

Yeni Ürün İnovasyonunda Satış Öngörüsü: Bass Difüzyon Modeli ve Uygulaması¹

Tuğba Yılmaz*, Mustafa SEVÜKTEKİN**

ÖZ

Amaç: Bu çalışma, yeni ürün inovasyon süreçlerinde satış öngörü modellerinin etkinliğini analiz etmeyi amaçlamaktadır. Özellikle Bass Difüzyon Modeli temel alınarak, dayanıklı tüketim mallarının pazarda nasıl yayıldığı ve satışlarının nasıl tahmin edilebileceği incelenmiştir.

Metodoloji: Araştırmada veriler, Bass Difüzyon Modeli kullanılarak analiz edilmiştir. Modelin uygulanabilirliği, Olağan En Küçük Kareler (OLS) yöntemi ile tahmin edilen yenilikçi katsayısı, taklitçi katsayısı ve pazar büyüklüğü parametreleri üzerinden değerlendirilmiştir. Modelin sunduğu tahminler ile gerçek satış verileri karşılaştırılarak modelin doğruluğu test edilmiştir.

Bulgular: Yapılan analizler, Bass Difüzyon Modeli'nin yeni ürünlerin pazardaki benimsenme sürecini başarılı bir şekilde tahmin edebildiğini göstermiştir. Model sonucunda elde edilen bulgulara göre yenilikçi müşteri oranı taklitçi müşteri oranına göre daha düşüktür. Ayrıca modele göre, yeni ürünün piyasaya girmesinden yaklaşık 5 ay sonra zirve (maksimum) satış noktasına ulaşacağı ve bu noktadan sonra satışların kademeli bir şekilde azalacağı öngörülmüştür. Gerçekleşen satış verileri ile modelin tahminleri arasında bir karşılaştırma yapıldığında, modelin tahminlerinin yüksek bir doğruluk oranına sahip olduğu belirlenmiştir.

Pratik Çıkarımlar: Çalışmanın bulguları, firmaların yeni ürün lansmanlarını planlarken Bass Difüzyon Modeli'ni kullanarak daha isabetli pazar tahminleri yapabileceğini göstermektedir. Modelin sunduğu öngörüler, üretim planlaması, tedarik zinciri yönetimi ve pazarlama stratejileri açısından karar destek mekanizması olarak değerlendirilebilir. Özellikle taklitçi müşteri grubunun etkisinin yüksek olması, firmaların pazarlama ve iletişim stratejilerini ağızdan ağıza pazarlama gibi yöntemler üzerine yoğunlaştırmasını önermektedir.

Özgünlük: Bu araştırma, Bass Difüzyon Modeli'nin sektörel bazda uygulanabilirliğini analiz ederek literatüre katkı sağlamaktadır. Modelin tahminleri ile gerçekleşen satışlar arasındaki benzerlik, modelin özellikle dayanıklı tüketim malları için güvenilir bir öngörü aracı olarak değerlendirilebileceğini göstermektedir. Ayrıca, yeni ürün inovasyonu bağlamında taklitçi ve yenilikçi müşteri gruplarının etkisinin incelenmesi, mevcut literatüre özgün bir katkı sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yeni Ürün İnovasyonu, Difüzyon Modeli, Bass Difüzyon Modeli

Jel Sınıflandırması: O31, O32, O33

Sales Forecasting in New Product Innovation: The Bass Diffusion Model and Its Application

ABSTRACT

Purpose: This study aims to analyze the effectiveness of sales forecasting models in new product innovation processes. Specifically, the study examines how durable consumer goods spread in the market and how their sales can be predicted using the Bass Diffusion Model.

Methodology: The study employs the Bass Diffusion Model for data analysis. The applicability of the model was assessed based on the estimated parameters—innovation coefficient, imitation coefficient,

¹ Bu makale, yazarın Bursa Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü'nde tamamladığı 'Yeni Ürün İnovasyonu ve Yeni Ürün İnovasyonunun Satışlarının Önraporlanması' başlıklı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

* Öğretim Görevlisi Dr., Aksaray Üniversitesi, Aksaray/Türkiye, tugba.yilmaz@aksaray.edu.tr, 0000-0003-4018-1136

** Prof. Dr., Uludağ Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü, sevuktekin@

uludag.edu.tr, Bursa/Türkiye, 0000-0002-7477-3714

and market potential—calculated using the Ordinary Least Squares (OLS) method. The model's predictions were then compared with actual sales data to evaluate its accuracy.

Findings: The analyses conducted have shown that the Bass Diffusion Model can successfully predict the adoption process of new products in the market. According to the findings obtained from the model, the rate of innovative customers is lower than the rate of imitative customers. Additionally, according to the model, it is predicted that the new product will reach its peak (maximum) sales point approximately five months after entering the market and that sales will gradually decline thereafter. When comparing the actual sales data with the model's predictions, it was determined that the model's predictions have a high accuracy rate.

Practical Implications: The findings suggest that firms can utilize the Bass Diffusion Model to make more accurate market forecasts when planning new product launches. The model's projections can serve as a decision-support mechanism for production planning, supply chain management, and marketing strategies. In particular, the high impact of the imitator customer group implies that firms should focus on word-of-mouth marketing and similar strategies to enhance market penetration.

Originality: This research contributes to the literature by examining the applicability of the Bass Diffusion Model in a sectoral context. The similarity between the model's predictions and actual sales data suggests that it can be a reliable forecasting tool, particularly for durable consumer goods. Moreover, by analyzing the impact of both innovator and imitator customer groups in the context of new product innovation, the study provides a unique contribution to the existing body of knowledge.

Keywords: New Product Innovation, Diffusion Model, Bass Diffusion Model

Jel Codes: O31, O32, O33

1. Giriş

Küresel ekonomide artan rekabet koşulları, işletmelerin sürdürülebilir büyüme sağlayabilmesi açısından inovasyonu zorunlu bir hale getirmektedir. Günümüzde bilgi üretimi ve teknolojik gelişmeler hızla artış göstermektedir. Bu nedenle, firmaların rekabet avantajı elde edebilmesi ve pazarda bulunan mevcut konumlarını koruyabilmesi yenilikçi ürün, hizmet ve süreçler geliştirmesine dayanmaktadır. Tarihsel açıdan bilgi ve teknoloji ekonomik kalkınmada temel bir dinamik haline gelmiş ve günümüzde bilgi üretimi ve yayılımı hızla artış göstermiştir. Öyle ki, bazı araştırmalara göre insanlık tarihi boyunca üretilen tüm bilginin yarısından fazlası son on yılda üretilmiştir (Tuncel, 2012).

İnovasyon; bir ürün, hizmet veya sürecin geliştirilerek daha işlevsel hale getirilmesi süreci olarak tanımlanmaktadır. İşletmeler, inovasyon faaliyetlerini yalnızca rekabet avantajı sağlamak amacıyla değil, aynı zamanda kârlılıklarını artırmak ve piyasa liderliği elde etmek için de gerçekleştirmektedirler. Günümüzde müşteri odaklı inovasyon yaklaşımları giderek önem kazanmaktadır. Bu nedenle firmalar, geliştirdikleri ürün ve hizmetlerde tüketici beklentilerini dikkate almak zorunda kalmaktadır. Özellikle Tasarım Odaklı Düşünme yaklaşımı, firmaların "Müşteri ne ister?" ve "Müşteri ürünü nasıl algılar?" sorularına odaklanarak yenilikçi çözümler üretmesini sağlamaktadır. Bu yöntemle işletmeler, müşteri deneyimini merkeze alarak, pazar başarısını artıran ürün, hizmet ve süreçler geliştirmektedir (Kara vd., 2018).

Yeni ürün inovasyonunun başarısını değerlendirmek ve pazardaki performansını öngörmek, firmalar için stratejik bir öneme sahiptir. Bu noktada satış öngörüsü (ön raporlama), geliştirilen ürünün pazardaki başarısını tahmin etmek ve işletmelerin karar alma süreçlerini optimize etmek için kullanılan bir yöntemdir. İşletmeler, yeni ürünlerin gelecekteki satış performansını belirlemek amacıyla çeşitli tahmin tekniklerinden yararlanmaktadır. Bu tahmin yöntemleri arasında serilerin ortalamaları, medyan ve mod değerleri üzerinden yapılan analizler, basit projeksiyon yöntemleri ve üstel düzgülendirme teknikleri öne çıkmaktadır.

Bass (1969) tarafından geliştirilen model, dayanıklı tüketim mallarının ilk satışlarını tahmin etmek için yaygın olarak kullanılan bir yaklaşımdır. Model, tüketicileri yenilikçiler ve taklitçiler olarak ikiye ayırarak, ürünün pazardaki yayılım sürecini analiz etmektedir. Temel parametreleri arasında potansiyel alıcı sayısı (m), yenilikçi müşterileri temsil eden yenilikçi katsayısı (p) ve taklitçi müşterileri temsil eden taklitçi katsayısı (q) yer almaktadır. Bu parametreler, Olağan En Küçük Kareler (OLS) yöntemi kullanılarak tahmin edilmekte ve yeni ürünün maksimum satış seviyesine ne zaman ulaşacağını öngörmektedir (Bass, 1969). Bu çalışmada, Bass Difüzyon Modeli'nin yeni ürün inovasyonundaki satış öngörü süreçlerindeki etkinliği incelenmiştir.

Çalışma, yeni ürün inovasyon süreçlerinde Bass Difüzyon Modeli'nin satış öngörülerindeki etkinliğini analiz etmeyi amaçlamıştır. Bass Difüzyon Modeli'nin uygulanabilirliği hem literatürdeki örnekler hem de özel bir firmanın satış verileri temelinde değerlendirilmiş; bireysel tüketicilerin benimsediği ürünler ile işletmelerin toplu olarak satın aldığı ürünler arasındaki farklılıklar incelenmiştir. Böylece, inovatif ürünlerin pazarda nasıl yayılım gösterdiği ve firmaların bu süreçleri nasıl yönetebileceği konusunda daha derinlemesine bir analiz sunulması hedeflenmiştir. Bu çalışma kapsamında, "Bass Difüzyon Modeli, inşaat sektöründe kullanılan dayanıklı bir ürün için geçerli ve güvenilir öngörüler sağlamakta mıdır?", "Yenilikçi ve taklitçi tüketici davranışları bu sektörde satışlara nasıl bir şekilde yansımaktadır?" ve "Zirve satış zamanı ve zirve satış miktarı ne şekilde tahmin edilebilmektedir?" sorularına yanıt aranmıştır.

2. Literatür Taraması

İş dünyasında inovasyon, işletmelerin sürdürülebilir büyüme sağlaması ve rekabet avantajı elde etmesi açısından hayati bir unsur olarak değerlendirilmektedir

(Schumpeter, 1934). Özellikle küreselleşmenin hızlanması ve teknolojik gelişmelerin artmasıyla birlikte, yeni ürün inovasyonu ve satış tahmini konuları akademik ve endüstriyel düzeyde yoğun bir şekilde incelenmektedir. İşletmeler, yenilikçi yaklaşımlar benimseyerek pazardaki değişimlere uyum sağlamakta ve müşteri taleplerine uygun ürünler geliştirmektedir (Tuncel, 2012).

2.1. İnovasyon Kavramı ve Türleri

İnovasyon, firmaların rekabet gücünü artırmak, sürdürülebilir büyüme ve piyasa koşullarına uyum sağlamak amacıyla geliştirdikleri yenilikçi süreçleri ifade etmektedir. Schumpeter (1934) inovasyonu ekonomik büyümenin temel bir gücü olarak değerlendirmiş ve yeniliklerin, yaratıcı yıkım kavramıyla ekonomik sistemde dönüşümlere yol açtığını belirtmiştir. Schumpeter'in Yenilik Teorisi, inovasyonu ekonomik gelişimin itici gücü olarak ele almakta ve teknolojik yeniliklerin firmaların büyümesi üzerindeki etkisini vurgulamaktadır (Schumpeter, 1934). OECD (1995) tarafından yayımlanan Oslo Kılavuzu, inovasyonun dört temel türünü tanımlamaktadır:

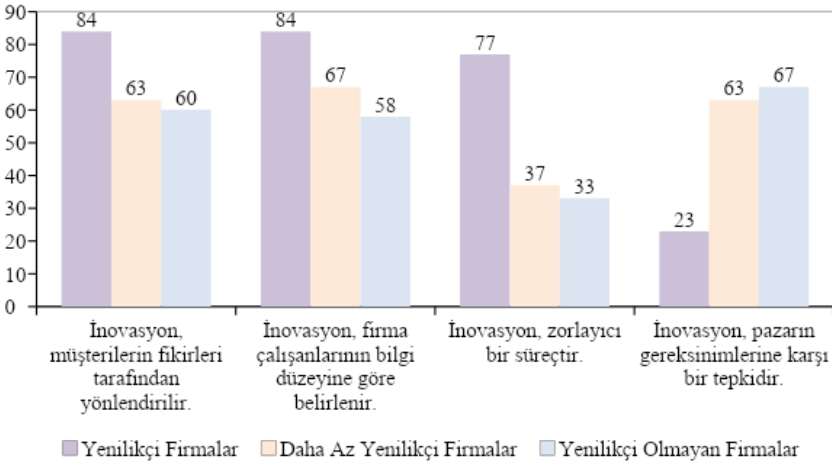
1. Ürün İnovasyonu: Ürün inovasyonu piyasaya yeni bir ürün sunulmasını veya mevcut ürünlerin iyileştirilmesini kapsamaktadır. Bu süreç, müşteri ihtiyaçlarına daha iyi yanıt verebilen, daha işlevsel ve rekabetçi ürünler geliştirilmesini içermektedir (Tidd ve Bessant, 2018). Örneğin, akıllı telefon pazarında Apple ve Samsung'un geliştirdiği teknolojik yenilikler, ürün inovasyonunun rekabet avantajı üzerindeki önemini göstermektedir. Apple, 2007 yılında iPhone'u piyasaya sürerek dokunmatik ekran teknolojisini inovatif bir şekilde kullanmış ve pazarda devrim yaratmıştır (Gawer ve Cusumano, 2014).
2. Süreç İnovasyonu: Üretim ve operasyon süreçlerinde yapılan yenilikleri ifade etmektedir. İşletmeler, süreç inovasyonu yoluyla maliyetleri düşürerek daha verimli üretim teknikleri geliştirmektedir (Davenport, 1993). Örneğin, Toyota'nın geliştirdiği Yalın Üretim (Lean Manufacturing) Sistemi, süreç inovasyonuna en iyi örneklerden biridir. Toyota, üretim süreçlerindeki israfı minimize ederek daha hızlı ve kaliteli üretim yapmayı başarmıştır.
3. Pazarlama İnovasyonu: Firmaların yeni fiyatlandırma stratejileri, müşteri ilişkileri yönetimi ve dijital pazarlama teknikleri geliştirmesi pazarlama

inovasyonunun bir parçasıdır. Bu tür inovasyonlar, tüketici algısını ve satın alma kararlarını doğrudan etkilemektedir (Kotler ve Keller, 2016). Örneğin, Netflix'in geleneksel DVD kiralama modelinden dijital yayıncılığa geçişi, pazarlama inovasyonunun nasıl başarılı olabileceğini gösteren önemli bir örnektir (Chesbrough, 2006).

4. Örgütsel İnovasyon: Örgüt içindeki yönetim yapılarının, iş yapış biçimlerinin veya insan kaynakları süreçlerinin yeniden yapılandırılmasıdır. Örneğin; Google'ın çalışanlarına %20 yenilik zamanı ayırması, çalışanların yeni projeler geliştirmesi için bir alan yaratmaktadır (Brynjolfsson ve McAfee, 2014).

2.2. Yeni Ürün İnovasyonu ve Stratejik Yönetimi

Yeni ürün inovasyonu, firmaların pazardaki rekabetçi konumlarını koruması ve müşteri ihtiyaçlarına cevap vermesi açısından hayati önem taşımaktadır. Yenilik süreci, fikir üretme, tasarım, prototip geliştirme, test etme ve ticarileştirme gibi aşamalardan oluşmaktadır (Cooper, 1990). Firmaların inovasyon süreçlerine yaklaşımları, "Yenilikçi Firmalar", "Daha Az Yenilikçi Firmalar" ve "Yenilikçi Olmayan Firmalar" gibi üç grupta sınıflandırılarak karşılaştırılmaktadır. Şekil 1, dört farklı inovasyon yaklaşımı açısından firmaların görüşlerini yüzdelik olarak göstermektedir.



Şekil 1: İnovasyona Karşı Firmaların Verdikleri Tepkiler (Legenvre, 2008)

Şekil 1, örgütlerin inovasyon sürecine yaklaşımlarını ve inovasyonu destekleme biçimlerini, yenilikçilik düzeylerine göre karşılaştırmalı bir biçimde sunmaktadır. Şekle göre, üç farklı firma türünün “İnovasyonu bilinçli olarak teşvik etme ve örnek olma”, “İnovasyonu kurumsal öncelik olarak belirleme”, “Pazar ve teknoloji trendlerini sistematik biçimde izleme”, “Kurumsal stratejide inovasyona yer verme” ve “İnovasyon bütçesi ayırma” olarak temel unsurlar bağlamında inovasyona verdikleri önem yüzdesel olarak gösterilmektedir. Sonuçlar, inovatif firmaların özellikle stratejik vizyon, çalışan bilgi birikimi ve müşteri gereksinimlerine odaklandığını ortaya koymaktadır. Diğer taraftan, inovatif olmayan firmalar, inovasyonun yapısal yönlerine daha az önem verirken, pazar gereksinimlerine daha fazla duyarlılık göstermektedir. Bu durum, reaktif ve proaktif inovasyon yaklaşımları arasındaki farkı vurgulamaktadır (Legenvre, 2008). Yenilikçi firmalar, daha az yenilikçi firmalar ve yenilikçi olmayan firmalarda inovasyonun ne şekilde yapılacağı ve karar alma süreçleri farklılık göstermektedir. Şekil incelendiğinde, yenilikçi firmaların inovasyonu pazar gereksinimlerine bir yanıt olarak görmedikleri, aksine inovasyon süreçlerini müşteri talepleri ve çalışanlarının bilgi birikimleri doğrultusunda şekillendirdikleri gözlemlenmektedir. Bu durum, inovasyonun her zaman pazar ihtiyaçlarına yönelik geliştirilmediğini, bazı durumlarda firmaların stratejik olarak yenilikçi çözümler üreterek rekabet avantajı elde etmeye çalıştığını göstermektedir (Kılıç, 2016).

İnovasyon sürecinin zorluklarına rağmen, en fazla riski alan firmalar genellikle en yenilikçi firmalardır. Bu firmalar, pazardaki rekabet avantajlarını sürdürülebilmek adına inovasyona sürekli yatırım yapmaktadır. Örneğin, Smarttools tarafından geliştirilen USB ile şarj edilebilen piller, yenilikçi bir ürün olarak piyasaya sunulmuştur. Bu pillerin toplam şarj süresinin 8,5 saate kadar dayanabilmesi ve şarjının bittiğinde bilgisayar, taşınabilir batarya (powerbank) veya priz üzerinden tekrar doldurulabilmesi, inovatif bir yaklaşımı yansıtmaktadır. Aslında, pil ve USB cihazları uzun yıllardır kullanımda olmasına rağmen, Smarttools bu iki teknolojiyi birleştirerek yenilikçi bir ürün geliştirmiştir. Benzer şekilde, Kılıç (2016), «Yeni Ürün Geliştirmede İnovasyon» adlı kitabında, Whole Foods’un geleneksel perakende zincirlerinin düşük fiyat stratejisine odaklandığı bir dönemde organik gıda pazarına yönelerek farklı bir rekabet avantajı sağladığını ve bu yaklaşımın sektörde birçok firma için örnek teşkil ettiğini belirtmiştir.

Bu örnekler, yeni ürün inovasyonunun yalnızca mevcut pazar ihtiyaçlarını karşılamak için değil, aynı zamanda tüketicilerin henüz karşılanmamış taleplerini

belirleyerek yeni pazarlar yaratmak amacıyla da gerçekleştirildiğini göstermektedir. İnovasyon, teknolojik gelişmelerden faydalanarak tüketicilere düşük maliyetle yüksek fayda sunmayı hedefleyen bir süreçtir (Kılıç, 2016).

2.2.1. Yeni Ürün Geliştirme Modellerinden Olan Tasarım Odaklı Düşünme Yöntemi

Tasarım odaklı düşünme, inovasyon süreçlerinde tüketici ihtiyaçlarını anlama, varsayımları sorgulama ve problemlere alternatif çözümler geliştirme amacı taşıyan, tekrarlayan ve insan merkezli bir süreçtir (Brown, 2009). Bu yaklaşım, kullanıcı deneyimini merkeze alarak yaratıcı problem çözümü teşvik eden bir yöntemdir ve farklı sektörlerde yeni ürün inovasyonlarını yönlendiren temel bir strateji olarak kullanılmaktadır (Dam ve Siang, 2018). IDEO ve Stanford Design School'un kurucusu David Kelley tarafından geliştirilen beş aşamalı model, tasarım odaklı düşünmenin yapısal çerçevesini oluşturmaktadır (Dalak, 2018). Bu aşamalar şu şekilde özetlenebilir:

1. Empati Kurma: Kullanıcıların ihtiyaçlarını anlamak.
2. Problemi Tanımlama: Kullanıcı sorunlarını analiz etmek.
3. Çözüm Üretme: Alternatif stratejiler geliştirmek.
4. Prototipleme: Fikirleri somut hale getirmek.
5. Test Etme: Ürün veya hizmetin kullanıcı deneyimine göre değerlendirilmesi.

Bu model, işletmelerin inovasyon süreçlerini sistematik hale getirmesine ve müşteri odaklı yeni ürünler geliştirmesine katkı sağlamaktadır (Dam ve Siang, 2018). Günümüzde tasarım odaklı düşünme yöntemi, yeni ürün inovasyonu süreçlerinde giderek daha fazla kullanılmaktadır. Huawei'nin akıllı telefon pazarındaki stratejik konumlanması, bu yöntemin başarısını gösteren örneklerden biridir. Huawei'nin tüketici ihtiyaçlarını dikkate alarak geliştirdiği akıllı telefonlar, uluslararası pazar payında önemli bir büyüme kaydetmiş ve 2017 yılında %3,2 olan pazar payı, 2018'de %21,3 seviyesine yükselmiştir (Dalak, 2018).

Huawei Türkiye Tüketici Ürünleri İş Birimi Ülke Müdürü Seth Wang, yaptığı bir açıklamada markanın, tüketicilerin yaşamlarını kolaylaştıracak ve gerçek ihtiyaçlara odaklanan inovatif ürünler geliştirmeye devam edeceğini belirtmiştir. Bu

açıklama, tasarım odaklı düşünme stratejisinin, Huawei'nin ürün geliştirme sürecinde temel bir bileşen olduğunu göstermektedir.

Bununla birlikte, otomotiv sektöründe hibrit araç teknolojilerinin geliştirilmesi de tasarım odaklı düşünmenin inovasyon süreçlerine nasıl entegre edildiğini ortaya koymaktadır. Hibrit otomobiller, fosil yakıt tüketimini azaltan ve çevresel sürdürülebilirliği destekleyen yenilikçi bir teknoloji olarak ön plana çıkmaktadır (Garajyeri, 2016). Bu araçlar, içten yanmalı motorlar ile elektrikli motorların kombinasyonunu içeren yeni nesil otomobil tasarımlarıdır. Elektrikli motorun devreye girdiği trafik sıklığı gibi durumlarda sıfır emisyon salınımı sağlanmaktadır (Blogotomotiv, 2016). Bu örnek, tasarım odaklı düşünmenin yalnızca tüketici odaklı inovasyonları değil, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirliği destekleyen teknolojik gelişmeleri de teşvik ettiğini göstermektedir.

2.2.2. İnovasyon Sürecinin Yönetimi

İnovasyon, işletmelerin rekabet avantajını sürdürebilmeleri için sürekli bir gelişim ve değişim süreci olarak tanımlanmaktadır (Ayan ve Tomaç, 2012). İnovasyon döngüsü, fırsatların belirlenmesi, stratejik seçimlerin yapılması, bilgi edinilmesi, çözüm geliştirilmesi, ticarileştirme ve sürekli öğrenme olmak üzere altı temel aşamadan oluşmaktadır. Fırsatların belirlenmesi aşaması, işletmelerin inovatif fikirler geliştirebilmesi için pazar analizleri, müşteri beklentileri, rakip firmaların faaliyetleri ve teknolojik gelişmelerin takibini içermektedir. Stratejik seçim aşamasında, belirlenen fırsatlar arasından en yüksek katma değeri sağlayacak olanın seçilmesi gerekmektedir. Gerekli bilginin edinilmesi, inovasyon sürecinin başarılı olabilmesi için teknik ve operasyonel verilerin toplanmasını kapsamaktadır.

Çözüm geliştirme aşamasında, yeni ürün, hizmet veya süreç uygulamaya alınmadan önce test edilip optimize edilmektedir. Ticarileştirme süreci, inovatif çözümlerin piyasaya sunulmasını ve rekabet avantajı sağlanmasını amaçlamaktadır. Sürekli öğrenme, inovasyon sürecinin değerlendirilerek geçmiş deneyimlerden elde edilen bilgilerin gelecekteki süreçleri iyileştirmek için kullanılması anlamına gelmektedir (inomer.org).

Firmalar için yalnızca inovasyon gerçekleştirmek yeterli değildir; aynı zamanda pazarda sürdürülebilir başarı elde etmek için firmaların ön raporlama süreçlerini etkin bir şekilde yönetmeleri gerekmektedir. Ön raporlama, inovasyon süreçlerinin ticari başarısını öngörerek stratejik kararların daha bilinçli alınmasını

sağlamaktadır (Ayan ve Tomaç, 2012). Sonuç olarak, inovasyon süreçlerini sistematik bir şekilde yöneten ve sürekli öğrenme kültürünü benimseyen firmalar, rekabet avantajlarını koruyarak pazarda güçlü bir konum elde edebilmektedir.

Yeni ürünlerin pazara sunulması, firmalar için stratejik bir süreç olup, başarılı bir inovasyon yönetimi için etkin pazar analizleri ve tahminleme teknikleri gerekmektedir. Yeniliklerin doğası gereği yüksek risk taşıması, firmaların yeni bir ürünü piyasaya sürmeden önce ön raporlama tekniklerine başvurmasını zorunlu hale getirmektedir. Bu bağlamda, bilim insanları inovasyonların benimsenme sürecini analiz etmek amacıyla çeşitli difüzyon modelleri geliştirmiştir. Difüzyon modelleri, yeni ürünlerin pazardaki yayılım sürecini inceleyen ve benimsenme oranlarını öngören matematiksel yaklaşımlar olarak tanımlanmaktadır (Trott, 2008; Mahajan vd., 2000).

Bu modeller, tüketicilerin yenilikleri nasıl benimsediğini açıklayarak, pazarlama uzmanlarının stratejik kararlarını yönlendirmektedir. Özellikle sosyal etkileşimler ve iletişim kanalları, bir ürünün pazardaki başarısını nasıl etkilediğine dair önemli bulgular ortaya koymaktadır (Mahajan ve Muller, 1979).

2.3. Difüzyon Modeli

Difüzyon modelleri, yeniliklerin zaman içinde toplum üyeleri arasında nasıl yayıldığını analiz eden matematiksel modellerdir. Bu modeller, yeni ürünlerin benimsenme oranlarını tahmin etmeye yönelik geliştirilmiş olup, uzun yıllardır pazarlama literatüründe kullanılmaktadır. Yeniliklerin benimsenme süreci, büyük ölçüde tüketiciler arasındaki etkileşimlerden etkilenmektedir. Bu süreç, sözlü iletişim, sosyal medya ve diğer pazarlama faaliyetleri aracılığıyla şekillenmektedir (Wright vd., 1997).

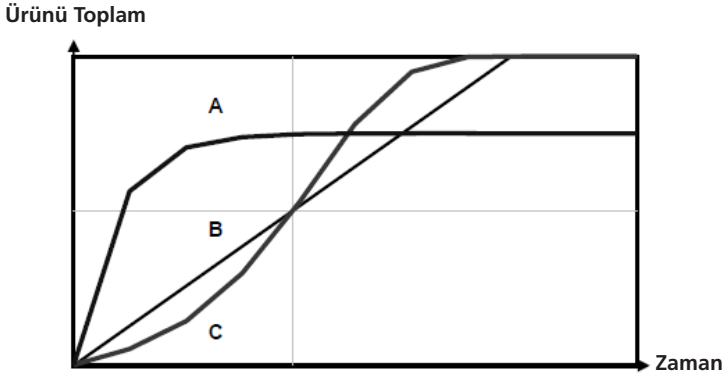
Difüzyon modelleri, yeni ürün satışlarının zamana bağlı nasıl değiştiğini açıklamaktadır. Ancak, satışlar yalnızca tüketicilerin yeniliğe olan ilgisiyle değil, aynı zamanda fiyatlandırma, reklam stratejileri ve dağıtım yoğunluğu gibi dış etkenlerle de doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle, pazarlama modellerine entegre edilebilecek, dış değişkenleri içeren difüzyon modellerinin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır (Mahajan vd., 2000). Difüzyon süreci dört temel unsurdan oluşmaktadır:

1. Yenilik ve Pazar Adaptasyonu: Bir inovasyonun pazardaki yayılımı, talep ve arz etkileşimi çerçevesinde değerlendirilmelidir. Üreticilerin yeni bir

ürünü tüketicilere ulaştırma süreci, teknolojik uygunluk, giriş ve hareketlilik engelleri ile doğrudan ilişkilidir. Bu süreç, inovasyon ekonomisi ve pazar dinamikleriyle birleşerek, tüketicilerin ürünü benimseme sürecini yönlendirmektedir (Rogers, 1995).

2. İletişim Kanallarının Rolü: Bir yeniliğin tüketicilere ulaşması, bilgi akışının etkinliği ile doğrudan ilişkilidir. İnovasyon hakkında sağlanan bilginin eksikliği, ürünün benimsenme hızını yavaşlatırken, güçlü iletişim kanalları pazardaki yayılımını hızlandırmaktadır. Kurumsal firmalar, yeni teknolojileri değerlendirirken geniş çaplı bilgi kaynaklarına erişebilirken, bireysel tüketicilerin ürün hakkında tam bilgiye sahip olmaları her zaman mümkün olmamaktadır (Wright vd., 1997).
3. Zaman ve Benimsenme Hızı: Bir inovasyonun pazarda yayılma süreci, kullanıcıların ürünü benimseme kararlarının zaman içerisinde nasıl değiştiğini analiz etmeyi gerektirmektedir. Bu süreçte, tüketiciler arasında oluşan ağ etkileri, belirli bir ürünün benimsenme oranlarını doğrudan şekillendirebilmektedir. Örneğin, mobil telefon teknolojileri gibi güçlü ağ etkilerine sahip ürünler, pazara giriş yaptıktan sonra hızlı bir şekilde yayılma eğilimi gösterirken; bireysel faydaya dayalı ürünlerde benimsenme süreci daha yavaş ve kademeli olabilmektedir (Mahajan ve Muller, 2000).
4. Sosyal Sistem ve Tüketici Davranışları: Tüketicilerin yeniliklere karşı tutumları heterojen bir yapı göstermektedir. Pazarda yer alan tüketiciler, risk almaya yatkın yenilikçilerden (innovators), ürünün başarı kazandığını gördükten sonra benimseyen taklitçilere (imitators) kadar geniş bir spektruma yayılmaktadır. Yenilikçilerin erken dönemde ürünü benimsemesi, daha geniş kitleler tarafından kabul edilmesini teşvik eden bir faktör olmaktadır (Rogers, 1995).

Difüzyon süreçleri, zaman içinde ürün veya hizmeti benimseyen bireylerin sayısına bağlı olarak önemli düzeyde değişkenlik göstermektedir. Piyasaya sunulan her yeni ürün veya inovasyon, tüketici eğilimleri, pazarlama stratejileri ve rekabet koşulları doğrultusunda farklı hızlarda benimsenmektedir. Bu sürecin analiz edilmesi, farklı difüzyon modelleri aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. Yeni bir ürünün benimsenmesi yayılım sürecini içermektedir. Şekil 2, piyasaya sunulan her yeni ürünün yayılım sürecini göstermektedir.



Şekil 2: Yeniliklerin Yayılması Modelleri (Yılmaz, 2019)

Şekil 2’de genel olarak, yayılım sürecini temsil eden eğriler, ürünün pazardaki adaptasyon seviyesine göre değişiklik göstermektedir. Farklı pazar koşullarına bağlı olarak üç temel difüzyon eğrisi bulunmaktadır. Bu eğriler, benimsenme hızına, ürünün pazardaki yerleşim sürecine ve tüketicilerin ürüne karşı gösterdiği tepkiye göre farklılık arz etmektedir. Difüzyon süreçleri, bir ürün veya hizmetin pazardaki benimsenme dinamiklerine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Tüketicilerin yeni ürünlere adaptasyonu, yeniliğin doğası, iletişim kanalları, zaman faktörü ve sosyal sistemlerin etkisiyle şekillenmektedir. Pazarlama literatüründe yaygın kabul gören bu süreç, genellikle S-eğrisi ile ifade edilmekte olup, zaman içinde benimseyenlerin sayısındaki artışın belirli bir doygunluk seviyesine ulaşacağını öngörmektedir. İlk kez Griliches (1957) tarafından incelenen bu yayılım eğrisi, tarımsal inovasyonların benimsenme sürecini analiz etmek amacıyla geliştirilmiş ve daha sonra farklı sektörlerle uyarlanmıştır.

Difüzyon modellerinin uygulanabilirliğini etkileyen en önemli unsurlardan biri, modelin dışsal faktörleri ne ölçüde içerdiğidir. Bir ürünün pazardaki başarısı, yalnızca tüketici davranışlarına değil, aynı zamanda fiyatlandırma stratejileri, reklam harcamaları ve dağıtım kanallarının etkinliği gibi pazarlama değişkenlerine bağlıdır. Bu nedenle, modelleme süreçlerinde dış etkenlerin dikkate alınması, tahminlerin doğruluğunu artıran kritik bir unsurdur (Radas, 2005). Ancak, pazarlama karmaşıklık değişkenlerinin zaman içindeki öngörülemezliği, difüzyon modellerinin doğruluk seviyesini sınırlayabilmektedir. Bu soruna yönelik olarak iki temel yaklaşım geliştirilmiştir. İlk yaklaşımda, pazarlama değişkenleri sabit kabul edilerek model parametreleri durağan bir şekilde uygulanmaktadır. Ancak, bu yöntemin

en büyük sınırlılığı, pazar koşullarındaki değişimlerin öngörülmemesidir. Alternatif olarak, stokastik modelleme teknikleri, pazardaki belirsizlikleri hesaba katarak parametre değişkenliğine esneklik kazandırmaktadır. Stokastik modeller, reklam ve fiyat değişiklikleri gibi faktörlerin ürünün benimsenme sürecindeki etkilerini daha gerçekçi bir şekilde yansıtmaktadır (Putsis, 1998).

Difüzyon modellerinde zamanla değişen parametrelerin nasıl yönetileceği konusunda farklı yaklaşımlar benimsenmiştir. Easingwood, Mahajan ve Muller (1981, 1983) ve Horsky ve Hustad (1983), model parametrelerinin zaman içinde belirli bir düzene göre değiştiğini varsaymaktadır. Ancak yalnızca Horsky ve Hustad (1983), pazarlama stratejileri ile parametre değişkenliği arasındaki doğrudan ilişkiyi ele almıştır. Putsis (1998) ise, zamana bağlı değişkenliğin önceden belirlenmiş sabit bir formül ile değil, daha esnek bir stokastik süreç ile modellenmesi gerektiğini savunmaktadır.

Teknolojik inovasyonların pazarda benimsenme süreci, rekabetin dinamikleri, tüketici davranışları ve bilgi yayılımı gibi çeşitli faktörlerin etkileşimiyle şekillenmektedir. Arthur (1989), yeniliklerin benimsenme sürecini açıklarken, piyasaya eş zamanlı olarak sunulan iki farklı teknolojinin tüketiciler tarafından nasıl tercih edildiğini modellemiştir. Yeni bir teknolojinin benimsenmesi, ilk kullanıcıların deneyimleriyle doğrudan ilişkilidir. İlk benimseyenler, teknolojiye yönelik bilgi üretirken, sonraki tüketiciler bu bilgileri değerlendirerek kararlarını şekillendirmektedir. Bu süreçte, bilgi akışına dayalı olarak tüketiciler önceki kullanıcıların seçimlerini referans olarak hareket etmektedir. Bu duruma bilgi topluluğu etkisi veya sürü davranışı adı verilmektedir. Arthur'un modeline göre, erken benimseyen tüketicilerin yöneldiği teknolojiler, pazarda avantaj sağlayarak uzun vadede yaygın bir şekilde benimsenmeye devam etmektedir.

Arthur'un modeli, yeniliğin benimsenme sürecinde ilk yatırım kararlarının kritik bir rol oynadığını ortaya koymaktadır. Özellikle teknolojik yeniliklerde, erken yatırım yapan firmalar pazarda rekabet avantajı elde ederek uzun vadede lider konuma gelebilmektedir. Bununla birlikte, yeniliklerin benimsenme süreci yalnızca bireysel kararlarla değil, aynı zamanda sosyal ve ekonomik faktörlerle de şekillenmektedir (Farrell ve Saloner, 1986).

Pazarlama literatüründe, yeniliklerin benimsenme süreçlerini modellemek amacıyla çeşitli difüzyon modelleri geliştirilmiştir. Bu modeller, tüketicilerin yeniliği benimseme süreçlerini analiz etmek ve pazar tahminleri oluşturmak için kullanılmaktadır.

Tuma ve Hannan (1984) tarafından geliştirilen popülasyon ekolojisi modeli, inovasyonların benimsenme süreçlerini inceleyen yaklaşımlar arasında yer almaktadır. Bu model, ürünü benimseyenlerin nüfus yoğunluğu ve rakip ürünlerle etkileşimlerini dikkate alarak yeniliğin yayılımını analiz etmektedir. Modelin temel varsayımı, pazarın iki rakip yenilik arasındaki tercihlerini nüfus yoğunluğuna bağlı olarak belirlemesidir. Ancak, bu model yeniliklerin yayılım sürecinde bireysel tüketici davranışlarını dikkate almamakta ve yalnızca toplu veri setleri üzerinden analiz yapmaktadır.

Gilbert ve Abbott (2005) tarafından geliştirilen firma bazlı modelleme yaklaşımı, difüzyon süreçlerini daha detaylı analiz etmeyi amaçlamaktadır. Bu model, firmaların bireysel ve sosyal davranışlarını dikkate alarak, inovasyon süreçlerinin yayılımını anlamaya çalışmaktadır. Firma bazlı difüzyon modelleri, tüketicilerin karar süreçlerini, ağ yapılarını, bilgi kanallarını ve sosyal etkileşimleri dikkate alarak daha gerçekçi tahminler sunmaktadır. Ancak, bu modellerin uygulanabilmesi için kapsamlı veri setlerine ve sektöre özgü uyarlamalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Difüzyon modelleri genellikle iki temel amaca hizmet etmektedir:

1. Yeni bir ürün veya teknolojinin pazarda nasıl benimseneceğini tahmin etmek,
2. Firmaların inovasyon stratejilerini şekillendirmek için pazar tahminleri oluşturmak.

Ancak, bazı difüzyon modellerinin yalnızca teorik çerçevede geliştirilmiş olduğu ve pratik uygulamalarda öngörü yapma yeteneğinin sınırlı olduğu bilinmektedir. Bir modelin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için ön raporlama yapabilme kapasitesine sahip olması gerekmektedir. Bu nedenle pazarlama analistleri, incelenen yeniliğin gelecekte nasıl yayılacağını öngörme yeteneğine sahip olup olmadığını değerlendirmelidir. Pazarlama literatüründe, yeni ürünlerin ilk alıcılarını belirlemek amacıyla üç temel difüzyon modeli geliştirilmiştir:

1. Saf Yenilikçi Model (Fourt ve Woodlock, 1960): Yenilikler, reklam ve kişisel satış gibi doğrudan pazarlama stratejileri ile benimsenmektedir.
2. Saf Taklitçi Model (Mansfield, 1961): Ürünler, tüketiciler arasındaki sözlü iletişim ve sosyal etkileşim yoluyla yayılmaktadır.
3. Birleşim Modeli (Bass, 1969): Hem reklam ve doğrudan satış etkisini hem de sosyal etkileşim faktörlerini içeren karma bir modeldir.

Frank Bass, yeniliklerin benimsenme süreçlerini analiz etmek için saf yenilikçi ve taklitçi modelleri birleştirerek Bass Difüzyon Modeli'ni (BDM) geliştirmiştir. Bu model, pazarlama alanında en yaygın kullanılan tahminleme modellerinden biri haline gelmiştir. Bass Difüzyon Modeli, yenilikçileri ve taklitçileri dikkate alarak yeni ürünlerin pazar yayılımını daha kapsamlı bir şekilde açıklamaktadır.

2.3.1. Bass Difüzyon Modeli'nin Avantajları

Bass Difüzyon Modeli, özellikle dayanıklı tüketim malları için güvenilir ve yaygın bir tahminleme aracı olarak kabul edilmektedir. Modelin sunduğu temel avantajlar şunlardır:

- Uzun Vadeli Satış Tahminleri: Model, satış eğrisinin zamana göre nasıl şekilleneceğini önceden belirleyerek firmalara stratejik kararlar almada yardımcı olmaktadır (Mahajan vd., 1990).
- Pazarlama Stratejilerine Rehberlik Etme: Yeni ürünlerin satış performansını öngörerek pazarlama ve reklam kampanyalarının zamanlamasını optimize etmeye yardımcı olmaktadır (Boehner ve Gold, 2012).
- Tüketici Davranışlarını Açıklama: Yenilikçi ve taklitçi tüketiciler arasındaki farkları analiz ederek, firmaların ürün konumlandırma ve fiyatlandırma stratejilerini belirlemesine olanak tanımaktadır (Zuhaimy ve Norakitah, 2013).

2.3.2. Bass Difüzyon Modelinin Sınırlamaları

Bass Difüzyon Modeli'nin bazı sınırlamaları bulunmaktadır:

- Pazar Büyüklüğünün Sabit Varsayılması: Model, toplam pazar büyüklüğünü sabit kabul etmektedir. Ancak gerçek piyasa koşullarında pazar büyüklüğü zamanla değişebilir (Boehner ve Gold, 2012).
- Rakip Ürünlerin Göz Ardı Edilmesi: Model, piyasada rakip ürünlerin bulunmadığı durumlar için geçerlidir. Ancak günümüz rekabetçi piyasalarında, rakip ürünlerin etkisini göz önüne alan daha gelişmiş modellerin kullanılması gerekmektedir (Mahajan vd., 2000).
- Tekrar Satın Almaları Kapsamaması: Model yalnızca ilk satın alımları tahmin etmektedir ve tekrar satın alma süreçlerini dikkate almamaktadır. Bu

nedence, sürekli tüketilen ürünler için ek modellerin geliştirilmesi gerekmektedir (Michelfelder ve Morrin, 2016).

3. Metodoloji

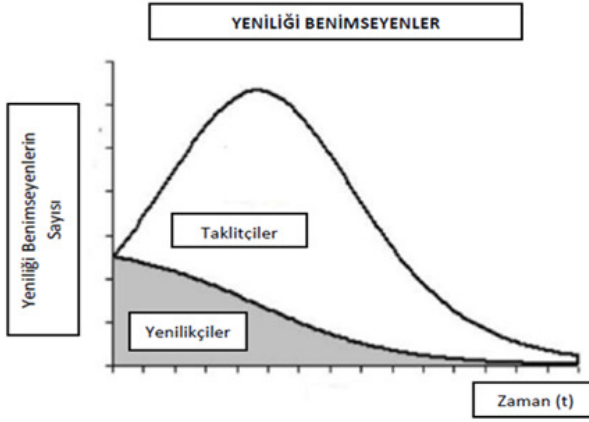
3.1. Araştırma Evreni ve Örneklem Seçimi

Günümüzün rekabetçi piyasa koşullarında firmaların sürdürülebilir başarı elde edebilmesi, sürekli bir gelişim süreci içerisinde olmalarına bağlıdır. Rekabet avantajı sağlamak isteyen firmalar, ya içsel yeniliklerle operasyonel verimliliklerini artırmakta ya da mevcut ürünlerini müşteri ihtiyaçları doğrultusunda geliştirerek yeni pazar fırsatları yaratmaktadır.

Bu çalışma kapsamında araştırma evreni, Türkiye’de inşaat sektöründe faaliyet gösteren firmaların ürün yenilikleri ve bu yeniliklerin satış performansı üzerindeki etkilerini kapsamaktadır. Örneklem ise, sektörde faaliyet gösteren özel bir firmanın mevcut ürününün geliştirilmiş versiyonunu piyasaya sürmesiyle ortaya çıkan iki ürünün satış verilerinden oluşmaktadır. Veri seti, firma satış yöneticisi ile yapılan görüşme sonucunda temin edilmiş olup, etik gereklilikler doğrultusunda firma ismi gizli tutulmuştur.

3.2. Analiz Yöntemi

Yeni ürünlerin pazarda nasıl benimsendiğini ve yayılım hızını anlamak, pazarlama stratejileri ve inovasyon yönetimi açısından kritik öneme sahiptir. Bu bağlamda difüzyon modelleri, yeni ürünlerin benimsenme sürecini analiz ederek firmalara stratejik kararlar almada rehberlik etmektedir. Literatürde, en yaygın kullanılan difüzyon modellerinden biri olan Bass Difüzyon Modeli (BDM), özellikle dayanıklı tüketim mallarının benimsenmesini tahmin etmek amacıyla geliştirilmiş olup, akademik çalışmalarda ve uygulamalı analizlerde kabul görmüştür (Bass, 1969; Mahajan vd., 2000). Bass’a göre bir ürün piyasaya sunulduktan sonra ürünün satış eğrisi Şekil 3’teki gibidir.



**Şekil 3: Yeni Ürünü Benimseyenlerin Zamana Karşı Davranışları
(Zuhaimy ve Norakitah, 2013)**

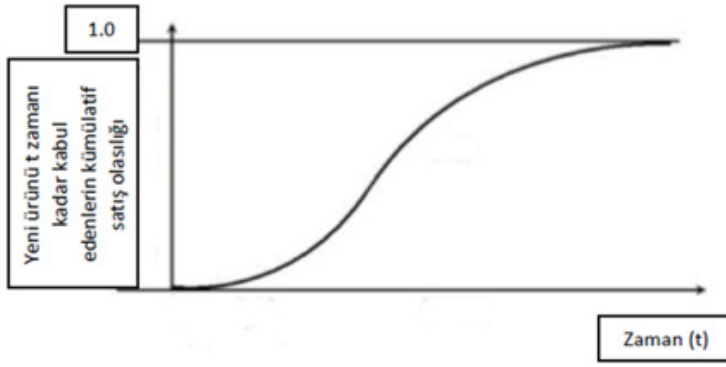
Şekil 3, yenilikçiler (innovators) ve taklitçiler (imitators) olmak üzere iki farklı tüketici grubunun etkileşimine dayanarak yeni ürünlerin benimsenme sürecini göstermektedir. Bass Difüzyon Modeli, yenilikçilerin ürünü bireysel kararlarla benimsenmesini, taklitçilerin ise toplumsal etkileşimler yoluyla bilgi edinerek ürünü kabul etmesini esas alır (Bass, 1969). Bu çalışma kapsamında modelin temel yapısı, matematiksel formülasyonu ile birlikte avantaj ve sınırlılıkları ele alınarak; pazarlama ve inovasyon yönetimi açısından taşıdığı önem değerlendirilecektir.

Bass Difüzyon Modeli, 1969 yılında Frank Bass tarafından geliştirilen ve yeni ürünlerin ilk satın alımını tahmin etmek amacıyla oluşturulan bir pazarlama modelidir. Model, ürünün piyasaya girişinden itibaren kaç tüketici tarafından benimsenebileceğini ve satışların ne zaman zirveye ulaşacağını öngörmeye çalışmaktadır (Bass, 1969). Bass'ın temel amacı, rekabetin bulunmadığı bir piyasada yeni bir ürünün benimsenme sürecini ön raporlamak için matematiksel bir model geliştirmektir (Boehner ve Gold, 2012). Bass Modeli'nde tüketiciler iki temel gruba ayrılmaktadır:

1. Yenilikçiler (Innovators): Ürünü, diğer tüketicilerin benimsenme kararlarından bağımsız olarak satın alan bireylerdir. Bu tüketiciler genellikle pazarın ilk benimseyen (early adopters) kesimini oluşturmaktadır.
2. Taklitçiler (Imitators): Ürünü benimsenme kararlarını toplumsal etkileşim ve

kişilerarası iletişim aracılığıyla alan tüketicilerdir. Taklitçilerin benimseme oranı, pazarın geri kalanının davranışlarına bağlıdır (Zuhaimy ve Norakitah, 2013).

Bass Difüzyon Modeli'nin temel varsayımı, ürünü ilk benimseyen tüketicilerin sayısının zaman içinde artarak belirli bir zirve noktasına ulaşip ardından azalma eğilimine girmesidir. Bu benimseme süreci, genellikle S-şeklinde bir eğri oluşturmaktadır ve bu eğri, ürünün zaman içerisindeki satışlarını göstermektedir (Mahajan vd., 1990).



Şekil 4: Yeni Ürünün Kümülatif Satış Olasılığı (Zuhaimy ve Norakitah, 2013)

$$\frac{dN(t)}{dt} = p(m - N(t)) + q \frac{N(t)}{m} (m - N(t)) \quad (1)$$

Burada, $N(t)$ zaman t anına kadar ürünü benimseyen toplam tüketici sayısını, m toplam pazar büyüklüğünü, p yenilikçi tüketicilerin oranını gösteren dış etki

katsayısını ve q taklitçi tüketicilerin oranını temsil eden iç etki katsayısını ifade etmektedir.

Denklemden görüldüğü gibi, bir ürünün benimsenme oranı hem yenilikçilerin hem de taklitçilerin etkileşiminden oluşmaktadır. Bu model, yeni bir ürünün pazara girdikten sonra satışlarının hangi noktada zirveye ulaşacağını da hesaplamaktadır. Maksimum (zirve) satış zamanı t^* ve satış miktarı S^* aşağıdaki formüllerle belirlenmektedir:

$$t^* = \frac{\ln\left(\frac{q}{p}\right)}{p + q} \quad (2)$$

$$S^* = \frac{m(p + q)^2}{4q} \quad (3)$$

Burada, t^* ürünün pazarda en yüksek satış noktasına ulaşacağı zamanı ve S^* ise maksimum satış miktarını göstermektedir (Bass, 1969). Frank Bass, Bass Difüzyon Modeli (BDM) parametrelerinin tahmini için Sıradan En Küçük Kareler (EKK) yöntemini kullanmıştır. EKK yöntemi, yeni bir ürünün benimsenme sürecinde pazar büyüklüğünü, yenilikçi ve taklitçi tüketici oranlarını tahmin etmek için kullanılan temel bir regresyon tekniğidir. Bu yöntemin uygulanmasıyla, modelin p (yenilikçi katsayısı), q (taklitçi katsayısı) ve m (pazar büyüklüğü) parametreleri belirlenerek yeni ürünlerin benimsenme eğrisi tahmin edilebilmektedir. Bu çalışmada da, Bass Difüzyon Modeli için EKK yöntemi kullanılarak tahmin edilen model aşağıdaki gibi gerçekleşmiştir (Bass, 1969):

$$S_t = a + bY_{(t-1)} + cY_{(t-1)}^2 \quad (4)$$

Burada; S_t , t zamanındaki yeni ürün satışlarını, $Y_{(t-1)}$, $(t - 1)$ dönemindeki kümülatif satışları, $Y_{(t-1)}^2$, $(t - 1)$ dönemindeki kümülatif satışların karesini, a , b ve c ise regresyon katsayılarını ifade etmektedir. Elde edilen regresyon katsayıları kullanılarak Bass Difüzyon Modeli'nin temel parametreleri ise şu şekilde tahmin edilmektedir (Bass, 1969):

$$m = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2c} \quad (5)$$

$$p = \frac{a}{m} \quad (6)$$

$$q = \frac{a + b}{m} \quad (7)$$

Bu denklemler aracılığıyla modelin yenilikçi ve taklitçi katsayıları hesaplanarak yeni ürünün satış eğrisinin şekli ve satışların zaman içindeki değişimi tahmin edilmektedir. Bass Difüzyon Modeli'nin EKK yöntemiyle uygulanması, yeni ürünlerin benimsenme sürecinin analiz edilmesinde ve ön raporlamasında oldukça etkili bir yöntem olup, pazarlama stratejileri ve inovasyon yönetimi açısından firmalara önemli içgörüler sunmaktadır.

3.3. Veri Seti

Çalışmada kullanılan veri seti, Türkiye'de inşaat sektöründe faaliyet gösteren özel bir firmadan elde edilmiştir. Veri, 2017 yılı Ocak ayından 2019 yılı Mayıs ayına kadar olan 29 aylık döneme ait aylık satış rakamlarını içermektedir. Analize konu olan ürün, beton tuğla delme, kanal açma, priz yuvası oluşturma ve vidalama işlevlerine sahip, dayanıklı bir elektrikli alettir. Yeni ürün, müşteri geri bildirimleri doğrultusunda motor gücü artırılarak, aşırı yüklenmeye karşı koruma sistemi eklenerek ve soğutma kapasitesi geliştirilerek yeniden tasarlanmıştır.

Veri seti hazırlanırken, öncelikle yeni ürünün piyasaya çıkışından önceki satış rakamları "ön raporlama dönemi" olarak tanımlanmış ve bu veriler Bass Difüzyon Modeli'nde temel alınmıştır. Daha sonra basit ortalama yöntemi ile tahmin aralıkları oluşturulmuş, veri yapısına uygun olarak medyan ve mod gibi merkezi eğilim ölçütleri değerlendirilmiştir. Böylece ürünün pazarda yayılım süreci modellenmiş ve gelecek dönem satış tahminleri yapılmıştır.

4. Bulgular

Tablo 1'de eski ürünümüzün satışları bir dönem kaydırılarak Olağan En Küçük Kareler (OLS) Yöntemi ile bir denklem tahmin edilmiştir.

Tablo 1: OLS Yöntemi ile Tahmin Edilen Denklem

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	2,813471	30,03363	0,093677	0,9261
YESKIURUN1	1,325918	0,314589	4,214763	0,0003
YESKIURUN2	-0,001211	0,000540	-2,243339	0,0340
R-squared	0,553809	Mean depend var		119,6071
Adjusted R-squared	0,518114	S.D. Dependent var		156,4624
S.E. of regression	108,6130	Akaike info criterion		12,31442
Sum squared resid	294919,8	Schwarz criterion		12,45715
Log likelihood	-169,4018	Hannan-Quinn criter.		12,35805
F-statistic	15,51493	Durbin-Watson stat.		1,99036
Prob (F-statistic)	0,000042			

$$\widehat{s}(t) = 2,813417 + 1,325918Eskiürün1 - 0,001211Eskiürün2 \quad (8)$$

Kurulan denklemde; $\widehat{s}(t)$, tahmin edilecek satışlar

Eskiürün1; firmanın ürünü geliştirmeden önceki kümülatif satış verilerinin bir yıl kaydırılmış hali,

Eskiürün2; firmanın ürünü geliştirmeden önceki kümülatif satış verilerinin bir yıl kaydırılmış halinin karesidir.

Bass'ın belirtmiş olduğu gibi tahmin modelindeki kesme terimi (2,813471) "a" katsayısını, *Eskiürün1*'in katsayısı (1,325918) "b" katsayısını ve *Eskiürün2*'nin katsayısı (-0,001211) ön raporlama yaparken kullanılacak olan parametre tahminlerini gerçekleştirmek için hesaplanacak formüllerde "c" katsayısını vermektedir. Parametre tahminleri:

$$m = \frac{-1,325918 \pm \sqrt{(1,325918)^2 - 4 * (2,813471) * (-0,001211)}}{2 * (-0,001211)} = 1097,012936 \quad (9)$$

$$p = \frac{2,813471}{1097,012936} = 0,002564665 \quad (10)$$

$$q = 0,002564665 + 1,325918 = 1,3284831 \quad (11)$$

- Potansiyel alıcılar (m); 1097
- Yenilikçilerin katsayısı (p); 0,0025646
- Taklitçilerin katsayısı (q); 1,3284831 olarak bulunmuştur.

Yapılan analizler doğrultusunda, beton kırma makinesi için inşaat sektörü bağlamında toplam potansiyel müşteri sayısının 1.097 adet olduğu tahmin edilmiştir. Ayrıca, bu ürünü yenilikçi müşteri olarak benimseyecek firma oranının toplam müşteri kitlesi içinde binde 26 (%26) seviyesinde olduğu öngörülmüştür. Buna karşılık, taklitçi müşteri grubunun toplam müşteri içindeki oranının binde 1.328 (%1328) seviyesinde olduğu hesaplanmıştır. Bu bulgular, inşaat sektöründe faaliyet gösteren firmaların yenilikçi bir tutum sergilemekten ziyade, ürün satın alma kararlarını ağırlıklı olarak iletişim kanalları ve mevcut kullanıcıların deneyimlerine dayandırdıklarını göstermektedir.

Bass Difüzyon Modeli'nin matematiksel yapısı incelendiğinde, taklitçi katsayısı (q) değerinin yüksek olması durumunda pazarın hızla doyuma ulaşacağı belirtilmektedir. Bu çalışmada elde edilen q değeri (%1328), sektör içindeki yayılma hızının yüksek olduğunu ve pazarın görece daha hızlı doyuma ulaşacağını göstermektedir. Sektörel dinamikler göz önüne alındığında, inşaat firmalarının satın alma kararlarını bireysel tüketicilere kıyasla daha uzun vadeli stratejilere dayandırdığı ve karar alma süreçlerinde yenilikçiliğin öncelikli bir faktör olmadığı söylenebilir. Tahmin edilen parametrelere göre yeni ürünün zirve satış zamanı ve zirve satış sayısı ise aşağıdaki şekilde elde edilecektir:

$$t^* = \frac{\ln\left(\frac{1,3284831}{0,0025646}\right)}{(0,0025646 + 1,3284831)} = 4,695524 \cong 5 \quad (12)$$

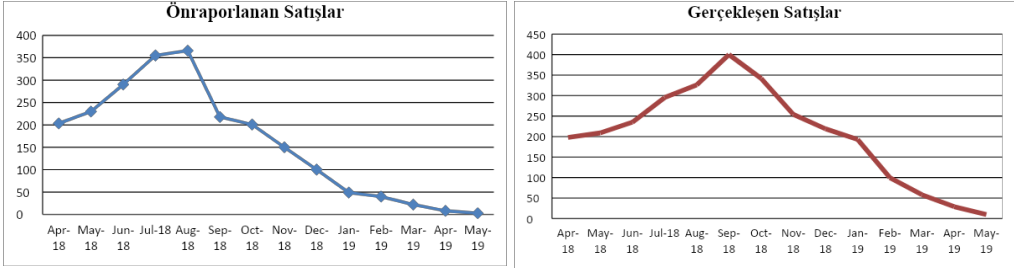
$$S^* = \frac{1097 * (0,0025646 + 1,3284831)^2}{4 * 1,3284831} = 365,748761 \cong 366 \quad (13)$$

Yapılan analizler sonucunda, beton kırma makinesi için tahmin edilen zirve satış zamanı yaklaşık olarak 5 ay olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç, yeni ürünün piyasaya girdikten sonra beşinci ayında en yüksek satış rakamına ulaşacağını göstermektedir. Zirve satış seviyesinin ise yaklaşık olarak 366 adet olacağı öngörülmüştür. Bu durum, pazarın yeni ürüne adaptasyon sürecinin nispeten hızlı olduğunu ve ilk 5 ay içinde ürünün yayılım sürecinde maksimum benimsenme oranına

ulaşacağını göstermektedir. Beton kırma makinesi için yapılan ön raporlamalar, aylık bazda gerçekleştirilmiş olup, elde edilen veriler inşaat ürünleri satan özel bir firmanın gerçek satış verilerine dayanmaktadır. Dolayısıyla, yapılan tahminler mevcut piyasa koşulları, müşteri davranışları ve sektörel dinamikler dikkate alınarak oluşturulmuştur.

Bu analiz, firmanın üretim planlaması, tedarik zinciri yönetimi ve pazarlama stratejileri açısından kritik bir gösterge niteliği taşımaktadır. Özellikle zirve satış dönemine yönelik üretim kapasitesinin optimize edilmesi, pazardaki talebin karşılanabilmesi açısından büyük önem arz etmektedir. Aynı zamanda, taklitçi müşterilerin satışlara olan etkisi göz önüne alındığında, zirve satış dönemine yakın süreçte pazarlama faaliyetlerinin yoğunlaştırılması önerilmektedir.

Bu tahminler, Bass Difüzyon Modeli'nin sağladığı matematiksel temele dayandırılmış olup, benzer sektörlerde yeni ürünlerin benimsenme sürecinin analiz edilmesi açısından da yol gösterici olabilecektir.



Şekil 5: Geliştirilmiş Beton Kırma Makinesinin Ön Raporlanan ve Gerçekleşen Kümülatif Satış Değerleri

Şekil 5'te görüldüğü gibi, 2018 yılı Nisan ayında piyasaya sürülen beton kırma makinesi, Bass Difüzyon Modeli'ne dayalı tahmin edilen satış eğrisiyle büyük ölçüde uyum göstermiştir. Bu durum, difüzyon modellerinin yeni ürünlerin benimsenme sürecini doğru bir şekilde tahmin etme potansiyelini desteklemektedir. Özellikle Şekil 5'te gösterilen difüzyon eğrileri ile karşılaştırıldığında, yeni ürünün satışlarının zaman içinde beklenen şekilde yayıldığı gözlemlenmiştir.

Yapılan analizlerde, ürünün satışlarının Nisan 2018'den itibaren kademeli olarak artacağı, yaklaşık beşinci ayda zirve noktasına ulaşacağı ve bu zirvenin

ardından düşüş trendine gireceği öngörülmüştür. Ön raporlama sonuçlarına göre, maksimum satışın yaklaşık olarak 366 adet seviyesine ulaşması beklenirken, gerçekleşen satışlar 400 adet olarak hesaplanmıştır. Bunun yanı sıra, zirve satış zamanının beşinci ayda gerçekleşeceği öngörülmüşken, fiili satış verileri zirve noktasının altıncı ayda (Eylül 2018) gerçekleştiğini göstermektedir. Bu durum, Bass Difüzyon Modeli'nin genel tahmin yeteneğini doğrularken, küçük zaman farklılıklarının piyasadaki dinamik değişkenlerden kaynaklanabileceğini göstermektedir. Özellikle tüketici tercihlerindeki değişimler, pazar koşulları ve rekabet ortamı gibi dış etkenlerin modelin öngördüğü zamanlamayı hafifçe kaydırabileceği görülmektedir. Ancak, genel olarak modelin temel tahminleri ile gerçekleşen veriler arasında yüksek bir doğruluk oranı olduğu tespit edilmiştir.

Şekil 5 incelendiğinde, beton kırma makinesinin kümülatif satış değerlerinin, pazarlama literatüründe yaygın olarak kabul edilen "S" eğrisi şeklinde bir yayılım gösterdiği görülmektedir (Frenzel ve Grupp, 2009). Modelin öngörüsüne paralel olarak, satışlar ilk aylarda hızla yükselmiş, ardından zirve noktaya ulaştıktan sonra kademeli olarak azalma eğilimi göstermiştir. Bu, ürün yaşam döngüsü teorisiyle de örtüşmektedir. Sonuç olarak, beton kırma makinesinin piyasadaki yayılım süreci, Bass Difüzyon Modeli ile yapılan ön raporlamaların geçerliliğini bir kez daha kanıtlamaktadır. Gerçekleşen satış değerlerinin modelin öngörülerine oldukça yakın olması, difüzyon modellerinin pazarlama stratejileri ve yeni ürün lansmanları için güvenilir bir öngörü aracı olarak kullanılabilirliğini göstermektedir.

5. Sonuç

Difüzyon Modellerinden birisi olan ve birleşim model olarak isimlendirilen Bass Difüzyon Modeli, dayanıklı tüketim ürünlerinin yeni ürün olarak üretilen inovatif hallerinin ilk satışlarını tahmin ederken kullanılmakta olan yaygın bir modeldir. Model, difüzyon sürecini iki tür tüketici açısından değerlendirmektedir. Bu tüketicilerden birisi yenilikçi tüketiciler iken diğeri taklitçi tüketicilerdir. Yenilikçi tüketiciler, yeni ürün piyasaya çıktıktan sonra ürünü denemek için ilk kullananlardır, taklitçi tüketiciler ise, yeni ürün piyasaya çıktıktan sonra iletişim kanalları yoluyla benimseyenlerdir. Bass, yenilikçi ve taklitçi tüketiciler arasında kurulan etkileşimin, ürünün piyasaya sürülmesinden sonraki satışlarını artıracaklarını öne sürmektedir. Modelde yer alması gereken üç temel parametre bulunmaktadır. Bunlardan ilki, potansiyel alıcı sayısını ifade eden m parametresidir. İkinci parametre, yenilikçi müşterileri temsil eden yenilikçi katsayısı p ; üçüncü parametre ise taklitçi

müşterileri temsil eden taklitçi sayısı q olarak tanımlanmaktadır. Bu parametreler, Olağan En Küçük Kareler (OLS) yöntemi kullanılarak tahmin edilmektedir. Tahmin sonucunda elde edilen parametreler aracılığıyla, yeni ürünün en çok ne kadar satılacağı (zirve satış sayısı) ve bu satışın ne zaman gerçekleşeceğini (zirve satış zamanı) elde edilmektedir. Bu çalışmada, OLS yöntemi kullanılarak bir tahmin denklemi oluşturulmuş; ardından model parametrelerinin tahminiyle zirve satış zamanı ve zirve satış miktarı öngörülmüştür.

Çalışmada, inşaat sektörüne yönelik üretilen bir beton kırma makinesinin yenilenmiş halinin satış performansı analiz edilerek, modelin doğruluğu test edilmiştir. Bass Difüzyon Modeli, ürünün pazardaki yayılım sürecini, yenilikçi ve taklitçi tüketicilerin davranışlarını dikkate alarak tahmin eden bir modeldir. Bu bağlamda, modelin, sektörel bazda benimsenebilecek ürünler için de başarılı öngörülerde bulunabileceği gösterilmiştir.

Uygulama sonuçlarına göre, beton kırma makinesinin potansiyel pazar büyüklüğü (m) 1097 olarak hesaplanmıştır. Modelin tahmin ettiği yenilikçi müşteri oranı oldukça düşük olup, bu müşterilerin toplam alıcılar içinde yalnızca %0,25'ini oluşturduğu belirlenmiştir. Buna karşın, taklitçi müşteri oranı %13,28 gibi yüksek bir seviyede çıkmıştır. Bu bulgular, inşaat sektöründeki firmaların yeni bir ürünü bireysel kararlarla değil, ağızdan ağıza iletişim, müşteri yorumları ve daha önceki kullanıcı deneyimlerinden etkilenecek benimsediklerini ortaya koymaktadır. Bass Difüzyon Modeli'nin pazara dair bu tür dinamikleri yakalayabilmesi, modelin sektörel bazda yapılan öngörüler için de geçerli olduğunu göstermektedir.

Ayrıca, yapılan tahminlere göre yeni ürün piyasaya girdikten sonra zirve satış noktasına yaklaşık 5 ay içinde ulaşacak ve bu zirvede 366 adet satış gerçekleşecektir. Bu noktadan sonra satışların kademeli olarak azalacağı öngörülmüştür. Gerçekleşen satış verileri ile karşılaştırıldığında, tahmin edilen satış sayısının gerçekleşen satış verileriyle büyük ölçüde örtüştüğü görülmüştür. Özellikle zirve satış zamanının model tarafından beşinci ay olarak öngörülmesine karşın, gerçekleşen zirve satış zamanının altıncı ayda meydana gelmesi, modelin tahminlerinin yüksek doğruluk payına sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Bu çalışmada elde edilen bulgular, Bass Difüzyon Modeli'nin özellikle bireysel ve kurumsal tüketici ayrımında ürün benimsenme süreçlerini açıklamada etkili bir araç olduğunu göstermektedir. Elde edilen sonuçlar, Mahajan, Muller ve Bass (1990) tarafından farklı sektörlerde gerçekleştirilen yayılım analizleriyle uyumlu

niteliktedir. Özellikle Meade ve Islam (2006) tarafından yapılan geniş kapsamlı değerlendirmede, modelin yapısal basitliğine rağmen yüksek tahmin gücüne sahip olduğu vurgulanmaktadır. Ayrıca, Peres, Muller ve Mahajan (2010) tarafından ortaya konulan, bireysel faydaya dayalı ürünlerde benimsenmenin daha yavaş gerçekleştiği yönündeki tespitler, bu çalışmanın bulgularıyla da örtüşmektedir. Bu bağlamda, inşaat sektöründe elde edilen öngörülerin, önceki literatürle anlamlı düzeyde benzeştiği ifade edilebilir.

Gelecekte yapılacak çalışmalarda, Bass Difüzyon Modeli'nin farklı sektörler üzerindeki uygulanabilirliğinin karşılaştırmalı bir şekilde incelenmesi, modelin genellenebilirliğine katkı sağlayabilir. Özellikle perakende, sağlık teknolojileri ve dijital ürünler gibi farklı yayılım dinamiklerine sahip sektörlerde modelin tahmin başarısı test edilebilir. Bunun yanı sıra, yenilikçi ve taklitçi davranışların daha karmaşık yapılarla modellenebilmesi için Generalized Bass Difüzyon Modeli gibi türev modellerin kullanımı da önerilmektedir. Ayrıca, sosyal ağ etkilerinin kantitatif olarak modele dahil edilmesi, benimsenme süreçlerinin daha gerçekçi bir şekilde analiz edilmesini de mümkün kılacaktır. Son olarak, yapay zekâ ve makine öğrenmesi tabanlı tahmin modelleri ile Bass Difüzyon Modeli'nin doğruluk düzeylerinin karşılaştırılması, literatüre çok boyutlu bir katkı sunabilir. Bununla birlikte, bu çalışmanın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Analiz, sadece tek bir ürün grubuna ve sektöre odaklandığından dolayı elde edilen sonuçların diğer sektörlerde genellenememesi sınırlı olabilir. Ayrıca, model yalnızca geçmiş satış verilerine dayanmakta olup, tüketici algısı, marka bilinirliği ve dışsal çevresel faktörler gibi önemli değişkenleri göz ardı etmektedir. Buna rağmen çalışma, Bass Difüzyon Modeli'nin Türkiye özelinde sektörel bir uygulamasını sunarak literatürdeki önemli bir boşluğu doldurmaktadır.

Kaynakça

- Arthur, B. (1989). Competing Technologies, Increasing Returns, and Lock-in by Historical Events. *Economic Journal*, 116-131.
- Ayan, M., & Tomaç, B. (2012). İnovasyon. *Lisans Tezi*. USA: York University İşletme Bölümü Türkiye Temsilciliği.
- Bass, F. (1969). A New Product Growth Model for Consumer Durables. *Management Science*, 215-227.
- Blogotomotiv.com. (2016, 04 22). Hibrit Otomobil Nedir? Kaç Farklı Türü Vardır?: <http://blogotomotiv.com/hibrit-otomobil-nedir-kac-farkli-turu-vardir/> adresinden alındı
- Boehner, R., & Gold, S. (2012). Modeling The Impact of Marketing Mix on The Diffusion of Innovation in the Generalized Bass Model of Firm Demand. *Developments in Business Simulation and Experiential Learning*, 75-91.
- Brown, T. (2009). *How Design Thinking Transforms Organizations and Inspires Innovation*. T. Brown, Change by Design.
- Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). *The Second Machine Age: Work, Progress and Prosperity in a time of Brilliant Technologies*. WW Norton & Company.
- Chesbrough, H. (2006). *Open Business Models: How to Thrive in the New Innovation Landscape*. Harvard Business Review Press.
- Cooper, G. (1990). Cognitive load theory as an aid for instructional design. *Australian Journal of Educational Technology*, 6(2).
- Dalak, B. (2018, 09 29). *Huawei'nin Türkiye Pazar Payı Rekor Seviyeye Ulaştı*. <http://inovasyon/Huaweipazarpayi/> adresinden alındı
- Dam, R., & Siang, T. (tarih yok). *What is Design Thinking and Why Is It So Popular?* Interaction Design Foundation.
- Davenport, T. H. (1993). *Process Innovation: Reengineering Work Through Information Technology*. Harvard Business School.
- Easingwood, C., Mahajan, V., & Muller, E. (1981). A Nonsymmetric Responding Logistic Model For Forecasting Technological Substitution. *Technological Forecasting and Social Change*, 199-231.
- Farrel, J., & Saloner, G. (1986). Installed Base and Compability. *American Economic Review*, 940-955.
- Fourt, L., & Woodlock, J. (1960). Early Prediction Of Market Success For Grocery Products. *Journal of Marketing*, 31-38.

Frenzel, A., & Grupp, H. (2009). Using models of innovation diffusion to forecast market success: a practitioners' guide. *Research Evaluation*, 18(1), 39-50.

Garajyeri.com. (2016, 12 20). Hibrit Otomobil Nedir? Avantajları ve Dezavantajları Nelerdir?: <https://rentiva.com/blog/kategori/hibrit-otomobil> adresinden alındı

Gawer, A., & Cusumano, M. A. (2014). Industry Platforms and Ecosystem Innovation. *Journal of Product Innovation Management*, 31(3), 417-433.

Gilbert, N., & Abbott, A. (2005). Introduction To The Special Is Issue. *American Journal of Sociology*, 859-863.

Griliches, Z. (1957). Hybrid Corn: An Exploration In The Economics Of Technological Change. *Econometrica*, 501-522.

Horsky, D., & Hustad, L. (1983). Advertising and The Diffusion of New Products. *Marketing Science*, 1-18.

İnomer.org. (2019, 06 20). İnovasyon Niçin? Kimin İçin?: <http://inomer.org> adresinden alındı

Kara, M., Sevüktekin, M., & Yılmaz, T. (2018). Başlık Yeni Ürünün Bass Difüzyon Modeli ile Satış Önraporlaması. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 399-414.

Kılıç, S. (2016). *Yeni Ürün Geliştirmede İnovasyon (Yeni Ürün İnovasyonu)*. Ankara: Sözkese Matbaacılık.

Kotler, P., & Keller, K. L. (2016). *Marketing Management (Cilt 15)*. Pearson Education.

Legenvre, H. (2008). Innovation, an EFQM Perspective. Presentation on theme: <https://slideplayer.com/slide/1654686/>. Innovation, an EFQM Perspective: <https://slideplayer.com/slide/1654686/> adresinden alındı

Mahajan, V., & Muller, E. (1979). Innovation Diffusion and New Product Growth Models in Marketing. *Journal of Marketing*, 55-68.

Mahajan, V., Muller, E., & Bass, F. (1990). New Product Diffusion Models in Marketing: A Review and Directions for Research. *Journal of Marketing*, 1-26.

Mahajan, V., Muller, E., & Bass, F. (1990). New Product Diffusion Models in Marketing: A Review and Directions for Research. *Journal of Marketing*, 1-26.

Mahajan, V., Muller, E., & Wind, Y. (2000). *New-Product Diffusion Models*. Norwell, MA: USA: Kluwer.

Mansfield, E. (1961). Technical Change and the Rate of Imitation. *Econometrica*, 741-766.

- Meade, N., & Islam, T. (2006). Modelling and forecasting the diffusion of innovation-A 25-year review. *International Journal of Forecasting*, 22(3), 519-545.
- Michelfelder, R., & Morrin, M. (2016). *Overview of New Product Diffusion Sales Forecasting Models*. AUS Consultans.
- Peres, R., Muller, E., & Mahajan, V. (2010). Innovation diffusion and new product growth models: A critical review and research directions. *International Journal of Research in Marketing*, 27(2), 91-106.
- Putsis, W. (1998). Parameter Variation and New Product Diffusion. *Journal of Forecasting*, 231-257.
- Radas, S. (2005). Diffusion Models in Marketing: How to Incorporate the Effect of External Influence? *Privredna Kretanja i Ekonomska Politika*, 30-51.
- Rogers, E. (1995). *Diffusion of Innovations*. New York: Free Press.
- Schumpeter, J. (1934). *The Theory of Economic Development*. Harvard University Press.
- Tidd, J., & Bessant, J. (2018). Innovation Management Challenges: From Fads to Fundamentals. *International Journal of Innovation Management*, 22(05), 1840007.
- Trott, P. (2008). *Innovation Management and New Product Development*. Essex: Prentice Hall.
- Tuma, N., & Hannan, M. (1984). *Social Dynamics: Models and Methods*. New York: Academic Press.
- Tuncel, C. O. (2012). *İnovasyon Sistemleri ve Ekonomik Gelişme Bursa Bölgesi İmalat Sanayinde İnovasyon Süreçleri Üzerine Bir Alan Araştırması*. Bursa: Nilüfer Akkılıç Kütüphanesi Yayınları.
- Wright, M., Upritchard, C., & Lewis, T. (1997). A Validation of the Bass New Product Diffusion Model in New Zealand. *Marketing Bulletin*, 15-29.
- Yılmaz, T. (2019). Yeni Ürün İnovasyonu ve Yeni Ürün İnovasyonunun Satışlarının Önraporlanması. *Master's thesis*. Turkey: Bursa Uludag University.
- Zuhaimy, İ., & Norakitah, A. (2013). A Study on New Product Demand Forecasting Based on Bass Diffusion Model. *Journal of Mathematics and Statistics*, 84-90.