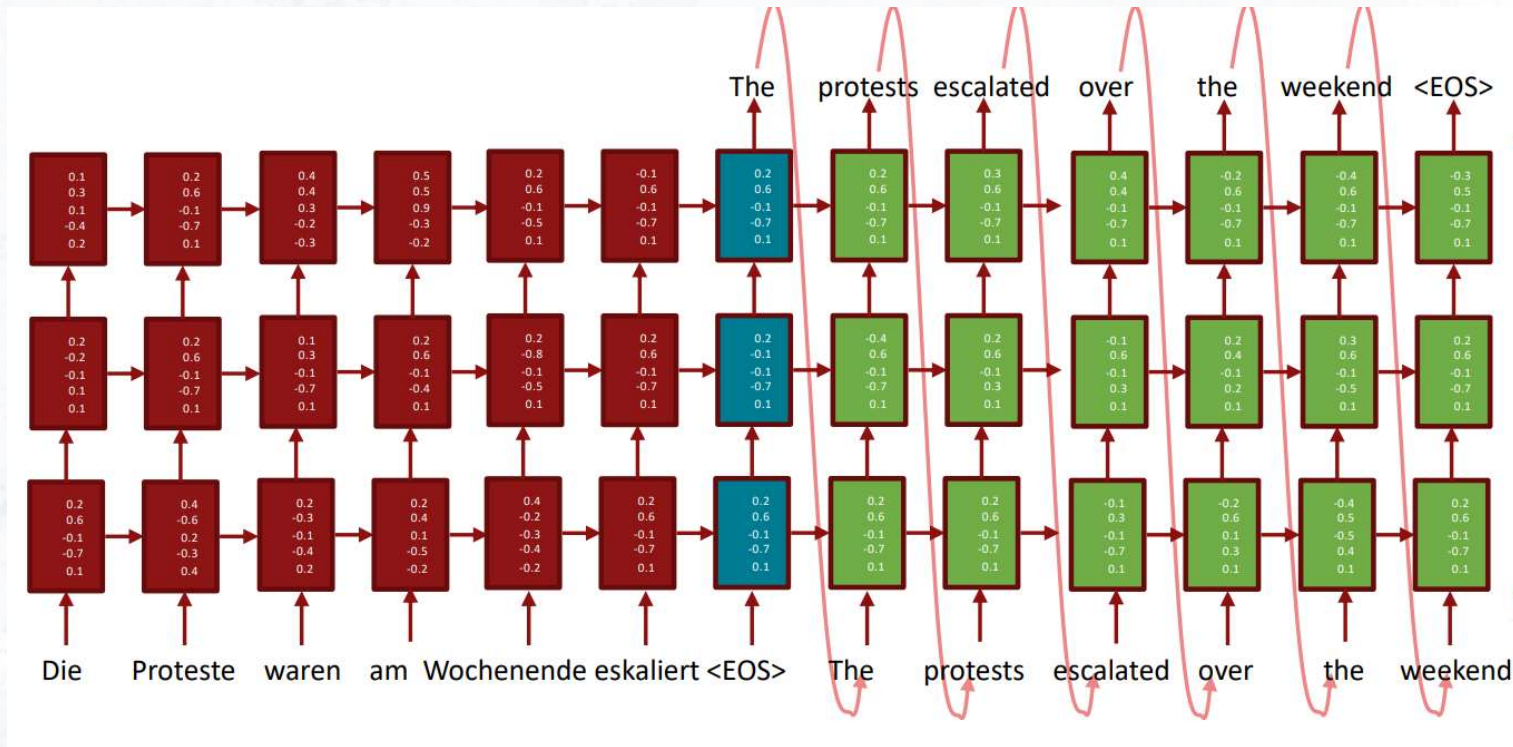


- Tüm cümle okunduktan sonra, kod çözücü, İngilizce cümlenin her bir kelimesini tek seferde üretmeye başlar ("Decoder").





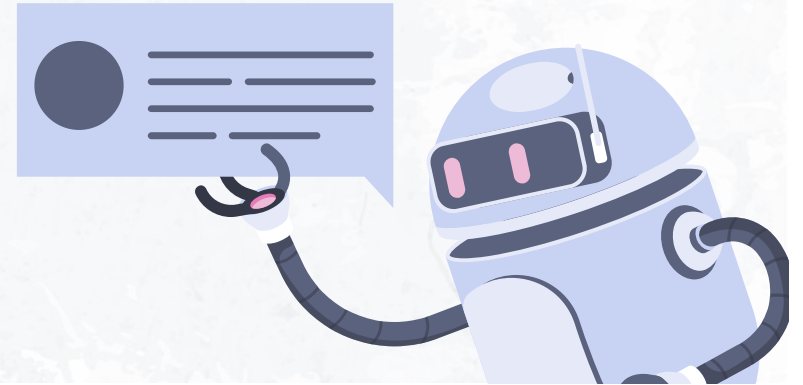
- Çok katmanlı derin kodlayıcı-kod çözücü makine çeviri ağına örnek bir şema



(d) →

# Sözlük tabanlı makine çevirisi

( Dictionary Based Machine  
Translation )

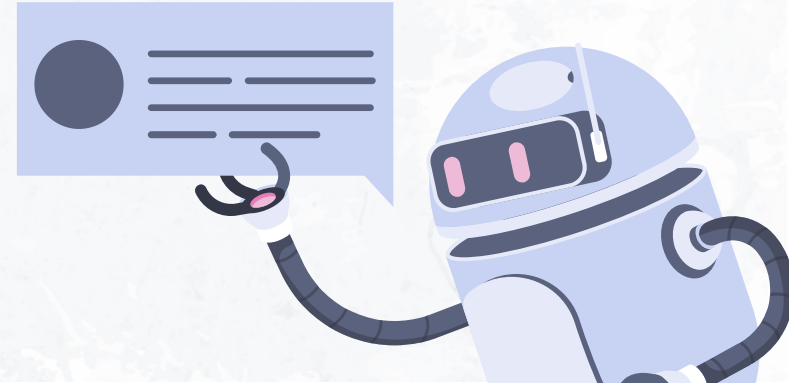


- Makine çevirisi, sözlük girişlerine dayalı bir yöntem kullanabilir; bu, sözcüklerin bir sözlüğün yaptığı gibi çevrileceği anlamına gelir - sözcük sözcük, genellikle aralarında çok fazla anlam ilişkisi olmadan. Sözlük aramaları , morfolojik analiz veya lemmatizasyon ile veya bunlar olmadan yapılabilir .
- Makine çevirisine yönelik bu yaklaşım muhtemelen en az gelişmiş yaklaşım olsa da, sözlük tabanlı makine çevirisi, alt cümle düzeyindeki (yani tam bir cümle değil) uzun kelime öbeği listelerinin çevirisi için ideal olarak uygundur, örneğin envanterler veya basit ürün ve hizmet katalogları .

(e) →

# Örnek tabanlı makine çevirisi

( Example Based Machine  
Translation )





Örnek tabanlı yöntemde, çeviri sistemi birbirinin çevirisi olan iki dildeki paralel cümlelerden örneksemeyle çeviri (translation by analogy) yapmayı öğrenir. Var olan çevirilerin, pek çok çeviri probleminin çözümünü içinde barındırdığı düşünülmektedir.

Bu yöntem;

- örnekleri parçalara ayırma
  - parçaların hedef dile çevrilmesi
  - parçalardan sonuç cümlesi üretme
- adımlarından oluşmaktadır.

Örnek tabanlı çeviride kaynak dildeki bir sözcük farklı koşullar altında, yani farklı sözcüklerle olan birlikteliklerinde, hedef dile farklı sözcükler olarak evirilmektedir. Örnek tabanlı çevirinin bu özelliği, durum temelli akıl yürütme (case-based reasoning) olarak adlandırılmaktadır.

Örneğin, İngilizcedeki eats sözcüğü acid ve metal sözcükleri ile birlikte geçiyorsa, “aşındırmak”; squirrel ve nut sözcükleri ile birlikte geçiyorsa “yemek” anlamı taşımaktadır.

Squirrel eats nut. \$ Sincap fındık yer.  
Acid eats metal. \$ Asit metali aşındırır.

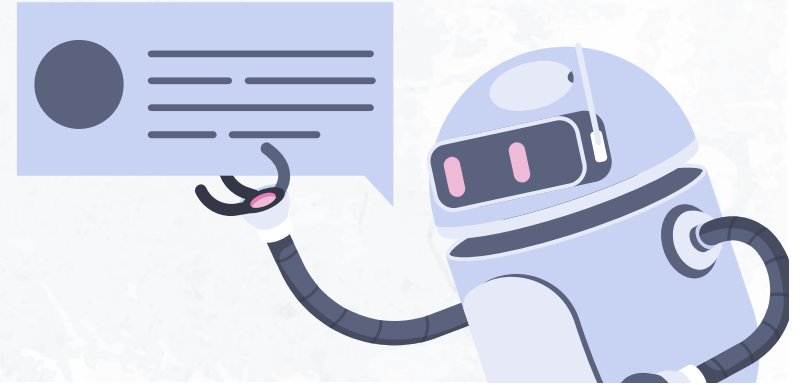
## Örnek tabanlı sistemler;

- istatistiksel sistemlerden farklı olarak test cümlesini derleminde barındırıyorsa aynı çıktıyı üretmeyi garanti eder
- Herhangi bir önışleme gerektirmez
- Ayrıca derleminde uygun örnekleri bulabildiğı sürece düzgün çıktılar üretebilmektedir

03



# Otomatik Çeviri Sistemlerinin Gelişimi







- Google bugün 100'den fazla dilde 4000'den fazla kombinasyonda çeviri hizmeti sunmaktadır ve bunlardan İngilizce ile Fransızca, Almanca, İspanyolca, Portekizce, Çince, Japonca, Korece ve Türkçe olmak üzere 8 dilde, Sinirsel Makine Çevirisi yöntemini kullanmaktadır.
- Google Çeviri ve Microsoft Bing Çeviri ile birlikte en çok kullanılan çeviri sistemlerinden biri de Yandex Çeviri'dir.
- Bugün, 95'ten fazla dilde çeviri hizmeti sunan Yandex Çeviri, Yandex'in geliştirdiği özel bilgisayarlı çeviri teknolojisine dayalı ve sözcüklerin, metinlerin ve ayrıca web sayfalarının metin içeriklerinin çevrilmesi için kullanılabilen otomatik çeviri servisidir.



## **Google Neural Machine Translation**

Google çeviri, sinir ağlarına sahip en son yapay zeka teknolojileri tarafından desteklenmektedir.

Bunlar şunları içerir:

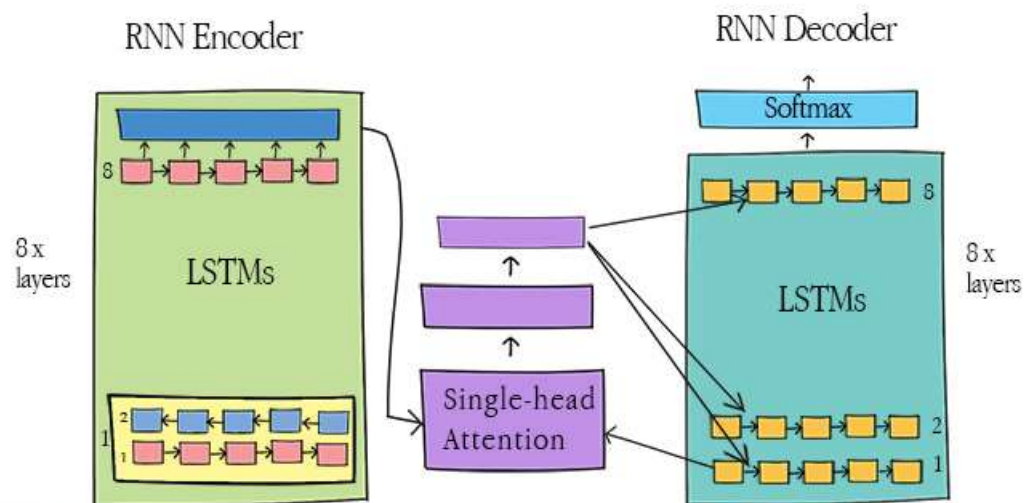
- Text: text-to-text translation
- Pen: handwriting recognition and translation
- Camera: text recognition, machine translation, and image synthesis
- Conversation: speech-to-text translation and speech synthesis
- Transcribe: speech-to-text translation

## **Google Neural Machine Translation (GNMT)**

2016'da Google, Neural Machine Translation'ı (GNMT) çıkardı. Önceki NMT modellerini devraldı ve geliştirdi. Hem kodlayıcı hem de kod çözücü 8 katman RNN'ye sahipti, böylece RNN ince düzensizlikleri yakalayacak kadar derindi. Paralelliği geliştirmek için her katman farklı GPU'larda çalıştı

# Google Neural Machine Translation (GNMT)

 Google Neural Machine Translation (GNMT)



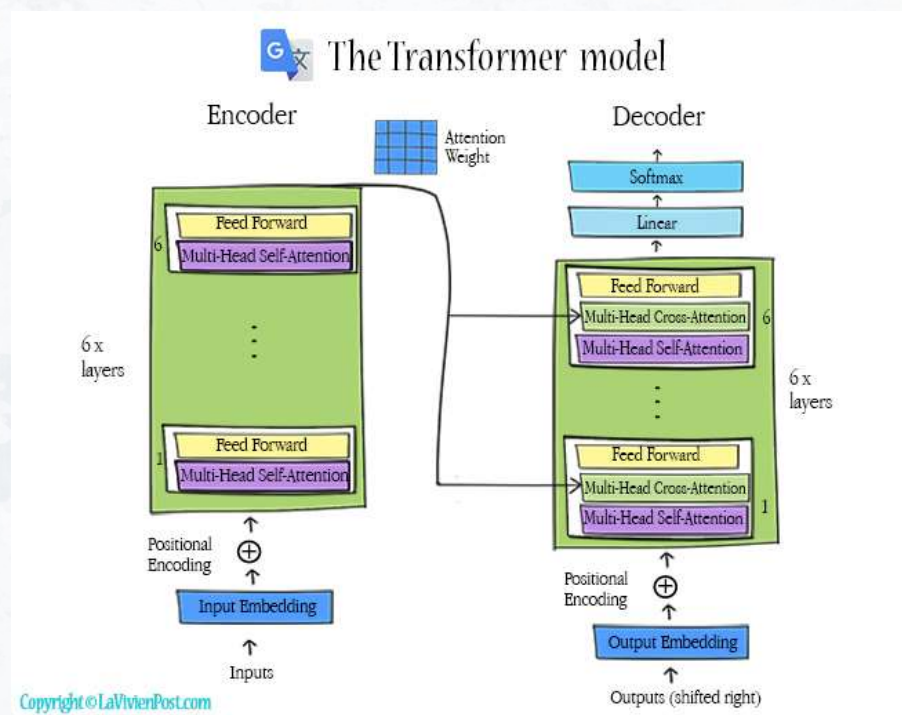
Copyright © LaVivienPost.com

## Transformer model and GNMT New Models

Bu modelde, hem kodlayıcı hem de kod çözücü 6 istiflenmiş katmana sahiptir.

- Her katmanın multi-head, self-attention ve feed forward alt katmanları vardır.
- Kod çözücüde, sub-layer of multi-head cross-attention ek katmanları vardır.
- The cross-attention kodlayıcı katmanlarının çıktısı üzerinden attention işlevini yerine getirir.
- Bu attentional mekanizması, girdi ve çıktı arasında küresel bağımlılıklar çizer.

# Transformer model and GNMT New Models





## Kaynakça:

- Tarcan, A., ve Bekler E., "İngilizce-Türkçe, Türkçe-İngilizce Makine Çevirisinde Yazılımların Karşılaştırılması" , 2020
- Guychmyrat, A., " Türkçe-Türkmence Bilgisayarlı Çeviri Sistemi " , 2006
- Yıldırım, E., " İngilizceden Türkçe'ye İstatistiksel Bilgisayarlı Çeviri Sistemlerinde Alan Uyarlaması ie Başarının Arttırılması " , 2014
- Yıldız, E., " İngilizceden Türkçe'ye İstatistiksel Bilgisayarlı Çeviri Sistemlerinde Paralel Derlem Boyutu ve Kalitesinin Etkileri " , 2014
- Şahin, M., " Çeviri ve Teknoloji" , 2013
- Taşpolat, S., Sarıgül, K., " Makine Çeviri Yöntemleri ve Makine Çevirisinin Bugünkü Durumu" , 2020
- Yavanoğlu, U., Sağıroğlu Ş., " Web Tabanlı Otomatik Dil Tanıma ve Çevirme Sistemi " , 2009



- Tatlıcıoğlu, M., "Frequency-Driven Late Fusion-Based Word Decomposition Approach On The Phrase-Based Statistical Machine Translation Systems" , 2013
- Balkul, H., Akıncı, Ş., " Sözlü Çeviride Kullanılan Teknolojik Araçların Sınıflandırılması" , 2019
- <https://open.unive.it/hitrade/books/HutchinsFirst.pdf>
- [0149296.pdf \(trakya.edu.tr\)](#)
- <https://www.lavivienpost.com/google-translate-and-transformer-model/>
- [google neural machine translation | Architecture | La Vivien Post](#)
- [Best Machine Translation Software in 2023: Compare Reviews on 50+ | G2](#)
- [cs224n-2021-lecture07-nmt.pdf \(stanford.edu\)](#)
- <http://mt-class.org/jhu/>
- <https://en.wikipedia.org/>